ENGINEERING TOMORROW

Руководство по проектированию

Преобразователь частоты VLT® HVAC Basic Drive FC 101

www.DanfossDrives.com

Оглавление

1 Введение 6

1.1 Цель «Руководства по проектированию» 6

1.2 Версия документа и программного обеспечения 6

1.3 Символы безопасности 7

1.4 Сокращения 7

1.5 Дополнительные ресурсы 7

1.6 Определения 8

1.7 Коэффициент мощности 10

1.8 Соответствие нормам и стандартам 10

1.8.1 Маркировка CE 10

1.8.2 Соответствие техническим условиям UL 11

1.8.3 Символ соответствия нормативным требованиям RCM Mark 11

1.8.4 EAC 12

1.8.5 UkrSEPRO 12

2 Техника безопасности 13

2.1 Квалифицированный персонал 13

2.2 Меры предосторожности 13

3 Обзор изделия 15

3.1 Преимущества 15

3.1.1 Использование преобразователя частоты для управления вентиляторами и насосами 15

3.1.2 Явное преимущество - энергосбережение 15

3.1.3 Пример энергосбережения 15

3.1.4 Сравнение вариантов энергосбережения 16

3.1.5 Пример расхода, изменяющегося в течение 1 года 17

3.1.6 Более высокое качество управления 18

3.1.7 Пускатель типа «звезда/треугольник» или устройство плавного пуска не требуется 18

3.1.8 Использование преобразователя частоты позволяет экономить деньги 18

3.1.9 Без преобразователя частоты 19

3.1.10 С преобразователем частоты 20

3.1.11 Примеры применения 21

3.1.12 Переменный объем воздуха 21

3.1.13 Решение с использованием VLT® 21

3.1.14 Постоянный объем воздуха 22

3.1.15 Решение с использованием VLT® 22

3.1.16 Вентилятор градирни 24

3.1.17 Решение с использованием VLT® 24

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

3.1.18 Насосы конденсаторов 26
3.1.19 Решение с использованием VLT® 26
3.1.20 Первичные насосы 27
3.1.21 Решение с использованием VLT® 27
3.1.22 Вторичные насосы 29
3.1.23 Решение с использованием VLT® 29
3.2 Структуры управления 30
3.2.1 Структура управления с разомкнутым контуром 30
3.2.2 Управление двигателем PM/EC+ 30
3.2.3 Местное (Hand On) и дистанционное (Auto On) управление 31
3.2.4 Замкнутый контур структуры управления 31
3.2.5 Преобразование обратной связи 31
3.2.6 Формирование задания 33
3.2.7 Настройка регулятора с обратной связью 34
3.2.8 Ручная настройка ПИ-регулятора 34
3.3 Рабочие условия окружающей среды 34
3.4 Общие вопросы ЭМС 40
3.4.1 Обзор защиты от излучений в соответствии с требованиями ЭМС 40
3.4.2 Требования по излучению 42
3.4.3 Результаты испытаний на соответствие требованиям ЭМС по излучению 43
3.4.4 Обзор защиты от излучений гармоник 45
3.4.5 Требования к излучению гармоник 45
3.4.6 Результаты проверки на гармоники (излучение) 45
3.4.7 Требования к помехоустойчивости 48
3.5 Гальваническая развязка (PELV) 48
3.6 Ток утечки на землю 49
3.7 Экстремальные условия работы 49
3.7.1 Тепловая защита двигателя (ЭТР) 50
3.7.2 Входы для термисторов 50

4 Выбор и заказ 52
4.1 Код типа 52
4.2 Дополнительные устройства и принадлежности 53
4.2.1 Панель местного управления (LCP) 53
4.2.2 Монтаж LCP в передней панели 53
4.2.3 Комплект для корпуса IP21/NEMA Тип 1 54
4.2.4 Развязывающая панель 55
4.3 Номера для заказа 56
4.3.1 Дополнительные устройства и принадлежности 56
4.3.2 Фильтры гармоник 58

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

4.3.3 Внешний фильтр ВЧ-помех 59

5 Монтаж 60

5.1 Электрический монтаж 60

5.1.1 Подключение сети питания и двигателя 62

5.1.2 Электрический монтаж с учетом требований ЭМС 67

5.1.3 Клеммы управления 69

6 Программирование 70

6.1 Введение 70

6.2 Панель местного управления (LCP) 70

6.3 Меню 71

6.3.1 Меню состояния 71

6.3.2 Быстрое меню 71

6.3.3 Главное меню 89

6.4 Быстрый перенос значений параметров между несколькими преобразователями частоты 90

6.5 Вывод на дисплей и программирование индексированных параметров 90

6.6 Инициализация с установками по умолчанию 90

7 Монтаж и настройка RS485 92

7.1 RS485 92

7.1.1 Краткое описание 92

7.1.2 Подключение сети 92

7.1.3 Настройки аппаратных средств преобразователя частоты 92

7.1.4 Настройки параметров для связи Modbus 93

7.1.5 Обеспечение ЭМС 93

7.2 Протокол FC 94

7.2.1 Краткое описание 94

7.2.2 FC с Modbus RTU 94

7.3 Настройки параметров для включения протокола 94

7.4 Структура кадра сообщения по протоколу FC 94

7.4.1 Состав символа (байта) 94

7.4.2 Структура телеграммы 95

7.4.3 Длина телеграммы (LGE) 95

7.4.4 Адрес преобразователя частоты (ADR) 95

7.4.5 Управляющий байт (BCC) 95

7.4.6 Поле данных 95

7.4.7 Поле PKE 95

7.4.8 Номер параметра (PNU) 96

7.4.9 Индекс (IND) 96

7.4.10 Значение параметра (PWE) 96

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

7.4.11 Типы данных, поддерживаемые преобразователем частоты 97
7.4.12 Преобразование 97
7.4.13 Слова состояния процесса (PCD) 97
7.5 Примеры 97
7.5.1 Запись значения параметра 97
7.5.2 Считывание значения параметра 98
7.6 Краткое описание Modbus RTU 98
7.6.1 Введение 98
7.6.2 Краткое описание 98
7.6.3 Преобразователь частоты с Modbus RTU 99
7.7 Конфигурация сети 99
7.8 Структура кадра сообщения Modbus RTU 99
7.8.1 Введение 99
7.8.2 Структура телеграммы Modbus RTU 100
7.8.3 Поля начала/останова 100
7.8.4 Адресное поле 100
7.8.5 Поле функции 100
7.8.6 Поле данных 101
7.8.7 Поле контроля CRC 101
7.8.8 Адресация катушек и регистров 101
7.8.9 Доступ посредством чтения/записи PCD 103
7.8.10 Управление преобразователем частоты 104
7.8.11 Коды функций, поддерживаемые Modbus RTU 104
7.8.12 Исключительные коды Modbus 104
7.9 Доступ к параметрам 105
7.9.1 Операции с параметрами 105
7.9.2 Хранение данных 105
7.9.3 Индекс (IND) 105
7.9.4 Текстовые блоки 105
7.9.5 Коэффициент преобразования 105
7.9.6 Значения параметров 105
7.10 Примеры 106
7.10.1 Считывание состояния катушки (01 16-ричн.) 106
7.10.2 Форсировать/записать на одну катушку (05 16-ричн.) 106
7.10.3 Форсировать/записать на несколько катушек (0F 16-ричн.) 107
7.10.4 Чтение регистров временного хранения (03 16-ричн.) 107
7.10.5 Установка одного регистра (06 16-ричн.) 108
7.10.6 Установка нескольких регистров (10 16-ричн.) 108
7.10.7 Запись/чтение нескольких регистров (17 16-ричн.) 109
7.11 Профиль управления FC Danfoss 109

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

7.11.1 Командное слово, соответствующее профилю FC (пар. 8-10 Protocol (Протокол) = Профиль FC) 109
7.11.2 Слово состояния, соответствующее профилю FC (STW) 111
7.11.3 Значение задания скорости передачи по шине 113

8 Общие технические требования 114
8.1 Габаритные и присоединительные размеры 114
8.1.1 Монтаж рядом вплотную 114
8.1.2 Размеры преобразователей частоты 115
8.1.3 Габариты в упаковке 118
8.1.4 Монтаж на месте эксплуатации 119
8.2 Характеристики питания от сети 120
8.2.1 3 x 200–240 В пер. тока 120
8.2.2 3 x 380–480 В пер. тока 121
8.2.3 3 x 525–600 В пер. тока 125
8.3 Предохранители и автоматические выключатели 126
8.4 Общие технические данные 128
8.4.1 Питание от сети (L1, L2, L3) 128
8.4.2 Мощность двигателя (U, V, W) 129
8.4.3 Длина и сечение кабелей 129
8.4.4 Цифровые входы 129
8.4.5 Аналоговые входы 129
8.4.6 Аналоговый выход 130
8.4.7 Цифровой выход 130
8.4.8 Плата управления, последовательная связь через интерфейс RS485 130
8.4.9 Плата управления, выход 24 В пост. тока 130
8.4.10 Релейный выход [двоичный] 130
8.4.11 Плата управления, выход 10 В пост. тока 131
8.4.12 Условия окружающей среды 132
8.5 dU/dt 132

Алфавитный указатель 135

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

1

1 Введение

1.1 Цель «Руководства по проектированию»

Это руководство по проектированию предназначено для инженеров-проектировщиков и системных инженеров, консультантов про проектированию, а также специалистов по применениям и продуктам. В Руководстве представлена техническая информация, необходимая для понимания возможностей преобразователя частоты при интегрировании в системы управления и мониторинга двигателей. Приведены подробные сведения, касающиеся эксплуатации и требований, а также рекомендации по интеграции в системы. Представлена информация по характеристикам входной мощности, выходным сигналам управления двигателем и окружающим условиям для работы преобразователя частоты.

Кроме того, освещены следующие вопросы:

- функции безопасности;
- мониторинг состояний неисправности;
- отчетность о рабочем состоянии;
- возможности последовательной связи;
- программируемые параметры и функции.

Приведены также сведения, касающиеся конструкции устройства:

- требования к месту установки;
- кабели;
- предохранители;
- проводка элементов управления;
- размеры и массы блоков;
- другая важная информация, необходимая для системной интеграции.

Анализ подробной информации о продукте на этапе проектирования позволяет разработать хорошо спланированную систему с оптимальной функциональностью и эффективностью.

VLT® является зарегистрированным товарным знаком.

1.2 Версия документа и программного обеспечения

Это руководство регулярно пересматривается и обновляется. Все предложения по его улучшению будут приняты и рассмотрены.

Редакция	Комментарии	Версия ПО
MG18C8xx	Обновление в связи с выходом новой версии программного и аппаратного обеспечения.	4.2x

Таблица 1.1 Версия документа и программного обеспечения

Начиная с версии программного обеспечения 4.0x и выше (неделя производства 33 2017-го года и позже), в преобразователях частоты мощностью от 22 кВт (30 л. с.) 400 В IP20 и ниже и 18,5 кВт (25 л. с.) 400 В IP54 и ниже реализована функция вентилятора радиатора с переменной скоростью. Эта функция требует обновления программного и аппаратного обеспечения и вводит ограничения в отношении обратной совместимости для размеров корпуса H1–H5 и I2–I4. Ограничения см. в *Таблица 1.2*.

Совместимость программного обеспечения	**Старая плата управления (неделя производства 33 2017-го года или раньше)**	**Новая плата управления (неделя производства 34 2017-го года или позже)**
Старое программное обеспечение (версия OSS-файла 3.xx и ниже)	Да	Нет
Новое программное обеспечение (версия OSS-файла 4.xx или выше)	Нет	Да
Совместимость аппаратного обеспечения	**Старая плата управления (неделя производства 33 2017-го года или раньше)**	**Новая плата управления (неделя производства 34 2017-го года или позже)**
Старая силовая плата питания (неделя производства 33 2017-го года или раньше)	Да (только версия программного обеспечения 3.xx или ниже)	Да (программное обеспечение ДОЛЖНО быть обновлено до версии 4.xx или выше)

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Совместимость программного обеспечения	Старая плата управления (неделя производства 33 2017-го года или раньше)	Новая плата управления (неделя производства 34 2017-го года или позже)
Новая силовая плата питания (неделя производства 34 2017-го года или позже)	Да (программное обеспечение ДОЛЖНО быть обновлено до версии 3.xx или ниже, вентилятор постоянно работает на полной скорости)	Да (только версия программного обеспечения 4.xx или выше)

Таблица 1.2 Совместимость программного и аппаратного обеспечения

1.3 Символы безопасности

В этом руководстве используются следующие символы:

⚠ВНИМАНИЕ!

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

⚠ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

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

УВЕДОМЛЕНИЕ

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

1.4 Сокращения

°C	Градусы Цельсия
°F	Градусы Фаренгейта
A	Ампер
AC	Переменный ток
ААД	Автоматическая адаптация двигателя
AWG	Американский сортамент проводов
DC	Постоянный ток
ЭМС	Электромагнитная совместимость
ЭТР	Электронное тепловое реле
FC	Преобразователь частоты
$f_{M,N}$	Номинальная частота двигателя
кг	Килограмм
Гц	Герц
I_{INV}	Номинальный выходной ток инвертора
I_{LIM}	Предел по току
$I_{M,N}$	Номинальный ток двигателя
$I_{VLT,MAX}$	Максимальный выходной ток
$I_{VLT,N}$	Номинальный выходной ток, обеспечиваемый преобразователем частоты
кГц	Килогерц
LCP	Панель местного управления
м	Метр
мА	Миллиампер
МСТ	Служебная программа управления движением
мГ	Миллигенри (индуктивность)
мин	Минута
мс	Миллисекунда
нФ	Нанофарад
Н·м	Ньютон-метры
n_s	Синхронная скорость двигателя.
$P_{M,N}$	Номинальная мощность двигателя
PCB	Печатная плата
PELV	Защитное сверхнизкое напряжение
Рекуперация	Клеммы рекуперации
об/мин	Число оборотов в минуту
с	Секунда
T_{LIM}	Предел момента
$U_{M,N}$	Номинальное напряжение двигателя
В	Вольты

Таблица 1.3 Сокращения

1.5 Дополнительные ресурсы

- *Краткое руководство VLT® HVAC Basic Drive FC 101* содержит основные сведения о габаритных размерах, монтаже и программировании.
- *Руководство по программированию VLT® HVAC Basic Drive FC 101* содержит сведения по программированию и полные описания параметров.
- Программное обеспечение Danfoss VLT® Energy Box. Выберите раздел *PC Software Download (Загрузка ПО для ПК)* на веб-сайте *www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dds/vlt-energy-box/*.

  Программное обеспечение VLT® Energy Box позволяет сравнить энергопотребление вентиляторов и насосов HVAC, использующих преобразователи частоты Danfoss, и альтернативных методов управления расходом. Этот инструмент можно использовать для планирования затрат, экономии и окупаемости преобразователей частоты Danfoss при

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

использовании с вентиляторами систем HVAC, насосами и градирнями.

Техническая документация Danfoss имеется в электронном виде на компакт-диске с документацией, который поставляется в комплекте с изделием, или доступна в печатном виде в вашем местном торговом представительстве Danfoss.

Поддержка программного обеспечения Средство конфигурирования MCT 10

Программное обеспечение можно загрузить на веб-сайте *www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dds/vlt-motion-control-tool-mct-10/*.

Во время установки программного обеспечения введите код доступа 81463800, чтобы активировать функции FC 101. Для использования функций FC 101 ключ лицензии не требуется.

Последние версии программного обеспечения не всегда содержат обновления для недавних версий преобразователей частоты. Чтобы получить обновления для недавних версий преобразователей частоты (файлы *.upd), обратитесь в местный офис продаж или загрузите обновления на сайте *www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dds/vlt-motion-control-tool-mct-10/#Overview*.

1.6 Определения

Преобразователь частоты

$I_{VLT, MAX}$
Максимальный выходной ток.

$I_{VLT,N}$
Номинальный выходной ток, обеспечиваемый преобразователем частоты.

$U_{VLT, MAX}$
Максимальное выходное напряжение.

Вход

Подключенный двигатель можно запускать и останавливать с помощью LCP и цифровых входов. Функции делятся на 2 группы, как описано в *Таблица 1.4*. Функции группы 1 имеют более высокий приоритет, чем функции группы 2.

Группа 1	Сброс, останов выбегом, сброс и останов выбегом, быстрый останов, торможение постоянным током, останов и [Off] (Выкл.).
Группа 2	Пуск, импульсный пуск, реверс, реверс и пуск, фиксация частоты и фиксация выходной частоты.

Таблица 1.4 Команды управления

Двигатель

f_{JOG}
Частота двигателя в случае активизации функции фиксации частоты (через цифровые клеммы).

f_M
Частота двигателя.

f_{MAX}
Максимальная частота двигателя.

f_{MIN}
Минимальная частота двигателя.

$f_{M,N}$
Номинальная частота двигателя (данные с паспортной таблички).

I_M
Ток двигателя.

$I_{M,N}$
Номинальный ток двигателя (данные с паспортной таблички).

$n_{M,N}$
Номинальная скорость двигателя (данные с паспортной таблички).

$P_{M,N}$
Номинальная мощность двигателя (данные с паспортной таблички).

U_M
Мгновенное напряжение двигателя.

$U_{M,N}$
Номинальное напряжение двигателя (данные с паспортной таблички).

Момент срыва

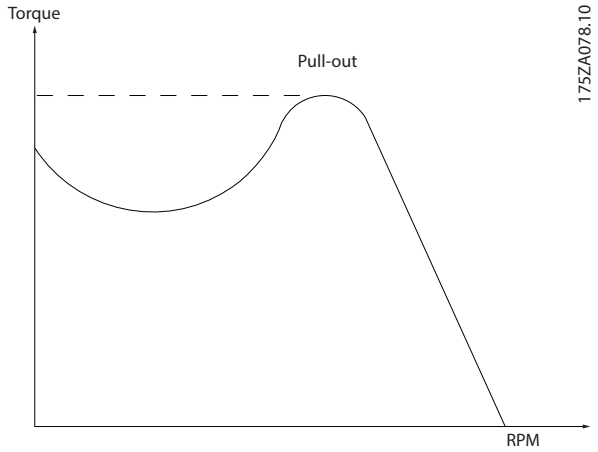


Рисунок 1.1 Момент срыва

η_{VLT}
КПД преобразователя частоты определяется отношением выходной мощности к входной.

Команда запрещения пуска

Команда останова, которая относится к группе команд управления 1, см. *Таблица 1.4*.

Команда останова

См. *Таблица 1.4*.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Аналоговое задание
Сигнал, подаваемый на аналоговые входы 53 или 54. Он может быть в форме напряжения или тока.

- Токовый вход: 0–20 мА и 4–20 мА
- Вход напряжения: 0–10 В пост. тока

Задание по шине
Сигнал, передаваемый на порт последовательной связи (порт преобразователя частоты).

Предустановленное задание
Предварительно установленное задание, значение которого может находиться в диапазоне от -100 до +100 % от диапазона задания. Предусмотрен выбор восьми предустановленных заданий через цифровые входы.

Ref_{MAX}
Определяет зависимость между входным заданием при 100 % от значения полной шкалы (обычно 10 В, 20 мА) и результирующим заданием. Максимальное значение задания устанавливается в *параметр 3-03 Maximum Reference (Максимальное задание)*.

Ref_{MIN}
Определяет зависимость между входным заданием при значении 0 % (обычно 0 В, 0 мА, 4 мА) и результирующим заданием. Минимальное значение задания устанавливается в *параметр 3-02 Minimum Reference (Мин. задание)*.

Аналоговые входы
Аналоговые входы используются для управления различными функциями преобразователя частоты. Предусмотрено два вида аналоговых входов:

- Токовый вход: 0–20 мА и 4–20 мА
- Вход напряжения: 0–10 В пост. тока

Аналоговые выходы
Аналоговые выходы могут выдавать сигнал 0–20 мА, 4–20 мА или цифровой сигнал.

Автоадаптация двигателя (ААД)
Алгоритм ААД определяет электрические параметры подключенного двигателя, находящегося в остановленном состоянии, и компенсирует сопротивление в зависимости от длины кабеля двигателя.

Цифровые входы
Цифровые входы могут использоваться для управления различными функциями преобразователя частоты.

Цифровые выходы
Преобразователь частоты имеет 2 полупроводниковых выхода, способных выдавать сигналы 24 В пост. тока (макс. 40 мА).

Выходы реле
Преобразователь частоты имеет два программируемых релейных выхода.

ЭТР
Электронное тепловое реле вычисляет тепловую нагрузку исходя из текущей нагрузки и времени. Это необходимо для оценки температуры двигателя и предотвращения перегрева двигателя.

Инициализация
Если выполняется инициализация (*параметр 14-22 Operation Mode (Режим работы)*), программируемые параметры преобразователя частоты возвращаются к установкам по умолчанию. *Параметр 14-22 Operation Mode (Режим работы)* не сбрасывает параметры связи, журнал неисправностей и журнал пожарного режима.

Прерывистый рабочий цикл
Под прерывистым рабочим циклом понимают последовательность рабочих циклов. Каждый цикл состоит из периода работы под нагрузкой и периода работы вхолостую. Работа может иметь либо периодический, либо непериодический характер.

LCP
Панель местного управления (LCP) предоставляет полный интерфейс для управления преобразователем частоты и его программирования. Панель управления снимается на блоках IP20 и несъемная на блоках IP54. LCP устанавливается с использованием дополнительного монтажного комплекта на расстоянии до 3 метров (9,8 фута) от преобразователя частоты, то есть на передней панели корпуса.

Младший бит
Младший значащий бит.

MCM, mcm
Сокращение для mille circular mil (млн круглых мил), американской единицы для измерения сечения проводов. 1 MCM = 0,5067 мм^2.

Старший бит
Старший значащий бит.

Оперативные/автономные параметры
Оперативные параметры вступают в действие сразу же после изменения их значений. Для активизации автономных параметров нажмите [OK].

ПИ-регулятор
ПИ-регулятор поддерживает необходимую скорость, давление, температуру и т. д. путем регулирования выходной частоты так, чтобы она соответствовала изменяющейся нагрузке.

RCD
Датчик остаточного тока.

Набор параметров
Значения параметров можно сохранять в двух наборах. Возможен переход между двумя наборами параметров и редактирование одного набора параметров во время действия другого набора параметров.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

1

Компенсация скольжения
Преобразователь частоты компенсирует скольжение двигателя путем повышения частоты в соответствии с измеряемой нагрузкой двигателя, обеспечивая почти полное постоянство скорости вращения двигателя.

Интеллектуальное логическое управление (SLC)
Интеллектуальное логическое управление - это последовательность заданных пользователем действий, которые выполняются в случае, если SLC признает соответствующие, определенные пользователем события истинными.

Термистор
Терморезистор, устанавливаемый там, где требуется контроль температуры (в преобразователе частоты или в двигателе).

Отключение
Состояние, вводимое в аварийной ситуации, например, в случае перегрева преобразователя частоты или когда преобразователь частоты защищает двигатель, технологический процесс или механизм. Перезапуск не допускается до тех пор, пока причина неисправности не будет устранена и состояние отключения не будет отменено выполнением функции сброса или, в некоторых случаях, посредством запрограммированного автоматического сброса. Не используйте отключение для обеспечения безопасности персонала.

Отключение с блокировкой
Состояние, вводимое в аварийной ситуации, когда преобразователь частоты осуществляет защиту собственных устройств и требует физического вмешательства, например, при возникновении короткого замыкания на его выходе. Отключение с блокировкой может быть отменено выключением сети питания, устранением причины неисправности и новым подключением преобразователя частоты. Перезапуск не допускается до тех пор, пока состояние отключения не будет отменено выполнением функции сброса или, иногда, посредством запрограммированного автоматического сброса. Не используйте отключение с блокировкой для обеспечения безопасности персонала.

Характеристики переменного крутящего момента:
Характеристики переменного крутящего момента (VT, variable torque), используемые для управления насосами и вентиляторами.

VVC+
В сравнении с обычным регулированием соотношения «напряжение/частота» векторное управление напряжением (VVC+) обеспечивает улучшение динамики и устойчивости как при изменении задания скорости, так и при изменениях момента нагрузки.

1.7 Коэффициент мощности

Коэффициент мощности показывает, в какой мере преобразователь частоты нагружает питающую сеть. Коэффициент мощности - это отношение между I_1 и $I_{эфф.}$, где I_1 - основной ток, а $I_{эфф.}$ - суммарный среднеквадратичный ток вместе с гармоническими токами. Чем ниже коэффициент мощности, тем больше $I_{эфф.}$ при одной и той же мощности преобразователя (кВт).

$$\text{Коэффициент мощности} = \frac{\sqrt{3} \times U \times I_1 \times \cos\phi}{\sqrt{3} \times U \times I_{эфф.}}$$

Коэффициент мощности для 3-фазного устройства управления:

$$Коэффициент\ мощности = \frac{I_1 \times cos\phi 1}{I_{эфф.}} = \frac{I_1}{I_{эфф.}}\ поскольку\ cos\phi 1 = 1$$

$$I_{эфф.} = \sqrt{I_1^2 + I_5^2 + I_7^2 + \ . \ . \ + I_n^2}$$

Высокий коэффициент мощности показывает, что токи различных гармоник малы.
Дроссели постоянного тока, встроенные в преобразователь частоты, повышают коэффициент мощности, доводя тем самым до минимума нагрузку на питающую сеть.

1.8 Соответствие нормам и стандартам

Преобразователи частоты разрабатываются в соответствии с требованиями описанных в этом разделе директив.

1.8.1 Маркировка CE

Маркировка CE (Communauté Européenne) указывает, что производитель продукта выполнил все применимые директивы ЕС. Директивы ЕС, применимые к конструкции и изготовлению преобразователей частоты, перечислены в *Таблица 1.5*.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Маркировка CE не определяет качество изделия. По маркировке CE нельзя определить технические характеристики.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Преобразователи частоты с интегрированными защитными функциями должны отвечать требованиям директивы о машинном оборудовании.

Директива ЕС	Версия
Директива по низковольтному оборудованию	2014/35/EU
Директива по электромагнитной совместимости	2014/30/EU
Директива ErP	

Таблица 1.5 Директивы ЕС, применимые к преобразователям частоты

Декларации соответствия доступны по запросу.

1.8.1.1 Директива по низковольтному оборудованию

Директива относится ко всему электрическому оборудованию, в котором используются напряжения в диапазонах 50–1000 В перем. тока или 75–1600 В пост. тока.

Цель директивы - обеспечить безопасность людей и исключить повреждение имущества при условии правильных установки и обслуживания работающего электрооборудования согласно его целевому предназначению.

1.8.1.2 Директива по электромагнитной совместимости

Цель директивы по ЭМС (электромагнитной совместимости) - уменьшить электромагнитные помехи и улучшить устойчивость электрооборудования и установок к таким помехам. Базовое требование по защите из директивы по электромагнитной совместимости 2014/30/EU состоит в том, что устройства, которые создают электромагнитные помехи (ЭМП) или на работу которых могут влиять ЭМП, должны конструироваться таким образом, чтобы ограничить создаваемые электромагнитные помехи, а также должны иметь приемлемый уровень устойчивости к ЭМП при условии правильной установки, обслуживания и использования по назначению.

На устройствах, используемых по отдельности или в составе системы, должна быть маркировка CE. Системы не обязательно должны иметь маркировку CE, однако должны соответствовать основным требованиям по защите, изложенным в директиве по ЭМС.

1.8.1.3 Директива ErP

Директива ErP - это европейская директива по экологичному дизайну для связанных с энергетикой изделий. Директива задает требования экологичного дизайна для связанных с энергетикой изделий, включая преобразователи частоты. Директива направлена на повышение энергоэффективности и степени защиты окружающей среды при одновременном увеличении безопасности энергоснабжения. Влияние на окружающую среду связанных с энергией изделий включает потребление энергии в течение всего жизненного цикла изделия.

1.8.2 Соответствие техническим условиям UL

Сертификация UL-listed

Рисунок 1.2 UL

УВЕДОМЛЕНИЕ

Преобразователи частоты с классом защиты IP54 не имеют сертификации UL.

Преобразователь частоты удовлетворяет требованиям UL 508C, касающимся тепловой памяти. Подробнее см. раздел *Тепловая защита двигателя* в *руководстве по проектированию* соответствующего продукта.

1.8.3 Символ соответствия нормативным требованиям RCM Mark

Рисунок 1.3 Знак RCM

Знак RCM (Regulatory Compliance Mark) обозначает соответствие требованиям действующих технических стандартов по электромагнитной совместимости (ЭМС). Наличие знака RCM Mark является обязательным условием для поставки электрических и электронных устройств на рынки Австралии и Новой Зеландии. Нормативы RCM Mark относятся только к кондуктивным и излучаемым помехам. Для преобразователей частоты применимы предельные значения излучений, указанные в EN/IEC 61800-3. По запросу может быть предоставлена декларация соответствия.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

1.8.4 EAC

Рисунок 1.4 Знак EAC

Знак EAC (EurAsian Conformity, Евразийское соответствие) указывает на то, что продукт соответствует всем требованиям и техническим нормам, применимым к продукту в рамках Таможенного союза ЕврАзЭС (в который входят государства-члены ЕврАзЭС).

Логотип EAC должен наноситься как на шильдик продукта, так и на упаковку. Все продукты, используемые в зоне EAC, должны быть куплены у компании Danfoss внутри зоны действия EAC.

1.8.5 UkrSEPRO

089

Рисунок 1.5 UkrSEPRO

Сертификат UKrSEPRO обеспечивает качество и безопасность продуктов и услуг, а также к стабильность производства в соответствии с украинскими нормами и стандартами. Сертификат UkrSepro является обязательным документом для таможенной очистки любых продуктов, поступающих на территорию Украины и выпускаемых за ее пределы.

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

2 Техника безопасности

2.1 Квалифицированный персонал

Правильная и надежная транспортировка, хранение, монтаж, эксплуатация и обслуживание необходимы для беспроблемной и безопасной работы преобразователя частоты. Монтаж и эксплуатация этого оборудования должны выполняться только квалифицированным персоналом.

Квалифицированный персонал определяется как обученный персонал, уполномоченный проводить монтаж, ввод в эксплуатацию и техническое обслуживание оборудования, систем и цепей в соответствии с применимыми законами и правилами. Кроме того, персонал должен хорошо знать инструкции и правила безопасности, описанные в этом руководстве.

2.2 Меры предосторожности

⚠ВНИМАНИЕ!

ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ!

Преобразователи частоты, подключенные к сети переменного тока, источнику постоянного тока или цепи разделения нагрузки, находятся под высоким напряжением. Установка, пусконаладка и техобслуживание должны выполняться квалифицированным персоналом; несоблюдение этого требования может привести к летальному исходу или получению серьезных травм.

- **Установка, пусконаладка и техническое обслуживание должны выполняться только квалифицированным персоналом.**
- **Перед выполнением любых работ по обслуживанию или ремонту удостоверьтесь с помощью устройства для измерения напряжения, что на преобразователе частоты отсутствует напряжение.**

⚠ВНИМАНИЕ!

НЕПРЕДНАМЕРЕННЫЙ ПУСК

Если преобразователь частоты подключен к сети питания переменного тока, источнику постоянного тока или цепи разделения нагрузки, двигатель может включиться в любой момент. Случайный пуск во время программирования, техобслуживания или ремонтных работ может привести к летальному исходу, получению серьезных травм или порче имущества. Двигатель может запуститься внешним переключателем, командой по шине последовательной связи, входным сигналом задания с LCP или LOP, в результате дистанционной работы Средство конфигурирования MCT 10 либо после устранения неисправности.

Чтобы предотвратить случайный пуск двигателя:

- **Перед программированием параметров обязательно нажмите на LCP кнопку [Off/Reset] (Выкл./сброс).**
- **Отключите привод от сети питания.**
- **Прежде чем подключать преобразователь частоты к сети переменного тока, источнику постоянного тока или цепи разделения нагрузки, следует полностью завершить подключение проводки и монтаж компонентов преобразователя частоты, двигателя и любого ведомого оборудования.**

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

2

⚠ВНИМАНИЕ!

ВРЕМЯ РАЗРЯДКИ

В преобразователе частоты установлены конденсаторы постоянного тока, которые остаются заряженными даже после отключения сетевого питания. Высокое напряжение может присутствовать даже в том случае, если светодиоды предупреждений погасли. Несоблюдение указанного периода ожидания после отключения питания перед началом обслуживания или ремонта может привести к летальному исходу или серьезным травмам.

- **Остановите двигатель.**
- **Отключите сеть переменного тока и дистанционно расположенные источники питания сети постоянного тока, в том числе резервные аккумуляторы, ИБП и подключения к сети постоянного тока других преобразователей частоты.**
- **Отсоедините или заблокируйте двигатель с постоянными магнитами.**
- **Дождитесь полной разрядки конденсаторов. Минимальное время ожидания указано в *Таблица 2.1*.**
- **Перед выполнением любых работ по обслуживанию или ремонту удостоверьтесь с помощью устройства для измерения напряжения, что конденсаторы полностью разряжены.**

Напряжение [В]	Диапазон мощности [кВт (л. с.)]	Минимальное время ожидания (в минутах)
3 x 200	0,25–3,7 (0,33–5)	4
3 x 200	5,5–11 (7–15)	15
3 x 400	0,37–7,5 (0,5–10)	4
3 x 400	11–90 (15–125)	15
3 x 600	2,2–7,5 (3–10)	4
3 x 600	11–90 (15–125)	15

Таблица 2.1 Время разрядки

⚠ВНИМАНИЕ!

ОПАСНОСТЬ ТОКА УТЕЧКИ

Токи утечки превышают 3,5 мА. Неправильное заземление преобразователя частоты может привести к летальному исходу или серьезным травмам.

- **Правильное заземление оборудования должно быть устроено сертифицированным специалистом-электромонтажником.**

⚠ВНИМАНИЕ!

ОПАСНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Прикосновение к вращающимся валам и электрическому оборудованию может привести к летальному исходу или серьезным травмам.

- **Обеспечьте, чтобы монтаж, пусконаладка и техническое обслуживание выполнялись только обученным и квалифицированным персоналом.**
- **Убедитесь, что электромонтажные работы выполняются в соответствии с государственными и местными электротехническими нормами.**
- **Соблюдайте процедуры, описанные в настоящем руководстве.**

⚠ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

ОПАСНОСТЬ В СЛУЧАЕ ВНУТРЕННЕГО ОТКАЗА

Если преобразователь частоты не закрыт должным образом, внутренняя неисправность в преобразователе частоты может привести к серьезным травмам.

- **Перед включением в сеть убедитесь, что все защитные крышки установлены на свои места и надежно закреплены.**

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

3 Обзор изделия

3.1 Преимущества

3.1.1 Использование преобразователя частоты для управления вентиляторами и насосами

Преимуществом преобразователя частоты является то, что центробежные вентиляторы и насосы регулируются с учетом законов пропорциональности для таких вентиляторов и насосов. Для получения более подробной информации см. *глава 3.1.3 Пример энергосбережения*.

3.1.2 Явное преимущество - энергосбережение

Явное преимущество использования преобразователя частоты для управления скоростью вентиляторов или насосов заключается в достигаемом сбережении электроэнергии.
По сравнению с другими системами и технологиями управления, преобразователь частоты является энергетически оптимальной системой управления вентиляторами и насосами.

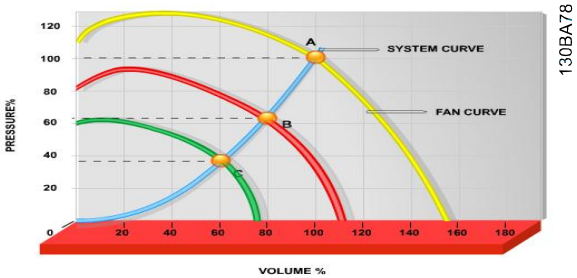


Рисунок 3.1 Кривые вентиляторов (A, B и C) в случае их уменьшенной производительности

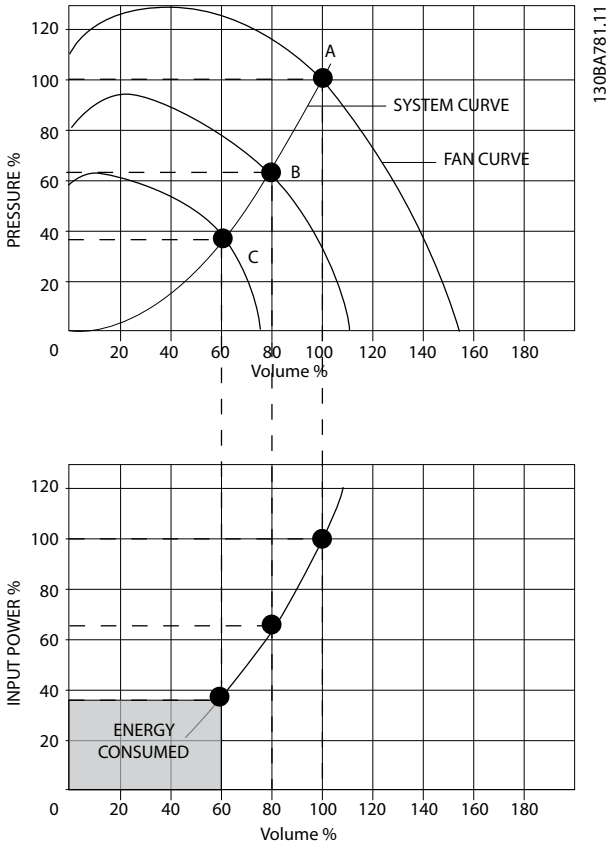


Рисунок 3.2 Экономия энергии благодаря применению решений с преобразователями частоты

Если использовать преобразователи частоты для снижения мощности вентиляторов до 60 %, в типовых условиях применения можно сэкономить до 50 % электроэнергии.

3.1.3 Пример энергосбережения

Как показано на *Рисунок 3.3*, управление расходом осуществляется с помощью изменения количества оборотов в минуту. При уменьшении скорости только на 20 % относительно номинальной скорости расход уменьшается также на 20 %. Это происходит потому, что расход прямо пропорционален числу оборотов. В то же время, потребление электроэнергии снижается на 50 %. Если рассматриваемая система предназначена для обеспечения 100-процентного расхода лишь в течение нескольких дней в году, а в остальное время расход составляет менее 80 %, количество сэкономленной электроэнергии даже превышает 50 %.

На *Рисунок 3.3* показана зависимость расхода, давления и энергопотребления от числа оборотов.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

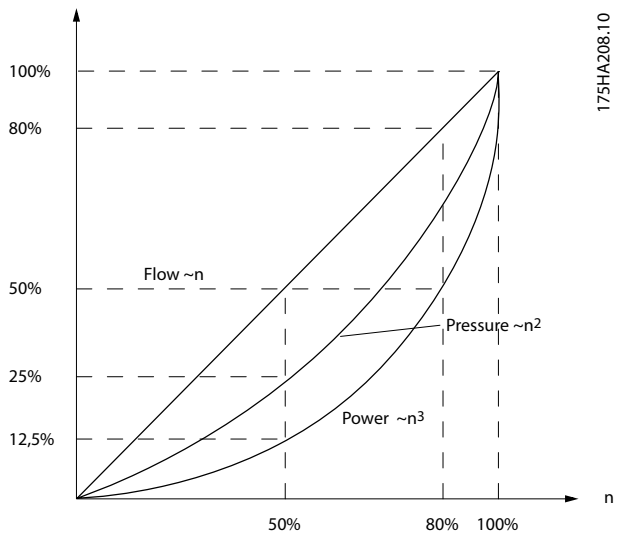


Рисунок 3.3 Законы пропорционального управления

$$Расход: \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$Давление: \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

$$Мощность: \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

Q = расход	P = мощность
Q_1 = номинальный расход	P_1 = номинальная мощность
Q_2 = пониженный расход	P_2 = пониженная мощность
H = давление	n = регулирование скорости
H_1 = номинальное давление	n_1 = номинальная скорость вращения
H_2 = пониженное давление	n_2 = пониженная скорость вращения

Таблица 3.1 Законы пропорционального управления

3.1.4 Сравнение вариантов энергосбережения

Решение с использованием преобразователя частоты Danfoss обеспечивает существенное энергосбережение в сравнении с традиционными решениями по энергосбережению, такими как выпускные заслонки или входные направляющие устройства (IGV). Это связано с тем, что преобразователь частоты способен управлять скоростью вентилятора в зависимости от тепловой нагрузки на систему, а также с тем, что преобразователь частоты оборудован встроенным устройством, позволяющим преобразователю функционировать в качестве системы управления зданием (BMS).

На *Рисунок 3.3* показаны типичные показатели энергосбережения, которых можно достичь с помощью 3 широко известных решений, когда нагрузка на вентилятор уменьшается до 60 %.
Как показано на графике, в типичных условиях применения можно достичь более 50 % энергосбережения.

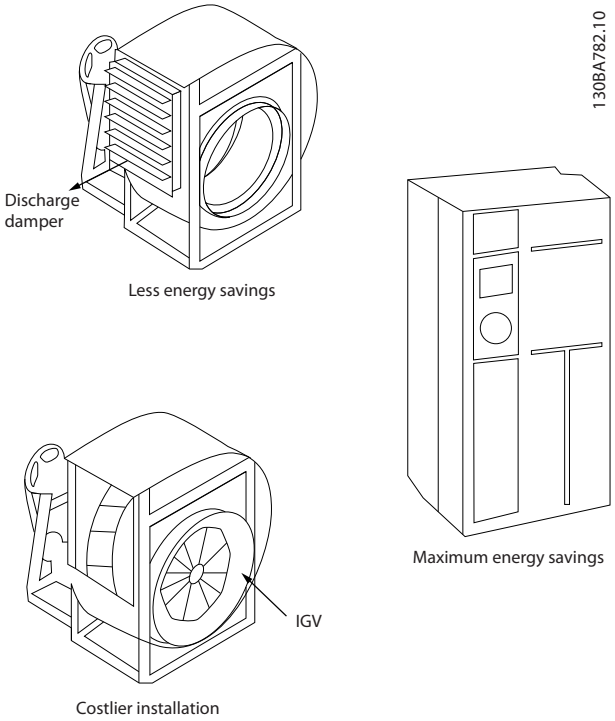


Рисунок 3.4 Три широко известных системы энергосбережения

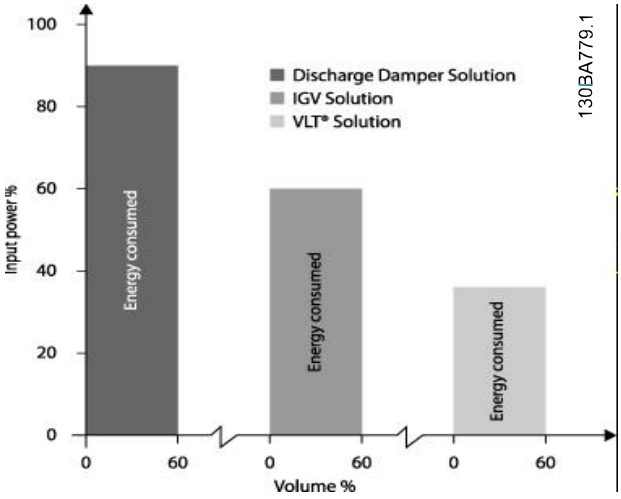


Рисунок 3.5 Энергосбережение

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Выпускные заслонки уменьшают потребление электроэнергии. Входные лопатки обеспечивают сокращение потребления электроэнергии на 40 %, но их установка стоит дорого. Решение с использованием преобразователя частоты от компании Danfoss позволяет сократить потребление электроэнергии более чем на 50 % и сэкономить на установке. Кроме того, это решение уменьшает шум, механические напряжения, износ и продлевает срок службы всей системы.

3.1.5 Пример расхода, изменяющегося в течение 1 года

Этот пример рассчитан на основании характеристик насоса, полученных из листа его технических данных. Полученные кривые показывают, что при данном распределении расхода годовая экономия превышает 50 %. Срок окупаемости зависит от стоимости одного киловатт-часа и стоимости преобразователя частоты. В этом примере срок окупаемости составляет менее года, если сравнивать с вариантом, использующим клапаны и постоянную скорость.

Энергосбережение

$P_{вал}$ = выходная мощность на валу

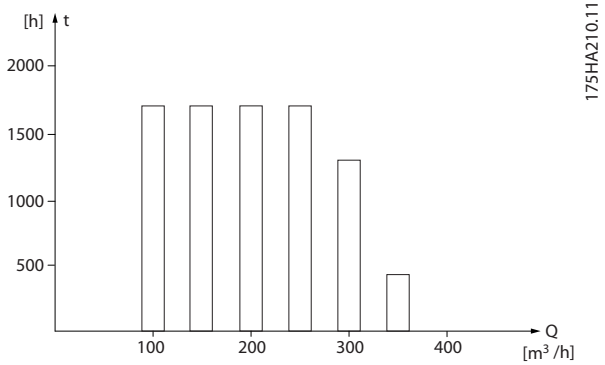


Рисунок 3.6 Распределение расхода в течение 1 года

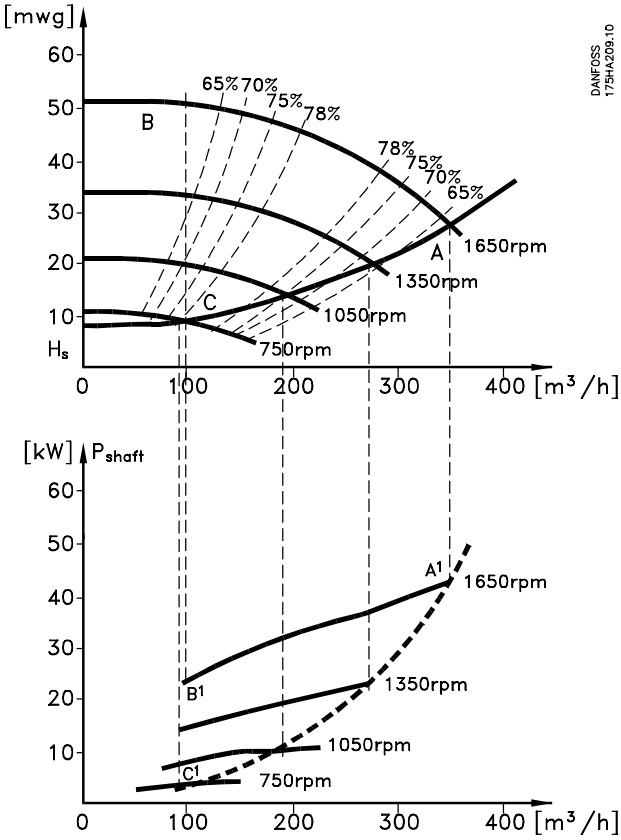


Рисунок 3.7 Энергия

м³/час	Распределение		Регулирование с помощью клапана		Регулирование с помощью преобразователя частоты	
	%	Часы	Мощность	Потреб-ление	Мощность	Потреб-ление
			A_1–B_1	кВт·ч	A_1–C_1	кВт·ч
350	5	438	42,5	18,615	42,5	18,615
300	15	1314	38,5	50,589	29,0	38,106
250	20	1752	35,0	61,320	18,5	32,412
200	20	1752	31,5	55,188	11,5	20,148
150	20	1752	28,0	49,056	6,5	11,388
100	20	1752	23,0	40,296	3,5	6,132
Σ	100	8760	–	275,064	–	26,801

Таблица 3.2 Результат

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

3

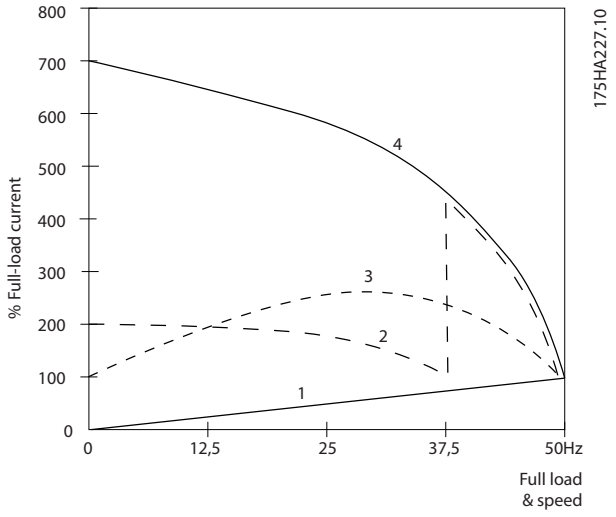
3.1.6 Более высокое качество управления

Если для регулирования расхода или давления в системе используется преобразователь частоты, достигается более высокое качество управления. Преобразователь частоты может изменять скорость вращения вентилятора или насоса, обеспечивая плавное регулирование расхода и давления.
Кроме того, преобразователь частоты способен быстро адаптировать скорость вращения вентилятора или насоса к новым значениям расхода или давления в системе.
Использование встроенного ПИ-регулятора позволяет упростить управление процессом (расход, уровень или давление).

3.1.7 Пускатель типа «звезда/треугольник» или устройство плавного пуска не требуется

Для пуска мощных двигателей во многих странах используются устройства ограничения пускового тока. В более традиционных системах используется пускатель с переключением обмоток двигателя со звезды на треугольник или устройство плавного пуска. При использовании преобразователя частоты такие пускатели не требуются.

Как показано на рисунке *Рисунок 3.8*, преобразователь частоты не потребляет ток, превышающий номинальный.



1	VLT® HVAC Basic Drive FC 101
2	Пускатель типа «звезда/треугольник»
3	Устройство плавного пуска
4	Пуск непосредственно от сети

Рисунок 3.8 Пусковой ток

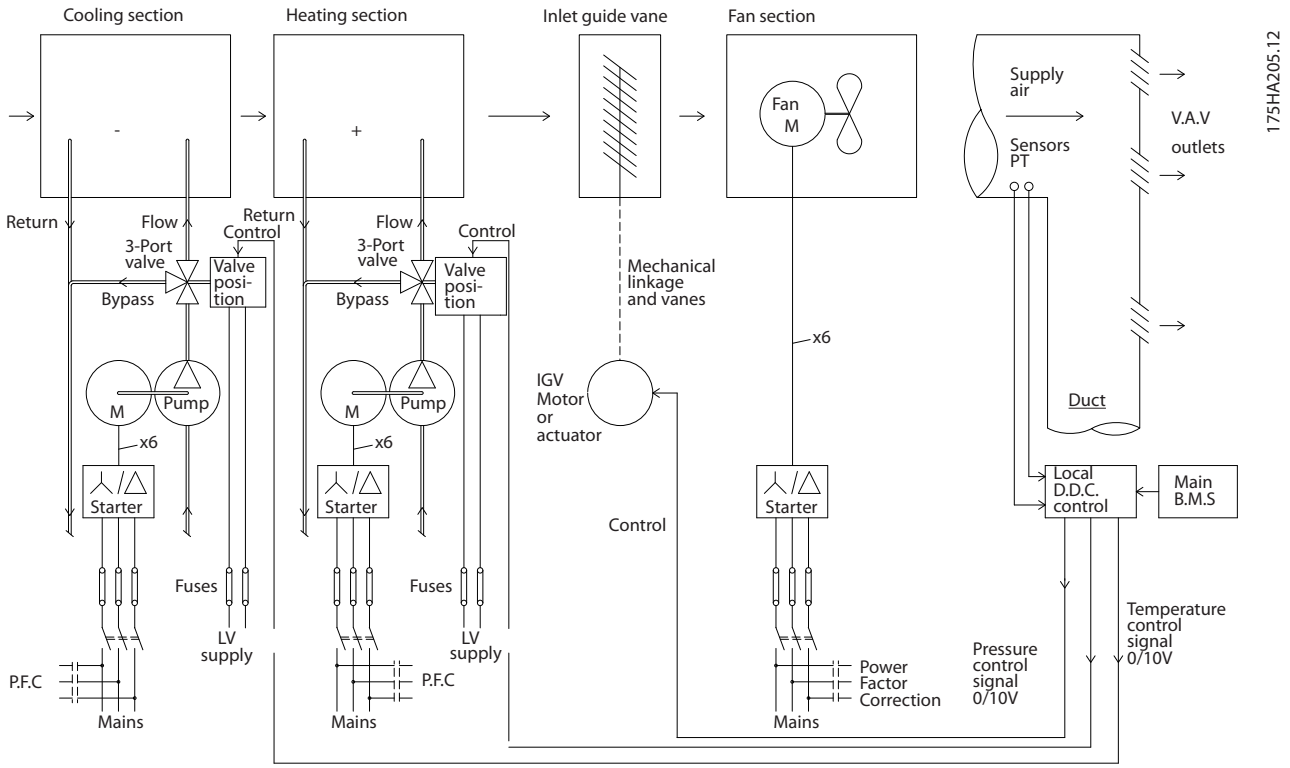
3.1.8 Использование преобразователя частоты позволяет экономить деньги

Как показывает пример в *глава 3.1.9 Без преобразователя частоты*, при использовании преобразователя частоты оказывается ненужным другое оборудование. Можно рассчитать стоимость монтажа двух разных систем. Согласно примеру, обе системы имеют приблизительно одинаковую стоимость.

Используйте программное обеспечение VLT® Energy Box, описанное в *глава 1.5 Дополнительные ресурсы*, для расчета экономии средств, достигаемой с помощью преобразователя частоты.

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

3.1.9 Без преобразователя частоты



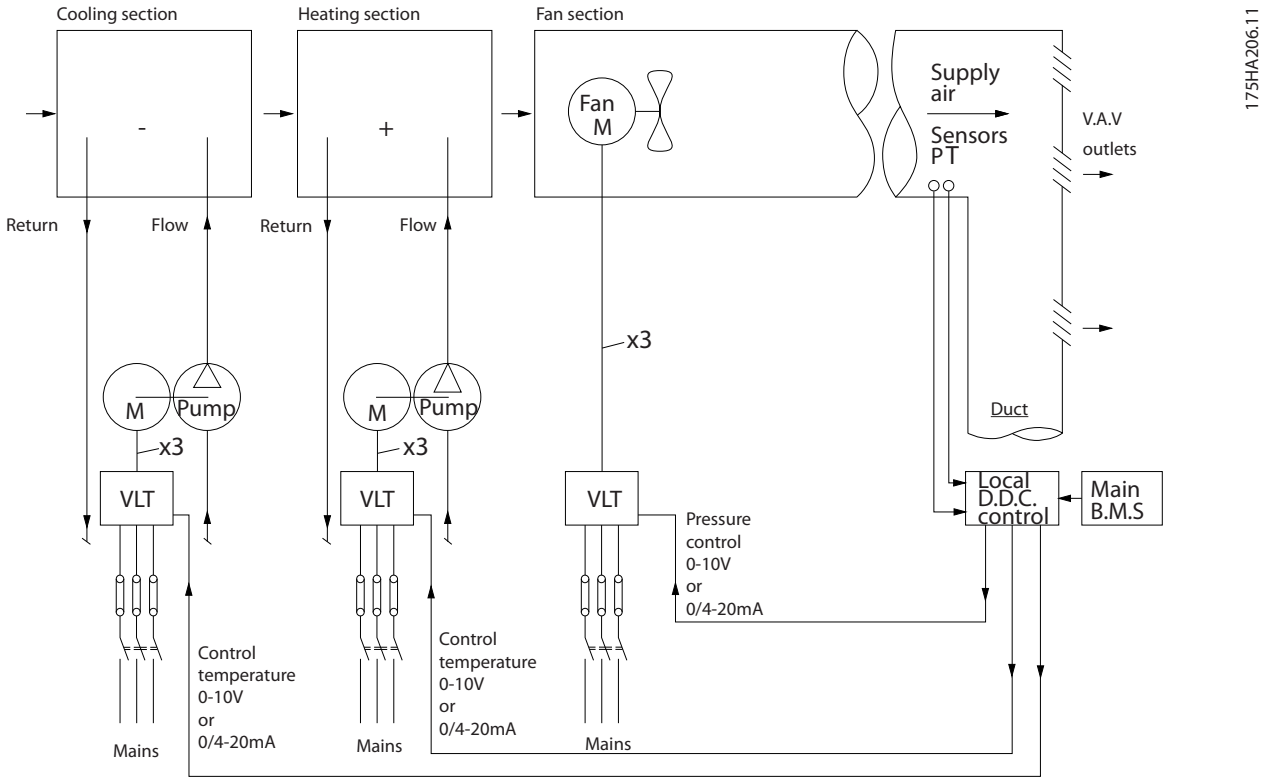
D.D.C.	Прямое цифровое управление
E.M.S.	Система управления потреблением энергии
V.A.V.	Переменный объем воздуха
Датчик P	Давление
Датчик T	Температура

Рисунок 3.9 Традиционная система вентиляции

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

3

3.1.10 С преобразователем частоты



D.D.C.	Прямое цифровое управление
E.M.S.	Система управления потреблением энергии
V.A.V.	Переменный объем воздуха
Датчик P	Давление
Датчик T	Температура

Рисунок 3.10 Система вентиляторов, управляемая преобразователями частоты

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

3.1.11 Примеры применения

В следующих разделах показаны типичные примеры применения в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (HVAC).

3.1.12 Переменный объем воздуха

Системы с переменным объемом воздуха (VAV) используются как для управления вентиляцией, так и для регулирования температуры в соответствии с потребностями здания. Централизованные системы VAV считаются наиболее энергоэффективными системами кондиционирования воздуха зданий. Применение централизованных систем вместо распределенных может обеспечить более высокую эффективность.
Эффективность достигается за счет использования более мощных вентиляторов и охладителей, которые имеют более высокий КПД, чем маломощные электродвигатели и распределенные охладители с воздушным охлаждением. Снижение требований к техническому обслуживанию также способствует экономии.

3.1.13 Решение с использованием VLT®

Хотя заслонки и входные направляющие устройства (IGV) поддерживают постоянное давление в системе воздуховодов, применение преобразователя частоты экономит гораздо больше энергии и упрощает всю установку. Вместо того чтобы создавать искусственное падение давления или снижать КПД вентилятора для обеспечения необходимого расхода и давления в системе, преобразователь частоты уменьшает скорость вращения вентилятора. Центробежные устройства, какими являются вентиляторы, действуют по законам центробежных сил. Это означает, что при снижении скорости вращения вентиляторы уменьшают создаваемые ими давление и расход воздуха. Это существенно уменьшает энергопотребление.
Чтобы исключить необходимость использования дополнительных регуляторов, можно использовать ПИ-регулятор преобразователя частоты VLT® HVAC Basic Drive FC 101.

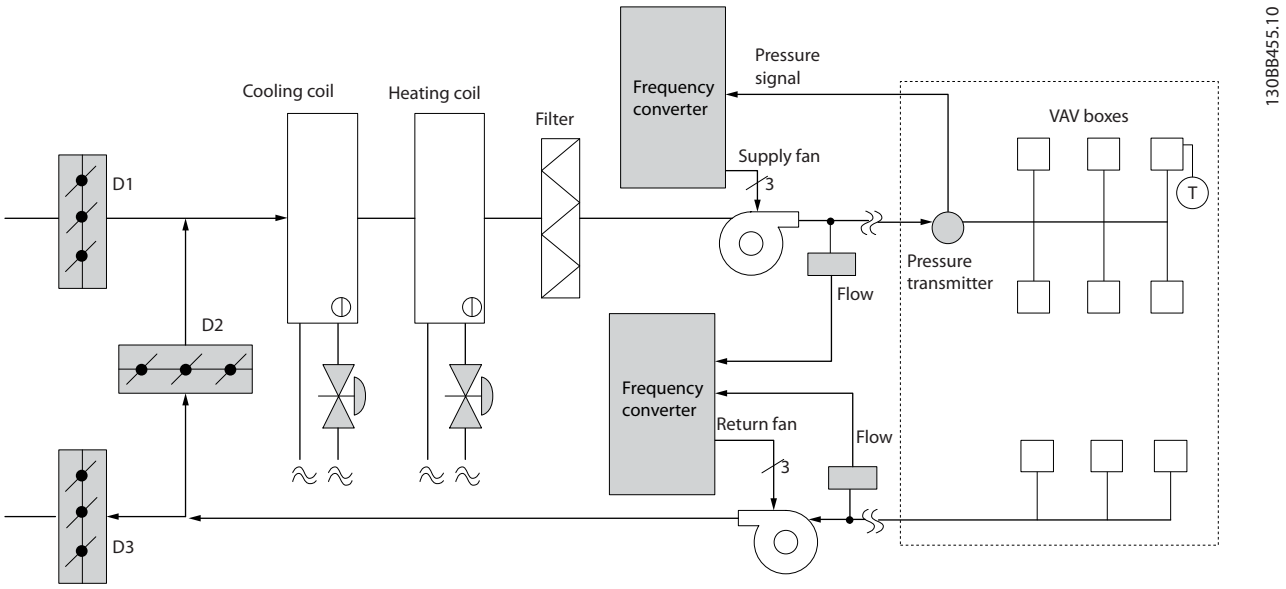


Рисунок 3.11 Переменный объем воздуха

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

3.1.14 Постоянный объем воздуха

Системы с постоянным объемом воздуха (CAV) - это централизованные системы вентиляции, используемые обычно для подачи в большие общие зоны минимального количества свежего кондиционированного воздуха. Они предшествовали системам VAV и поэтому также используются в старых многозонных торговых зданиях. Эти системы подогревают определенные количества свежего воздуха с помощью устройств обработки воздуха (AHU), имеющих нагревательный змеевик; они также часто используются для кондиционирования воздуха зданий и имеют охлаждающий змеевик. Чтобы обеспечить выполнение требований по обогреву и охлаждению в отдельных зонах, часто дополнительно используются вентиляторные доводчики.

3.1.15 Решение с использованием VLT®

При установке преобразователя частоты можно получить значительную экономию энергии путем обеспечения надлежащего регулирования параметров воздуха в здании. Для подачи сигналов обратной связи в преобразователи частоты могут использоваться датчики температуры и датчики CO_2. Независимо от того, что контролируется - температура, качество воздуха или оба этих параметра, работой системы CAV можно управлять исходя из фактических условий в здании. С уменьшением количества людей в контролируемой зоне потребность в свежем воздухе снижается. Датчик CO_2 обнаруживает понижение уровня углекислого газа и уменьшает скорость вращения приточных вентиляторов. Вытяжной вентилятор обеспечивает поддержание статического давления на уровне уставки или постоянство разности между поступающим и уходящим потоками воздуха.

При регулировании температуры, что чаще всего применяется в системах кондиционирования воздуха, изменения температуры наружного воздуха, а также изменения количества людей в регулируемой зоне влекут за собой изменения требований к охлаждению. Когда температура падает ниже установленного значения, приточный вентилятор может уменьшить свою скорость вращения. Вытяжной вентилятор обеспечивает поддержание статического давления на уровне уставки. Благодаря уменьшению расхода воздуха уменьшается и энергия, используемая для подогрева или охлаждения свежего воздуха, также способствуя энергосбережению.
Благодаря некоторым особенностям специализированного преобразователя частоты Danfoss HVAC можно улучшить эксплуатационные характеристики системы CAV. Одной из проблем при управлении системой вентиляции является низкое качество воздуха. Можно запрограммировать минимальную частоту таким образом, чтобы сохранять минимальное количество подаваемого воздуха вне зависимости от сигнала обратной связи или сигнала задания. Преобразователь частоты также содержит ПИ-регулятор, который позволяет контролировать как температуру, так и качество воздуха. Даже если требования по температуре удовлетворяются, преобразователь частоты будет подавать достаточно воздуха для выполнения требований, определяемых датчиком качества воздуха. Регулятор способен контролировать и сравнивать два сигнала обратной связи, чтобы управлять вытяжным вентилятором путем поддержания постоянной разности потоков воздуха в приточном и вытяжном воздуховодах.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

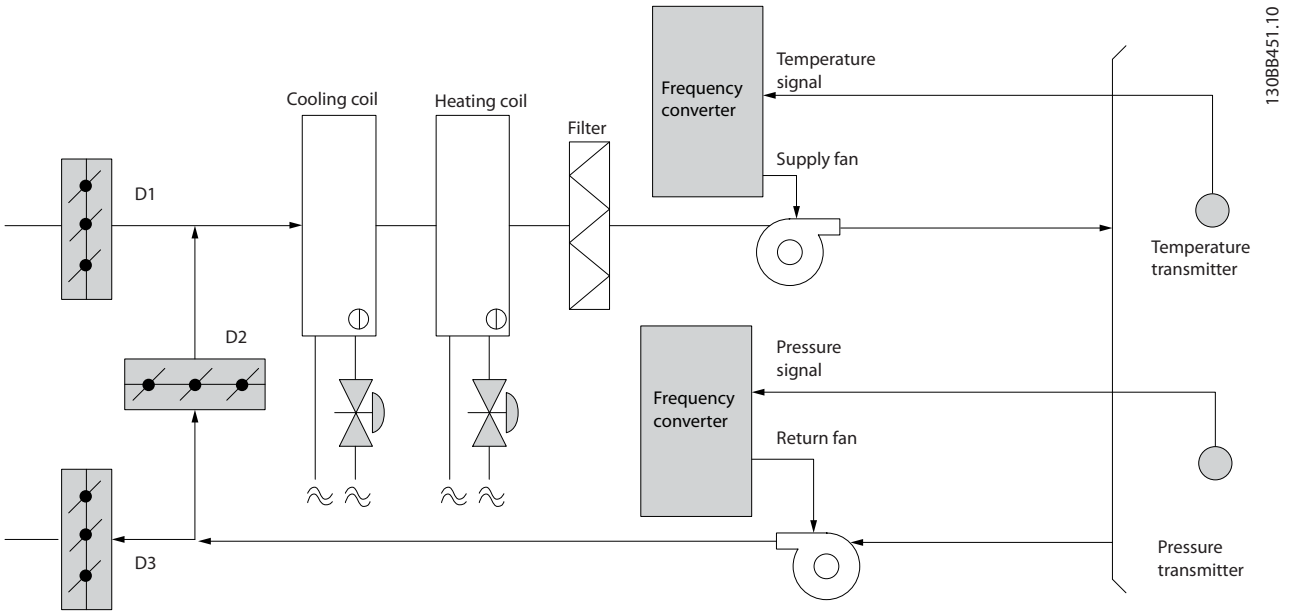


Рисунок 3.12 Постоянный объем воздуха

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

3

3.1.16 Вентилятор градирни

Для охлаждения конденсаторной воды в охлаждающих системах с водяным охлаждением используются вентиляторы градирни. Охлаждающие системы с водяным охлаждением - это наиболее эффективные средства для получения охлажденной воды. Они на 20 % эффективнее охлаждающих систем с воздушным охлаждением. В зависимости от климата, градирни часто оказываются наиболее экономичными средствами охлаждения конденсаторной воды, поступающей из охладителей.
Они охлаждают конденсаторную воду за счет испарения.
Конденсаторная вода разбрызгивается в градирне на ее наполнитель, что увеличивает площадь поверхности испарения. Вентилятор градирни продувает воздух через наполнитель и разбрызгиваемую воду, способствуя испарению. Испарение отбирает энергию из воды, понижая ее температуру. Охлажденная вода собирается в резервуаре градирни, откуда снова перекачивается в конденсаторы охлаждающих систем, и цикл повторяется.

3.1.17 Решение с использованием VLT®

С помощью преобразователя частоты можно регулировать скорость вращения вентиляторов градирни для поддержания температуры охлаждающей воды в конденсаторе. Преобразователи частоты можно также использовать для включения и выключения вентилятора по мере необходимости.

Благодаря некоторым особенностям специализированного преобразователя частоты Danfoss HVAC можно улучшить эксплуатационные характеристики систем вентиляторов в градирнях. Когда скорость вращения вентиляторов градирни падает ниже определенного значения, влияние вентиляторов на охлаждение воды резко уменьшается. Также и в случае использования с преобразователем частоты вентилятора, снабженного коробкой скоростей, может потребоваться минимальная скорость, равная 40–50 %. Поэтому даже если обратная связь или задание скорости требуют более низких скоростей, заказчик может запрограммировать минимальную частоту, ниже уровня которой опуститься нельзя.

Кроме того стандартная функция программирования преобразователя частоты может перевести вентилятор в режим ожидания или останова до того момента, когда потребуется более высокая скорость. Иногда вентиляторы градирни имеют нежелательные частоты, на которых возможна вибрация. Эти частоты легко исключить путем программирования пропускаемых диапазонов частот.

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

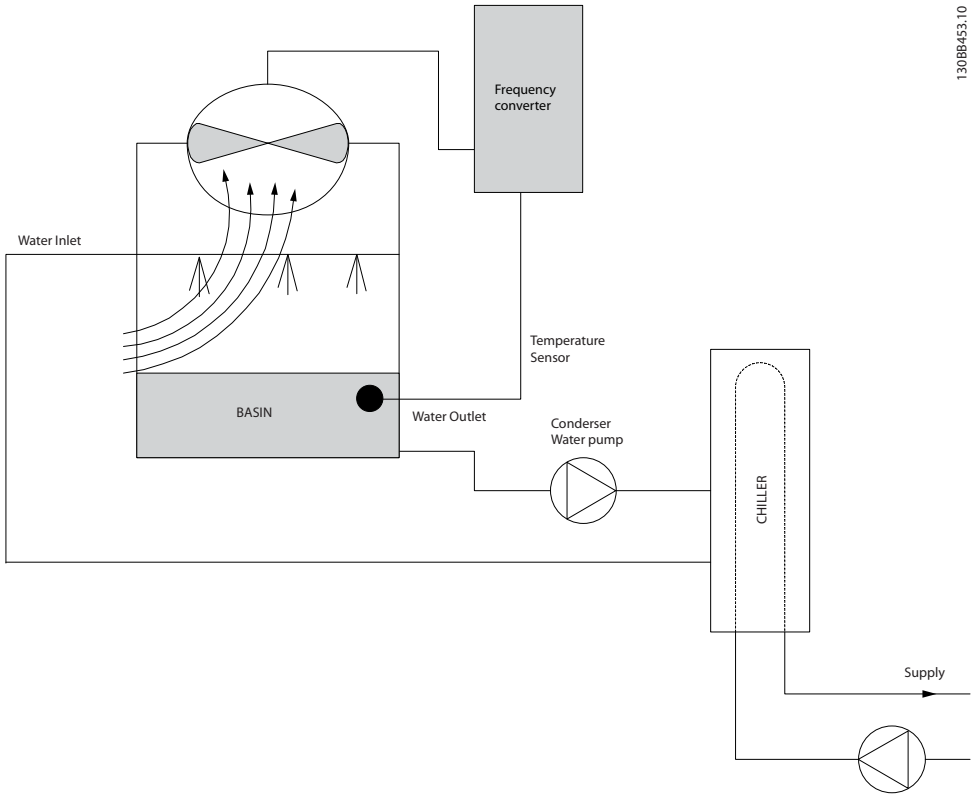


Рисунок 3.13 Вентилятор градирни

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

3

3.1.18 Насосы конденсаторов

Насосы конденсаторной воды используются главным образом для циркуляции воды через конденсаторную секцию охладителей с водяным охлаждением и связанную с ними градирню. Конденсаторная вода отбирает тепло из конденсаторной секции охладителя и выпускает его в атмосферу в градирне. Эти системы используются в качестве наиболее эффективных средств создания охлажденной воды: они на 20 % эффективнее охладителей с воздушным охлаждением.

3.1.19 Решение с использованием VLT®

Вместо выполнения балансировки насосов с помощью дроссельного клапана или подгонки крыльчатки насоса для работы с насосами конденсаторной воды можно использовать преобразователи частоты.

Использование преобразователя частоты вместо дроссельного клапана по существу экономит энергию, которая была бы поглощена клапаном. Эта экономия может достигать 15–20 % и более. Подгонка крыльчатки насоса необратима, и если условия изменяются и требуется более высокий расход, крыльчатку приходится менять.

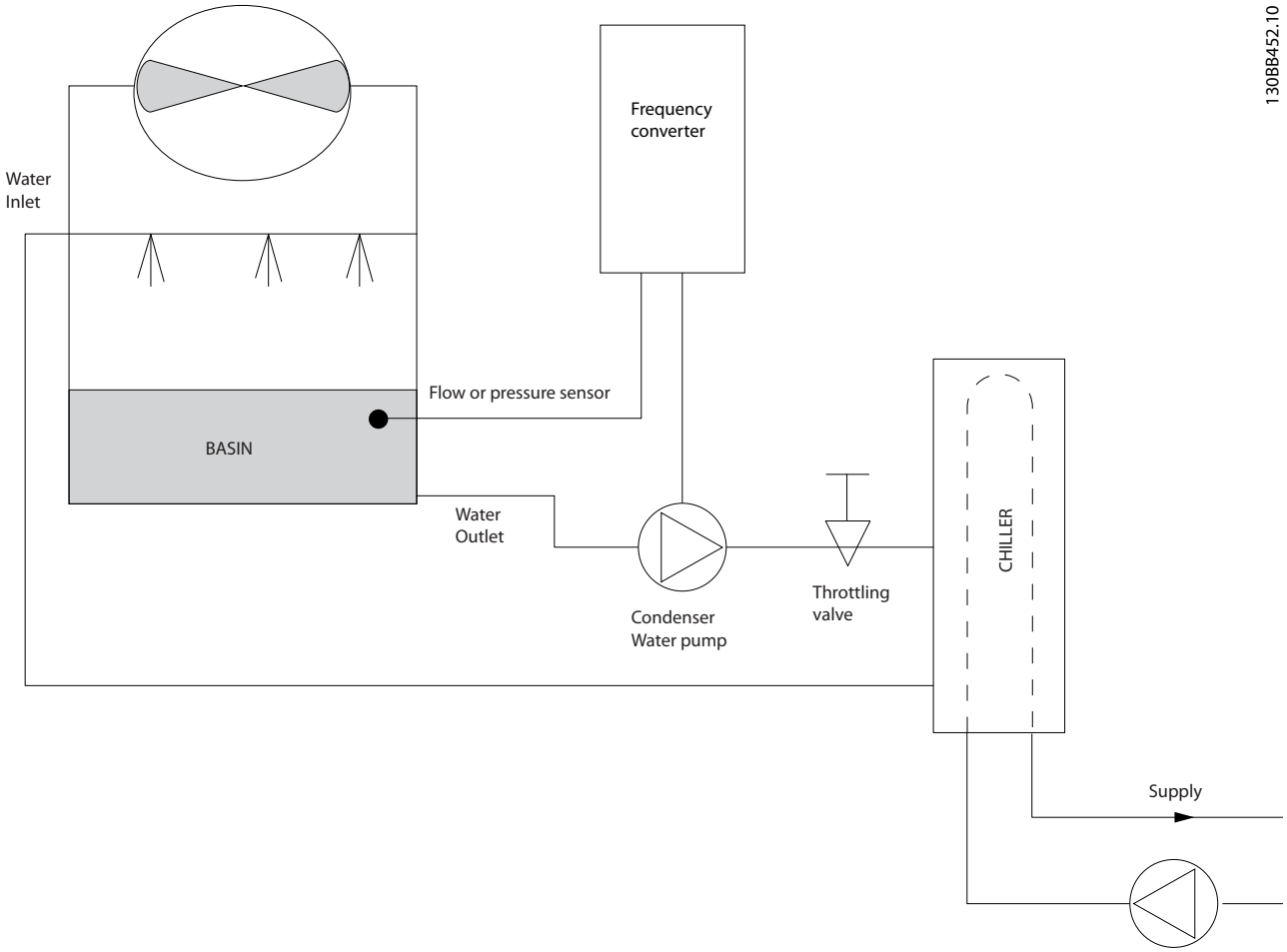


Рисунок 3.14 Насосы конденсаторов

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

3.1.20 Первичные насосы

В первично-вторичных насосных системах первичные насосы могут использоваться для поддержания постоянного потока через устройства, на эксплуатацию и управление которыми неблагоприятно влияет переменный расход. Метод первичной/вторичной перекачки отделяет первичный, технологический контур от вторичного, распределительного контура. Это позволяет таким устройствам, как охладители, иметь постоянный расчетный расход и нормально работать при изменении потока в остальной части системы.

Когда скорость потока (расход) в испарителе охладителя снижается, охлажденная вода начинает переохлаждаться. В этом случае охладитель стремится уменьшить охлаждающую способность. Если расход падает достаточно сильно или слишком быстро, охладитель не может в полной мере сбросить свою нагрузку, и защита охладителя отключает охладитель, при этом требуется ручной сброс. Такая ситуация обычна для больших установок, не имеющих первично-вторичных насосных систем, особенно если установки содержат два и более охладителей, работающих параллельно.

3.1.21 Решение с использованием VLT®

В зависимости от размера системы и размера первичного контура, энергопотребление первичного контура может стать существенным.
Вместо использования дроссельного клапана и/или подгонки крыльчаток в первичную систему можно добавить преобразователь частоты и тем самым добиться сокращения эксплуатационных расходов. Распространены два способа управления:

Расходомер
Поскольку требуемый расход известен и постоянен, то для непосредственного управления насосом можно установить на выпуске каждого охладителя расходомер. При использовании ПИ-регулятора преобразователь частоты будет всегда поддерживать надлежащий расход, даже компенсируя изменяющееся сопротивление первичного трубопроводного контура, когда охладители и их насосы включаются и выключаются.

Определение локальной скорости
Оператор просто уменьшает выходную частоту до достижения расчетного расхода.
Использование преобразователя частоты для уменьшения скорости насоса весьма подобно подгонке крыльчатки насоса, за исключением того, что оно не требует трудозатрат, и КПД насоса остается более высоким. Балансировочный контактор просто уменьшает скорость насоса до тех пор, пока не будет достигнут надлежащий расход, после чего скорость остается неизменной. Насос работает на этой скорости при каждом включении охладителя. Поскольку первичный контур не имеет управляющих клапанов или иных устройств, которые могли бы вызвать изменение характеристики системы, а рассогласование из-за включения и выключения насосов и охладителей обычно мало, эта фиксированная скорость остается соответствующей требованиям. Если в будущем потребуется увеличить расход, можно просто увеличить скорость вращения насоса с помощью преобразователя частоты, а не приобретать новую крыльчатку насоса.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

3

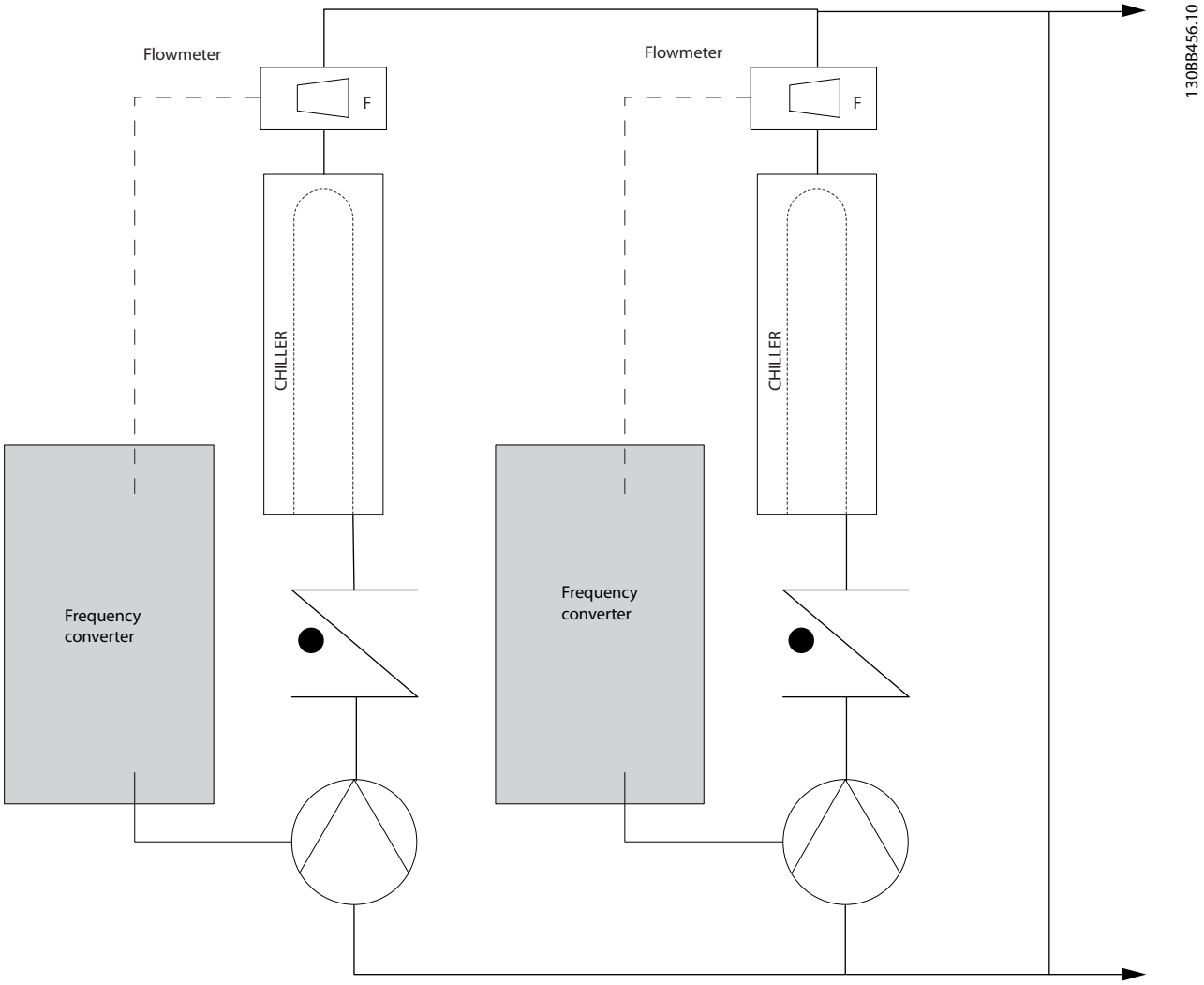


Рисунок 3.15 Первичные насосы

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

3.1.22 Вторичные насосы

Вторичные насосы в первично-вторичной насосной системе охлажденной воды используются для распределения охлажденной воды из первичного технологического контура к нагрузкам. Первично-вторичная насосная система используется для гидравлического отделения одного трубопроводного контура от другого. В этом случае первичный насос используется для поддержания постоянного расхода через охладители, в то время как вторичные насосы изменяют величину расхода и обеспечивают лучшее управление и экономию энергии.
Если в системе с переменным объемом технология первичного/вторичного контуров не используется, то при достаточно сильном или слишком быстром уменьшении расхода охладитель не способен надлежащим образом сбросить свою нагрузку. Защита от низкой температуры испарителя в охладителе отключает охладитель, при этом требуется ручной сброс. Такая ситуация обычна для больших установок, особенно если установки содержат два и более охладителей, работающих параллельно.

3.1.23 Решение с использованием VLT®

Хотя первично-вторичная система с 2-ходовыми клапанами улучшает энергосбережение и облегчает управление системой, истинное энергосбережение и полное управление достигаются добавлением преобразователей частоты.
При правильном расположении датчика добавление преобразователя частоты позволяет изменять скорость насосов таким образом, чтобы следовать характеристике системы, а не характеристике насоса. Это устраняет ненужные затраты энергии и в значительной степени исключает возможное превышение давления в 2-ходовых клапанах.
Когда контролируемые нагрузки оказываются в норме, двухходовые клапаны закрываются. Это увеличивает перепад давления, измеряемый на нагрузке и 2-ходовом клапане. Когда перепад давления начинает расти, вращение насоса замедляется, чтобы сохранить контрольный напор, называемый также уставкой. Эта уставка вычисляется путем суммирования падения давления на нагрузке и на 2-ходовом клапане в расчетных условиях.

УВЕДОМЛЕНИЕ

При параллельной работе нескольких насосов максимальное энергосбережение достигается, когда они вращаются с одинаковой скоростью.
Параллельное управление может достигаться как с помощью индивидуальных преобразователей частоты, так и с помощью одного преобразователя частоты, управляющего несколькими параллельными насосами.

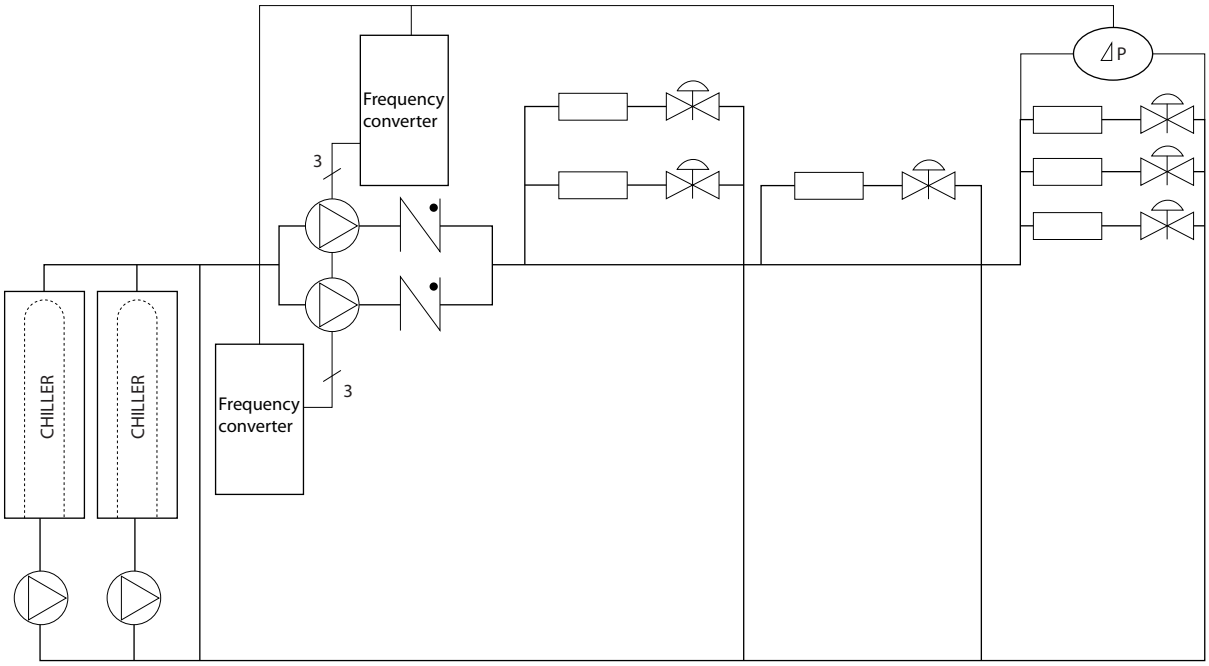


Рисунок 3.16 Вторичные насосы

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

3.2 Структуры управления

Выберите *[0] Разомкнутый контур* или *[1] Замкнутый контур* в *параметр 1-00 Configuration Mode (Режим конфигурирования)*.

3

3.2.1 Структура управления с разомкнутым контуром

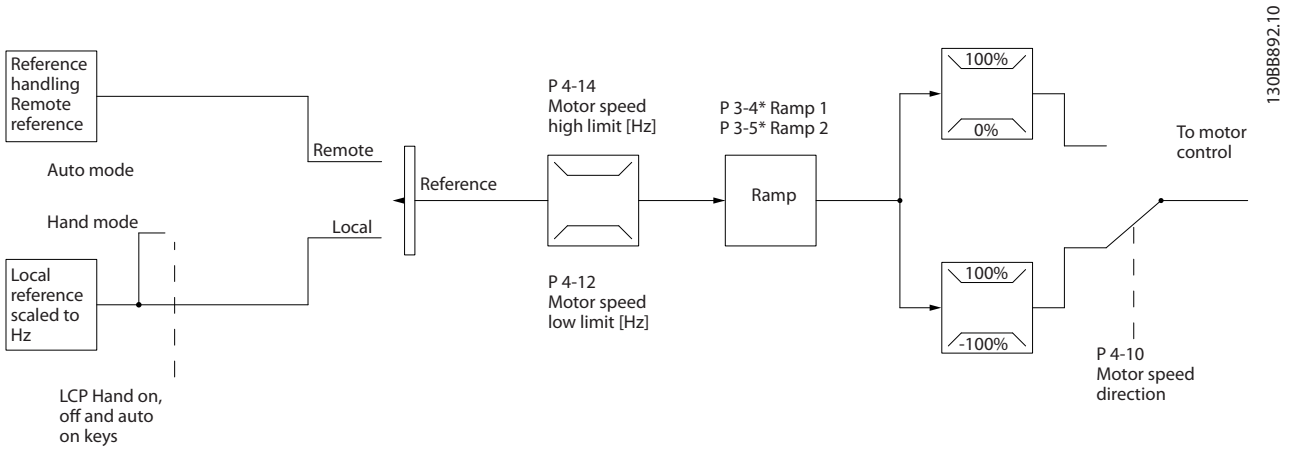


Рисунок 3.17 Структура разомкнутого контура

В конфигурации, показанной на *Рисунок 3.17*, для параметра *параметр 1-00 Режим конфигурирования* установлено значение *[0] Разомкнутый контур*. Результирующее задание от системы формирования задания принимается и передается через схемы ограничения изменения скорости и ограничения скорости и только после этого используется для управления двигателем. Затем выходной сигнал системы управления двигателем ограничивается максимальным частотным пределом.

3.2.2 Управление двигателем PM/EC+

Концепция EC+ компании Danfoss делает возможным использование двигателей с постоянными магнитами и высоким КПД, имеющих стандартные типоразмеры IEC, под управлением преобразователей частоты Danfoss. Процедура ввода в эксплуатацию сравнима с существующей процедурой для асинхронных (индукционных) двигателей, использующих для двигателей с постоянными магнитами стратегию управления Danfoss VVC+.

Преимущества для пользователей

- Свободный выбор технологии электродвигателя (двигатель с постоянными магнитами или индукционный двигатель).
- Установка и эксплуатация, знакомая по индукционным двигателям.
- Независимость выбора изготовителей при выборе компонентов системы (например двигателей).
- Наилучший КПД системы, обеспечиваемый возможностью выбора наилучших компонентов.
- Возможность модернизации существующих установок.
- Диапазон мощностей: 45 кВт (60 л. с.) (200 В), 0,37–90 кВт (0,5–121 л. с.) (400 В), 90 кВт (121 л. с.) (600 В) для индукционных двигателей и 0,37–22 кВт (0,5–30 л. с.) (400 В) для двигателей с постоянными магнитами.

Текущие ограничения для двигателей с постоянными магнитами:

- В настоящее время поддерживаются мощности только до 22 кВт (30 л. с.).
- Использование индуктивно-емкостных фильтров не поддерживается для двигателей с постоянными магнитами.
- Алгоритм кинетического резерва не поддерживается для двигателей с постоянными магнитами.
- Полная ААД поддерживается только с определением сопротивления статора Rs в системе.
- Нет обнаружения опрокидывания (поддерживается, начиная с версии ПО 2.80).

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

3.2.3 Местное (Hand On) и дистанционное (Auto On) управление

Преобразователь частоты может управляться вручную с панели местного управления (LCP) или дистанционно через аналоговые/цифровые входы или по последовательной шине. Если разрешено в параметрах *параметр 0-40 [Hand on] Key on LCP (Кнопка [Hand On] на LCP)*, *параметр 0-44 [Off/Reset] Key on LCP (Кнопка [Off/Reset] на LCP)* и *параметр 0-42 [Auto on] Key on LCP (Кнопка [Auto On] на LCP)*, запускать и останавливать преобразователь частоты можно с помощью кнопок на LCP [Hand On] (Ручной режим) и [Off/Reset] (Выкл./сброс). Аварийная сигнализация может сбрасываться с помощью кнопки [Off/Reset] (Выкл./сброс).

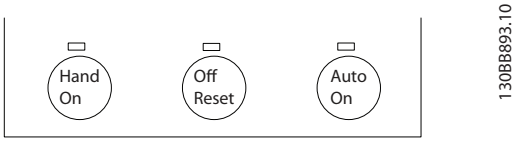


Рисунок 3.18 Кнопки LCP

Местное задание переводит настройки в режим разомкнутого контура независимо от значения параметра *параметр 1-00 Режим конфигурирования*.

Местное задание восстанавливается при отключении питания.

3.2.4 Замкнутый контур структуры управления

Внутренний контроллер позволяет преобразователю частоты стать частью регулируемой системы. Преобразователь частоты получает сигнал обратной связи от датчика, установленного в системе. Затем он сравнивает сигнал обратной связи с величиной задания уставки и определяет рассогласование между этими сигналами, если оно есть. После этого привод изменяет скорость двигателя, чтобы устранить рассогласование.

Рассмотрим, например, насосную систему, в которой скорость насоса необходимо регулировать таким образом, чтобы статическое давление в трубопроводе оставалось постоянным. В качестве задания уставки в преобразователь частоты вводится требуемое значение статического давления. Датчик давления измеряет текущее статическое давление в трубопроводе и подает измеренное значение на преобразователь частоты в качестве сигнала обратной связи. Если сигнал обратной связи больше задания уставки, преобразователь частоты замедляет вращение, снижая давление. Аналогично, если давление в трубопроводе ниже задания уставки, преобразователь частоты автоматически увеличивает скорость, увеличивая давление, создаваемое насосом.

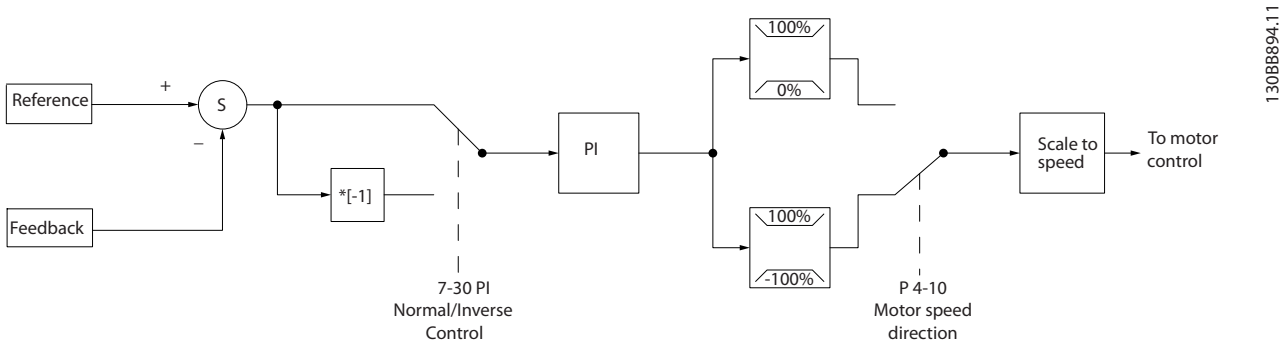


Рисунок 3.19 Замкнутый контур структуры управления

Хотя настройки по умолчанию для регулятора в замкнутом контуре обычно обеспечивают удовлетворительные рабочие характеристики, управление системой часто удается оптимизировать дополнительной настройкой некоторых параметров.

3.2.5 Преобразование обратной связи

В некоторых применениях может оказаться полезным преобразование сигнала обратной связи. Одним из примеров такого применения является использование сигнала давления для формирования сигнала обратной связи по расходу. Поскольку квадратный корень из давления пропорционален расходу, то квадратный корень из сигнала давления дает величину, пропорциональную расходу. См. *Рисунок 3.20*.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

3

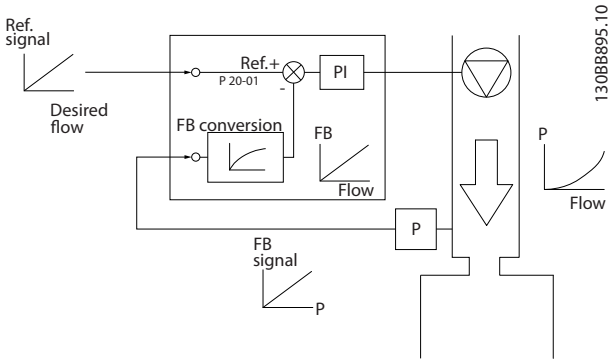


Рисунок 3.20 Преобразование сигнала обратной связи

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

3.2.6 Формирование задания

Сведения для работы разомкнутого и замкнутого контура.

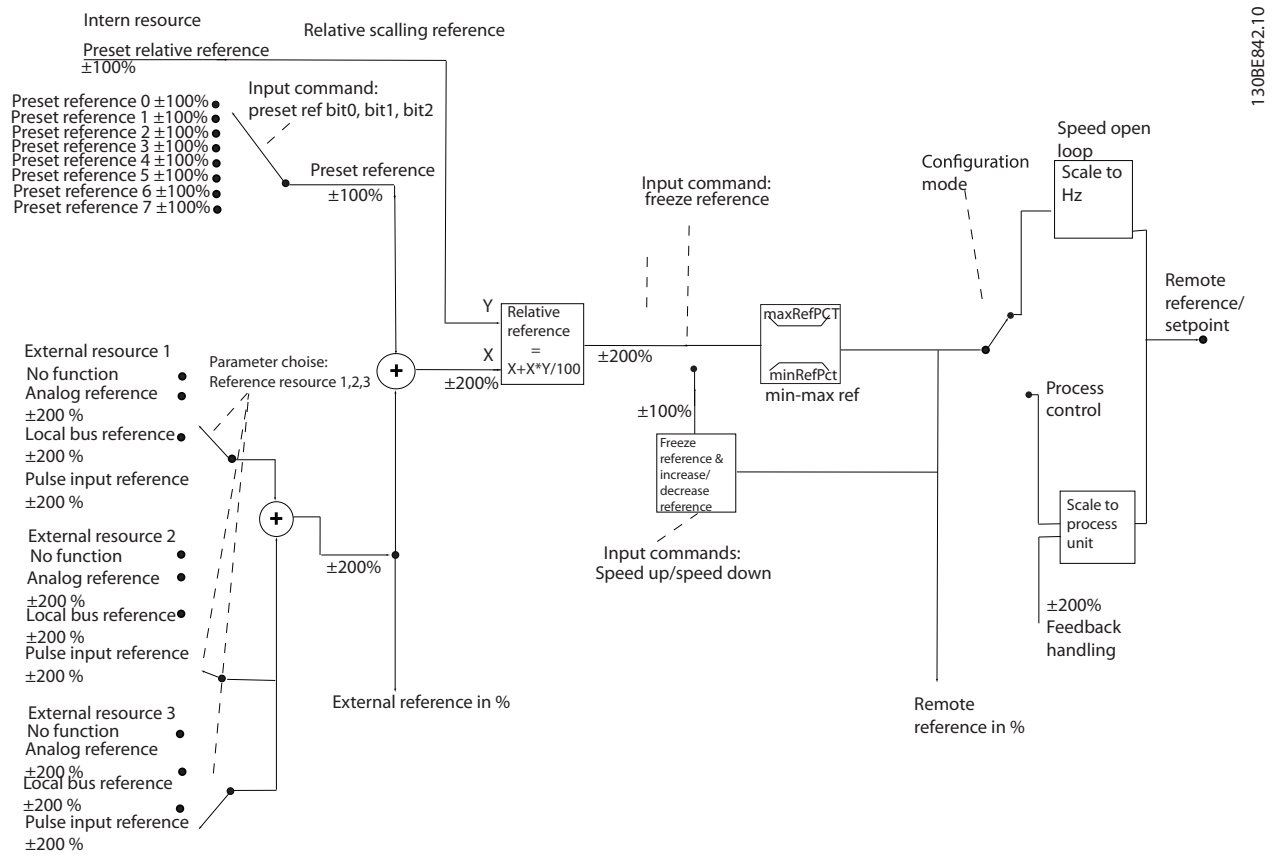


Рисунок 3.21 Блок-схема дистанционного задания

Дистанционное задание может включать в себя:

- Предустановленные задания.
- Внешние задания (аналоговые входы и задания по последовательной шине связи).
- Предустановленное относительное задание.
- Уставку, управляемую обратной связью.

В преобразователе частоты может программироваться до 8 предустановленных заданий. Активное предустановленное задание можно выбрать с помощью цифровых входов или по шине последовательной связи. Задание можно также подаваться с внешнего источника, чаще всего с помощью аналогового входа. Этот внешний источник выбирается одним из трех параметров источника задания (пар. *параметр 3-15 Reference 1 Source (Источник задания 1)*, *параметр 3-16 Reference 2 Source (Источник задания 2)* и *параметр 3-17 Reference 3 Source (Источник задания 3)*). Результирующее внешнее задание образуется суммированием всех источников задания и задания по шине. В качестве активного задания можно выбрать внешнее задание, предустановленное задание или сумму этих двух заданий. На конечном этапе это задание можно масштабировать с помощью *параметр 3-14 Preset Relative Reference (Предустановленное относительное задание)*.

Масштабированное задание вычисляется следующим образом:

$$Задание = X + X \times \left(\frac{Y}{100}\right)$$

Здесь X - внешнее задание, предустановленное задание или их сумма, а Y - *параметр 3-14 Preset Relative Reference (Предустановленное относительное задание)* в [%].

Если Y в *параметр 3-14 Preset Relative Reference (Предустановленное относительное задание)* установлено равным 0 %, функция масштабирования не действует на задание.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

3

3.2.7 Настройка регулятора с обратной связью

После того как произведена настройка параметров регулятора с замкнутым контуром, проверьте работу регулятора. Во многих случаях можно добиться приемлемой его работы путем установки значений по умолчанию для параметров *параметр 20-93 PI Proportional Gain (Пропорциональный коэффициент ПИ-регулятора)* и *параметр 20-94 PI Integral Time (Постоянная времени интегрирования ПИ-регулятора)*. Однако в некоторых случаях может оказаться полезным оптимизировать значения этих параметров, чтобы обеспечить более быструю реакцию системы, не допуская при этом перерегулирование скорости.

3.2.8 Ручная настройка ПИ-регулятора

1. Запустите электродвигатель.
2. Установите для параметра *параметр 20-93 PI Proportional Gain (Пропорциональный коэффициент ПИ-регулятора)* значение, равное 0,3, и увеличивайте его до тех пор, пока сигнал обратной связи не начнет колебаться. Если необходимо, запустите и остановите преобразователь частоты или произведите ступенчатые изменения задания уставки, чтобы вызвать автоколебания.
3. Уменьшайте коэффициент усиления пропорционального звена ПИ-регулятора до стабилизации сигнала обратной связи.
4. Уменьшите коэффициент усиления пропорционального звена на 40–60 %.
5. Установите для параметра *параметр 20-94 PI Integral Time (Постоянная времени интегрирования ПИ-регулятора)* значение, равное 20 с, и уменьшайте его до тех пор, пока сигнал обратной связи не начнет колебаться. Если необходимо, запустите и остановите преобразователь частоты или произведите ступенчатые изменения задания уставки, чтобы вызвать автоколебания.
6. Увеличивайте постоянную времени интегрирования ПИ-регулятора до стабилизации сигнала обратной связи.
7. Увеличьте постоянную времени интегрирования на 15–50 %.

3.3 Рабочие условия окружающей среды

Конструкция преобразователя частоты удовлетворяет требованиям стандарта IEC/EN 60068-2-3 и п. 9.4.2.2 стандарта EN 50178 при 50 °C (122 °F).

Температура, измеренная в течение 24 часов, должна быть по меньшей мере на 5 °C (41 °F) ниже максимально допустимой температуры окружающей среды. Если преобразователь частоты работает при высокой температуре окружающей среды, уменьшите длительный выходной ток.

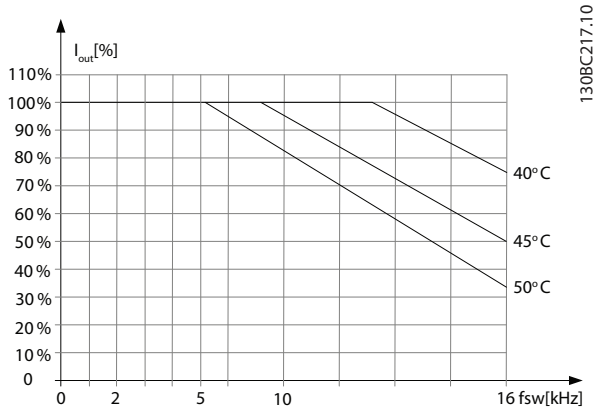


Рисунок 3.22 0,25–0,75 кВт (0,34–1,0 л. с.), 200 В, размер корпуса H1, IP20

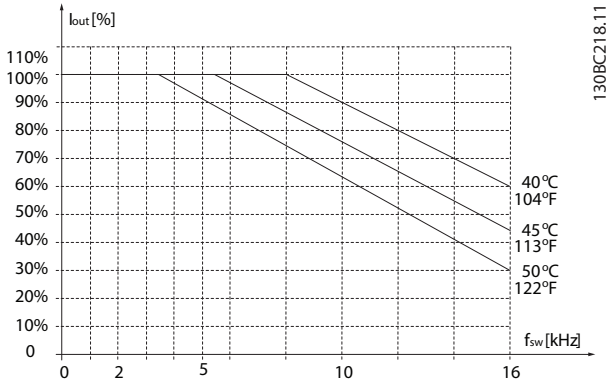


Рисунок 3.23 0,37–1,5 кВт (0,5–2,0 л. с.), 400 В, размер корпуса H1, IP20

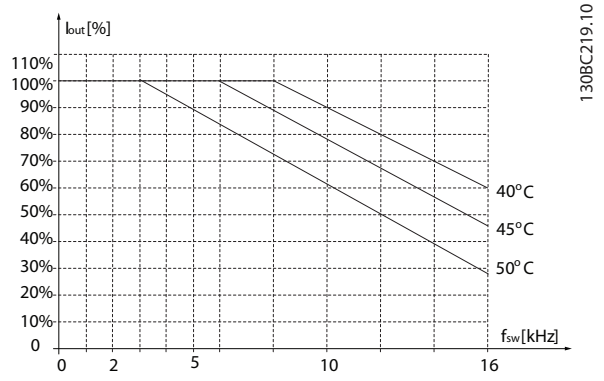


Рисунок 3.24 2,2 кВт (3,0 л. с.), 200 В, размер корпуса H2, IP20

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

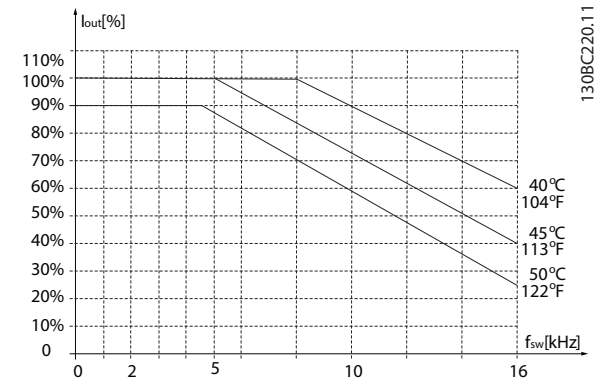


Рисунок 3.25 2,2–4,0 кВт (3,0–5,4 л. с.), 400 В, размер корпуса H2, IP20

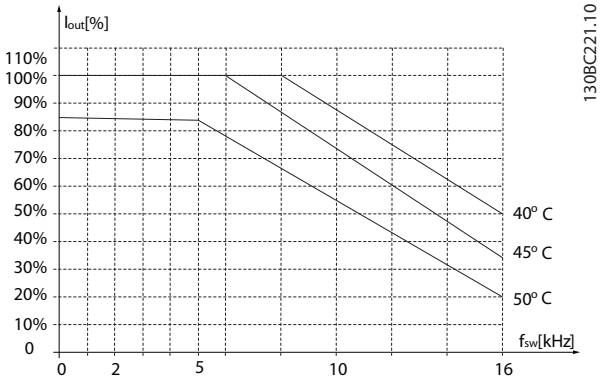


Рисунок 3.26 3,7 кВт (5,0 л. с.), 200 В, размер корпуса H3, IP20

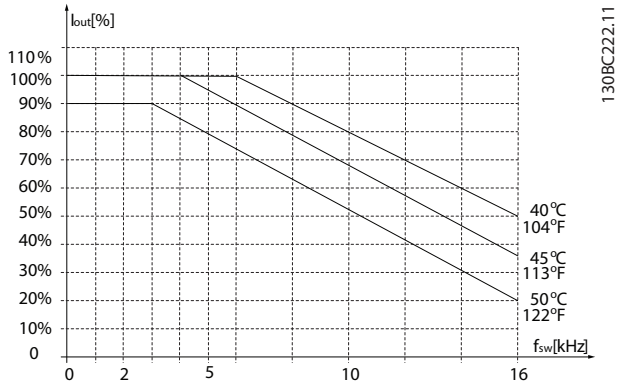


Рисунок 3.27 5,5–7,5 кВт (7,4–10 л. с.), 400 В, размер корпуса H3, IP20

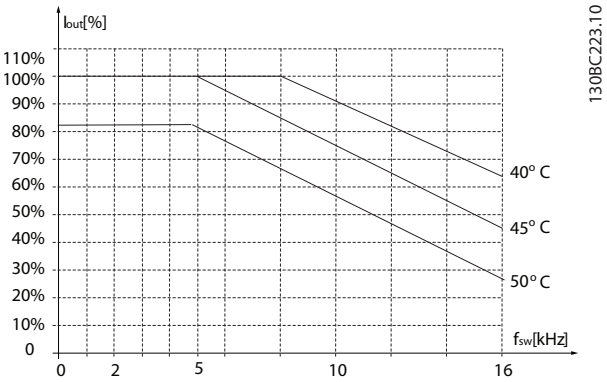


Рисунок 3.28 5,5–7,5 кВт (7,4–10 л. с.), 200 В, размер корпуса H4, IP20

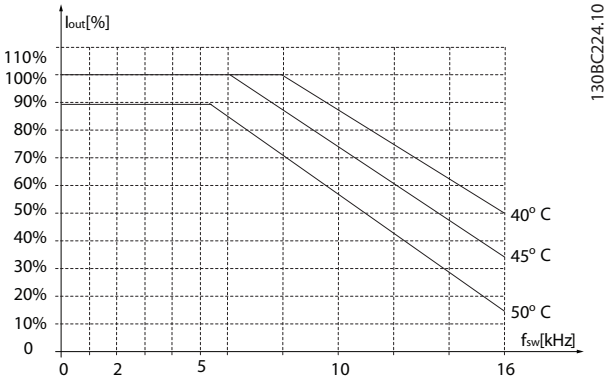


Рисунок 3.29 11–15 кВт (15–20 л. с.), 400 В, размер корпуса H4, IP20

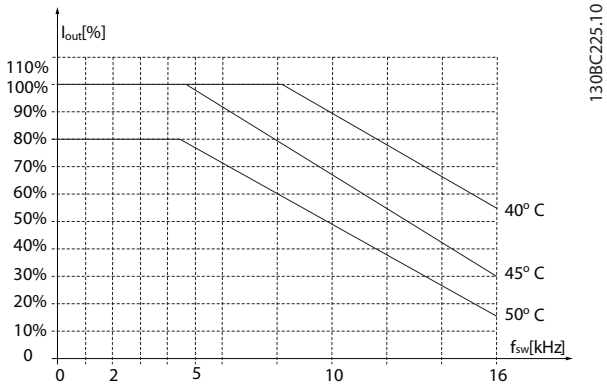


Рисунок 3.30 11 кВт (15 л. с.), 200 В, размер корпуса H5, IP20

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

3

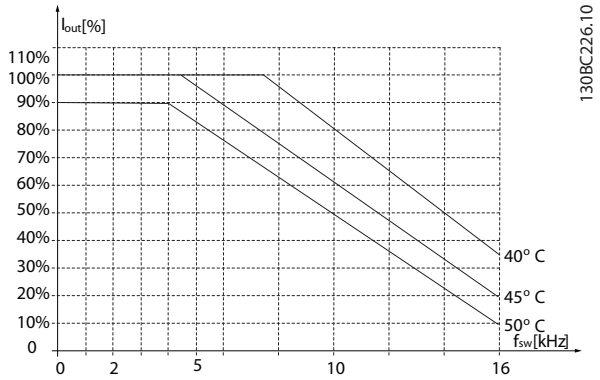


Рисунок 3.31 18,5–22 кВт (25–30 л. с.), 400 В, размер корпуса H5, IP20

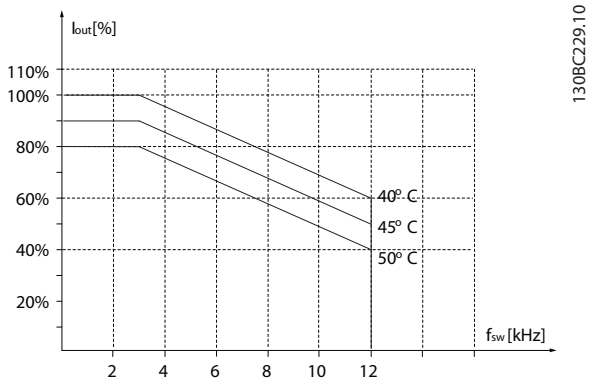


Рисунок 3.34 45 кВт (60 л. с.), 400 В, размер корпуса H6, IP20

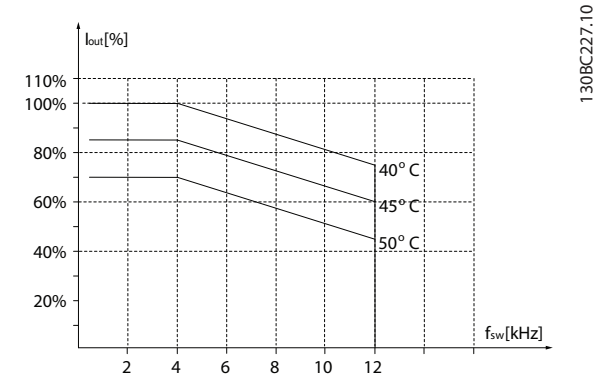


Рисунок 3.32 15–18,5 кВт (20–25 л. с.), 200 В, размер корпуса H6, IP20

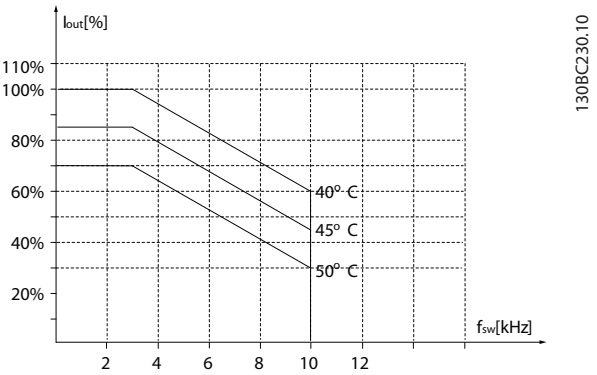


Рисунок 3.35 22–30 кВт (30–40 л. с.), 600 В, размер корпуса H6, IP20

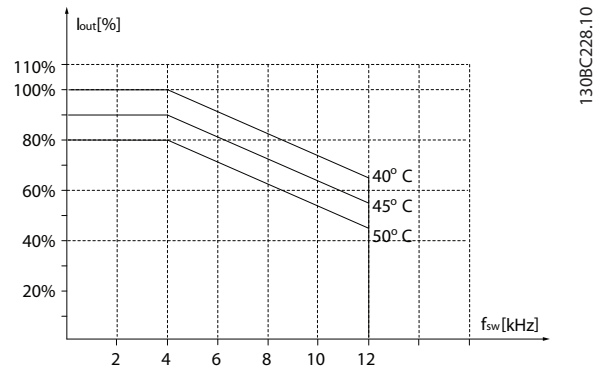


Рисунок 3.33 30–37 кВт (40–50 л. с.), 400 В, размер корпуса H6, IP20

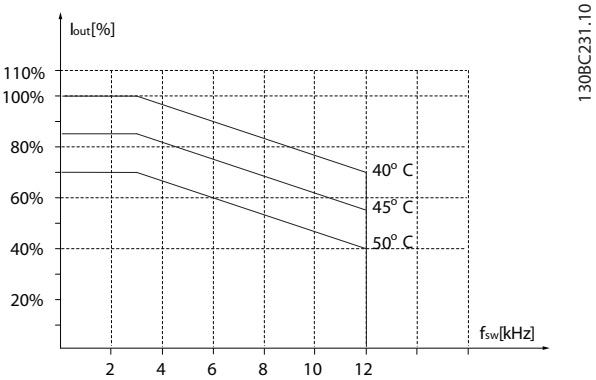


Рисунок 3.36 22–30 кВт (30–40 л. с.), 200 В, размер корпуса H7, IP20

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

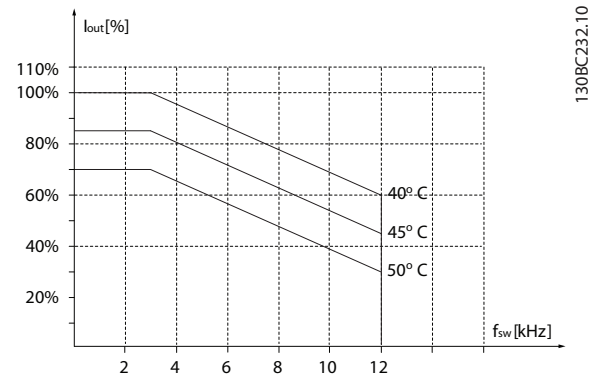


Рисунок 3.37 55–75 кВт (74–100 л. с.), 400 В, размер корпуса H7, IP20

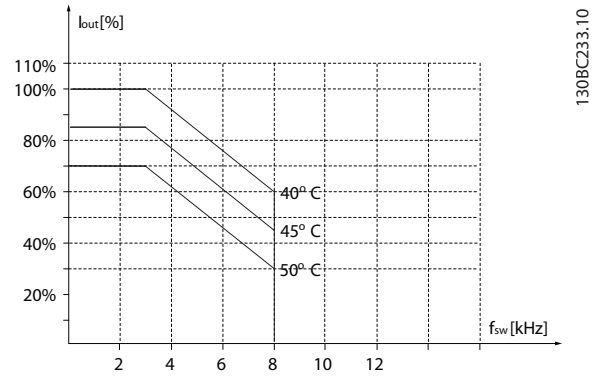


Рисунок 3.38 45–55 кВт (60–74 л. с.), 600 В, размер корпуса H7, IP20

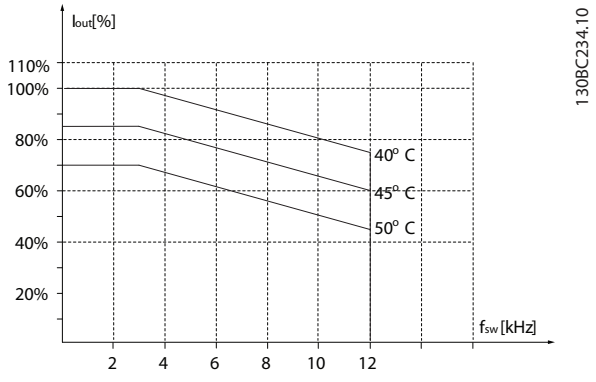


Рисунок 3.39 37–45 кВт (50–60 л. с.), 200 В, размер корпуса H8, IP20

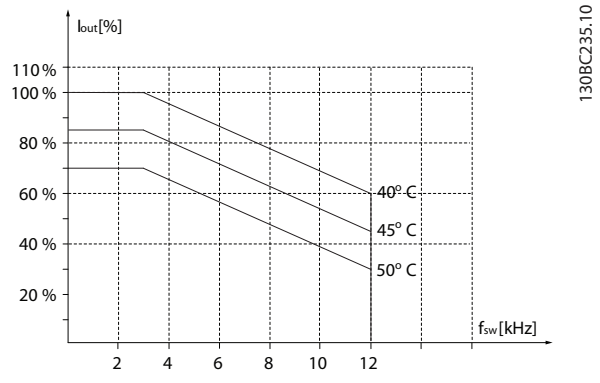


Рисунок 3.40 90 кВт (120 л. с.), 400 В, размер корпуса H8, IP20

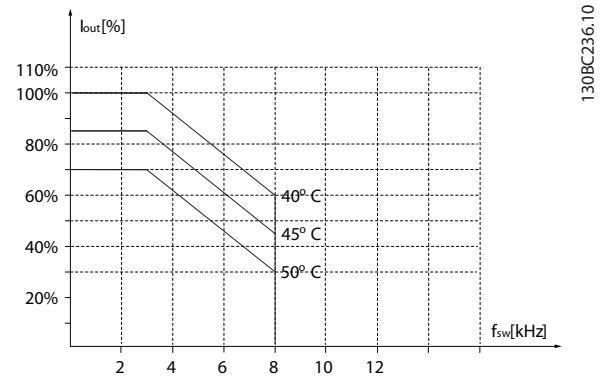


Рисунок 3.41 75–90 кВт (100–120 л. с.), 600 В, размер корпуса H8, IP20

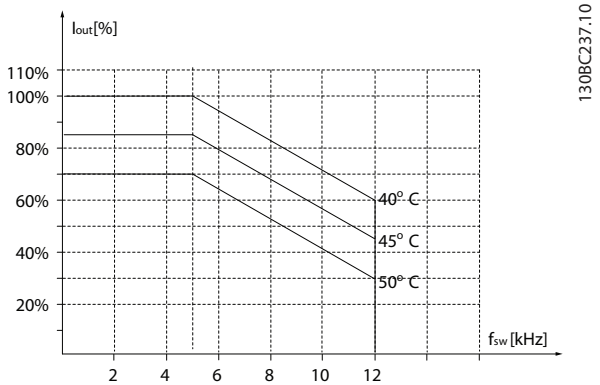


Рисунок 3.42 2,2–3 кВт (3,0–4,0 л. с.), 600 В, размер корпуса H9, IP20

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

3

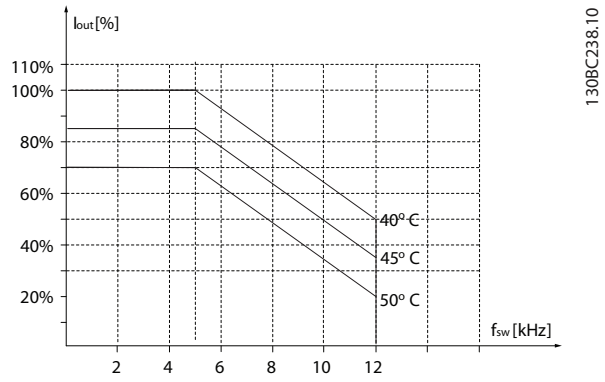


Рисунок 3.43 5,5–7,5 кВт (7,4–10 л. с.), 600 В, размер корпуса H9, IP20

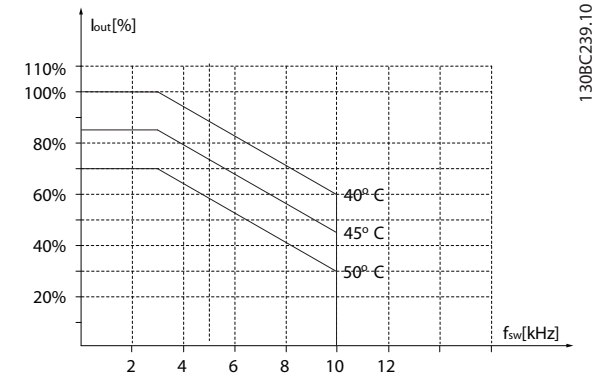


Рисунок 3.44 11–15 кВт (15–20 л. с.), 600 В, размер корпуса H10, IP20

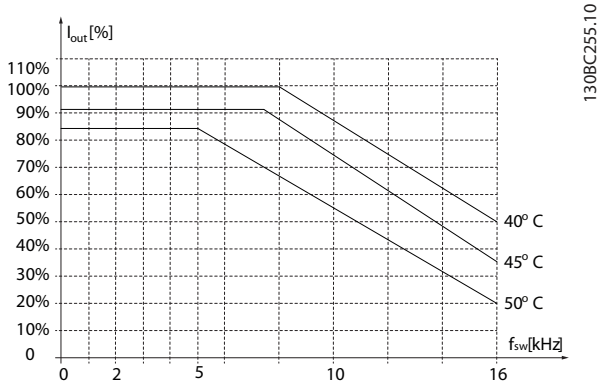


Рисунок 3.45 0,75–4,0 кВт (1,0–5,4 л. с.), 400 В, размер корпуса I2, IP54

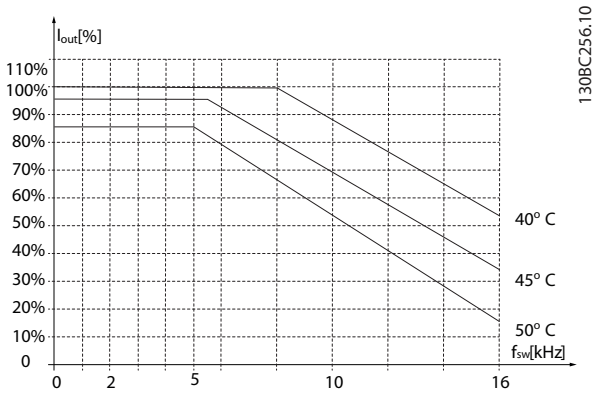


Рисунок 3.46 5,5–7,5 кВт (7,4–10 л. с.), 400 В, размер корпуса I3, IP54

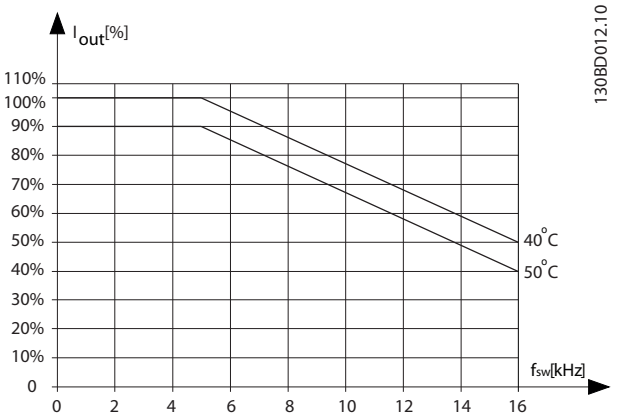


Рисунок 3.47 11–18,5 кВт (15–25 л. с.), 400 В, размер корпуса I4, IP54

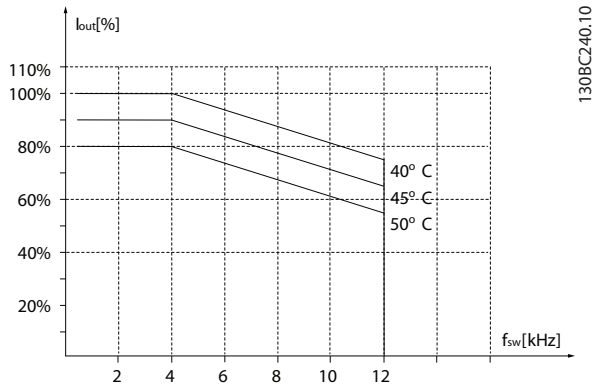


Рисунок 3.48 22–30 кВт (30–40 л. с.), 400 В, размер корпуса I6, IP54

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

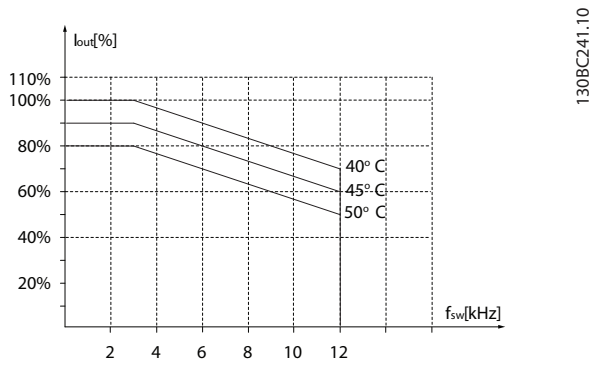


Рисунок 3.49 37 кВт (50 л. с.), 400 В, размер корпуса I6, IP54

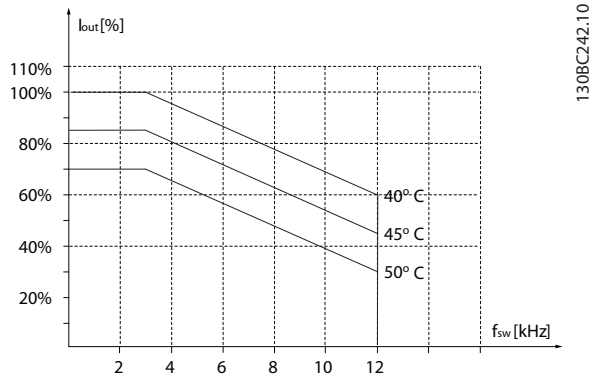


Рисунок 3.50 45–55 кВт (60–74 л. с.), 400 В, размер корпуса I7, IP54

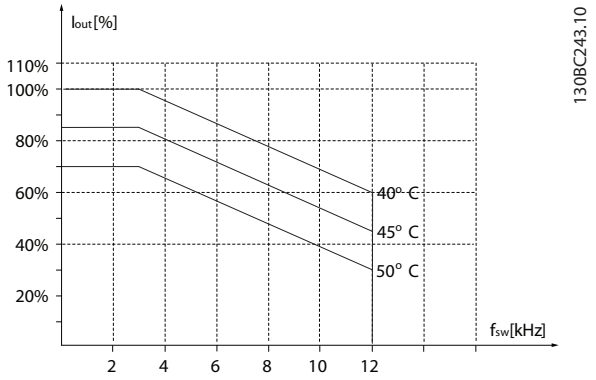


Рисунок 3.51 75–90 кВт (100–120 л. с.), 400 В, размер корпуса I8, IP54

Если электродвигатель или работающее от него оборудование (например, вентилятор) на определенных частотах производит шум или вибрацию, настройте следующие параметры или группы параметров:

- *Группа параметров 4-6* Исключ. скорости.*
- Установите для *параметр 14-03 Сверхмодуляция* значение *[0] Выкл.*
- Метод и частоту коммутации в группе параметров *14-0* Коммут. инвертора*.
- *Параметр 1-64 Подавление резонанса*.

Акустический шум преобразователя частоты создается тремя источниками:

- Катушки постоянного тока.
- Встроенный вентилятор.
- Дроссель фильтра ВЧ-помех.

Размер корпуса	Уровень [дБА][1)]
H1	43,6
H2	50,2
H3	53,8
H4	64
H5	63,7
H6	71,5
H7	67,5 (75 кВт (100 л. с.), 71,5 дБ)
H8	73,5
H9	60
H10	62,9
I2	50,2
I3	54
I4	67,4
I6	70
I7	62
I8	65,6

Таблица 3.3 Типовые значения, измеренные на расстоянии 1 м (3,28 футов) от блока

1) Значения измеряются при фоновом шуме 35 дБА и вентиляторе, работающем на полной скорости.

Преобразователь частоты испытан в соответствии с методикой, основанной на стандартах, указанных в *Таблица 3.4*.

Преобразователь частоты удовлетворяет требованиям, предъявляемым к блокам, монтируемым на стене или на полу в производственных помещениях, а также в щитах управления, закрепляемым болтами на стене или на полу.

IEC/EN 60068-2-6	Вибрация (синусоидальная) - 1970
IEC/EN 60068-2-64	Вибрация, случайные вибрации в широком диапазоне частот

Таблица 3.4 Стандарты

Преобразователь частоты содержит множество механических и электронных компонентов. Все они в определенной степени подвержены воздействию окружающей среды.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

3

⚠ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

ОКРУЖАЮЩИЕ УСЛОВИЯ, В КОТОРЫХ ПРОИЗВОДИТСЯ УСТАНОВКА

Преобразователь частоты не должен устанавливаться в местах, где в воздухе содержатся капли жидкости, твердые частицы или газы, способные воздействовать на электронные устройства и вызывать их повреждение. Если не приняты необходимые защитные меры, возрастает опасность неполадок, которые могут повредить оборудование и привести к травмам персонала.

Жидкости могут переноситься по воздуху и конденсироваться в преобразователе частоты, вызывая коррозию компонентов и металлических деталей. Пар, масло и морская вода могут привести к коррозии компонентов и металлических деталей. При таких условиях эксплуатации используйте оборудование в корпусах со степенью защиты IP54. В качестве средства дальнейшей защиты можно заказать покрытие на печатные платы (для некоторых мощностей поставляется стандартно).

Находящиеся в воздухе твердые частицы, например частицы пыли, могут вызывать механические, электрические и тепловые повреждения преобразователя частоты. Типичным показателем высокого уровня загрязнения воздуха твердыми частицами является наличие частиц пыли вокруг вентилятора преобразователя частоты. В запыленной среде следует использовать оборудование в корпусах со степенью защиты IP54, а оборудование со степенью защиты IP20/ТИП 1 должно устанавливаться в шкафах.

В условиях высокой температуры и влажности коррозионно-активные газы, такие как соединения серы, азота и хлора, вызывают химические процессы в компонентах преобразователя частоты.

Возникающие химические реакции воздействуют на электронные устройства и быстро приводят к их повреждению. В таких условиях следует устанавливать оборудование в шкафах с вентиляцией свежим воздухом, благодаря которой агрессивные газы будут удаляться из преобразователя частоты.
Средством дальнейшей защиты в таких зонах является нанесение покрытия на печатные платы, что можно заказать дополнительно.

Перед установкой преобразователя частоты проверьте окружающий воздух на содержание жидкостей, частиц и газов. Это производится наблюдением состояния установок, уже работающих в этих условиях. Типичными признаками присутствия вредных взвешенных жидкостей является наличие на металлических частях воды, масла или коррозии.

На монтажных шкафах и на имеющемся электрическом оборудовании часто можно видеть чрезмерное количество пыли. Одним из признаков наличия агрессивных газов в воздухе является потемнение медных шин и концов кабелей имеющихся установок.

3.4 Общие вопросы ЭМС

3.4.1 Обзор защиты от излучений в соответствии с требованиями ЭМС

Преобразователи частоты (и другие электрические устройства) наводят электрические или магнитные поля, которые могут вызывать помехи в окружающей среде. Электромагнитная совместимость (ЭМС) таких эффектов зависит от мощности и гармонических характеристик этих устройств.

Неуправляемое взаимодействие между электрическими устройствами в системе может ухудшить совместимость и помешать надежной работе. Помехи могут принимать форму искажения гармоник в сети, электростатических разрядов, быстрых изменений напряжения или высокочастотных помех. Электрические устройства и формируют помехи, и, в свою очередь, подвергаются воздействию помех, возникших в других источниках.

Электрические помехи обычно возникают в диапазоне частот от 150 кГц до 30 МГц. Воздушные помехи из системы преобразователя частоты в диапазоне частот от 30 МГц до 1 ГГц создаются инвертором, кабелем двигателя и двигателем.
Емкостные токи в кабеле двигателя, связанные с высоким значением скорости изменения напряжения двигателя dV/dt, создают токи утечки, как показано на *Рисунок 3.52*.
Применение экранированного кабеля двигателя приводит к увеличению тока утечки (см. *Рисунок 3.52*), поскольку емкостная проводимость на землю таких кабелей больше, чем у неэкранированных. Если ток утечки не фильтруется, он вызывает большие помехи в сети в ВЧ-диапазоне ниже приблизительно 5 МГц. Поскольку ток утечки (I_1) возвращается в устройство через экран (I_3), то экранированный кабель двигателя создает лишь небольшое электромагнитное поле (I_4) от экранированного кабеля двигателя, как показано на *Рисунок 3.52*.

Экран ограничивает излучаемые помехи, но увеличивает низкочастотные помехи в сети. Подключите экран кабеля двигателя к корпусу преобразователя частоты и корпусу двигателя. Наилучшим образом это делается с использованием соединенных с экраном зажимов, позволяющих исключить применение

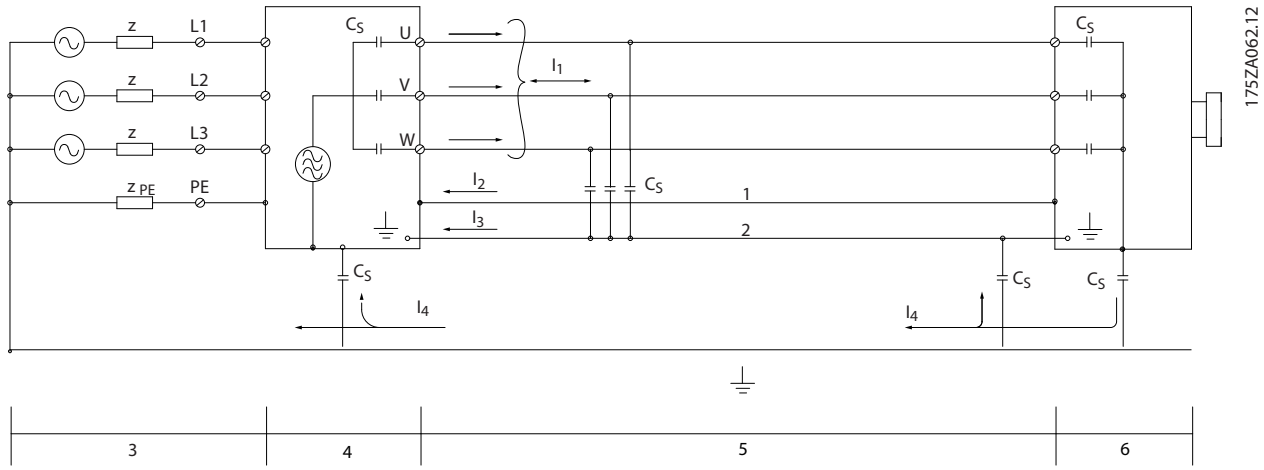
 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

скрученных концов экрана (скруток). Скрутки увеличивают сопротивление экрана на высоких частотах, что снижает эффект экранирования и увеличивает ток утечки (I_4).
Если экранированный кабель используется для подключения реле, в качестве кабеля управления или для передачи сигналов и подключения тормоза, экран должен присоединяться к корпусу на обоих концах. Однако в некоторых случаях может потребоваться разрыв экрана, чтобы исключить возникновение контуров тока в экране.

Если экран нужно расположить на монтажной пластине преобразователя частоты, эта пластина должна быть металлической, поскольку токи экрана должны передаваться обратно на блок. Кроме того, следует обеспечить хороший электрический контакт монтажной пластины с шасси преобразователя частоты через крепежные винты.

При использовании неэкранированного кабеля некоторые требования к излучению помех не могут быть удовлетворены, хотя большая часть требований к помехозащищенности выполняется.

Для уменьшения уровня помех, создаваемых всей системой (преобразователем частоты и установкой), кабели двигателя и тормоза должны быть как можно более короткими. Не прокладывайте сигнальные кабели чувствительных устройств вдоль кабелей двигателя и тормоза. ВЧ-помехи с частотами выше 50 МГц (распространяющиеся по воздуху) создаются, главным образом, электронными устройствами управления.



1	Провод заземления	2	Экран	3	Питание от сети перем. тока
4	Преобразователь частоты	5	Экранированный кабель двигателя	6	Двигатель

Рисунок 3.52 Генерирование токов утечки

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

3

3.4.2 Требования по излучению

Стандарт на ЭМС для преобразователей частоты определяет 4 категории (C1, C2, C3 и C4) с определенными требованиями к помехоустойчивости и излучению. В *Таблица 3.5* приведено определение этих 4 категорий и эквивалентная классификация согласно EN 55011.

Категория EN/IEC 61800-3	Определение	Эквивалентный класс излучения в EN 55011
C1	Преобразователи частоты, рассчитанные на напряжение ниже 1000 В, для работы в первых условиях эксплуатации (в жилых помещениях и в офисах).	Класс B
C2	Преобразователи частоты, рассчитанные на напряжение ниже 1000 В, для работы в первых условиях эксплуатации (в жилых помещениях и в офисах), не являющиеся ни передвижными, ни съемными, предназначенные для монтажа и ввода в эксплуатацию профессионалом.	Класс A, группа 1
C3	Преобразователи частоты, рассчитанные на напряжение ниже 1000 В, для работы во вторых условиях эксплуатации (производственная среда).	Класс A, группа 2
C4	Преобразователи частоты с напряжением 1000 В и выше или номинальным током 400 А и выше, предназначенные для работы во вторых условиях эксплуатации или использования в сложных системах.	Ограничительный предел отсутствует. Разработайте план обеспечения ЭМС.

Таблица 3.5 Соответствие между IEC 61800-3 и EN 55011

При применении общих стандартов на излучение (кондуктивное) преобразователи частоты должны соответствовать предельным значениям, указанным в *Таблица 3.6*.

Окружающая среда	Общие стандарты на излучение	Эквивалентный класс излучения в EN 55011
Первые условия эксплуатации (жилые помещения и офисы)	Стандарт на излучение EN/IEC61000-6-3 для жилищно-коммунальных объектов, предприятий торговли и легкой промышленности.	Класс B
Вторые условия эксплуатации (производственная среда)	Стандарт на излучение EN/IEC 61000-6-4 для производственной среды.	Класс A, группа 1

Таблица 3.6 Соответствие между Общими стандартами на излучение (Generic Emission Standards) и EN 55011

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

3.4.3 Результаты испытаний на соответствие требованиям ЭМС по излучению

Следующие результаты испытаний были получены на системе, в которую входили преобразователь частоты, экранированный кабель управления, блок управления с потенциометром и экранированный кабель двигателя.

Тип фильтра ВЧ-помех	**Кондуктивное излучение. Максимальная длина экранированного кабеля [м (фут)]**						**Излучаемые помехи**			
	Промышленные условия									
EN 55011	**Класс A, группа 2** Промышленные условия		**Класс A, группа 1** Промышленные условия		**Класс B** Жилищно-коммунальные объекты, предприятия торговли и легкой промышленности		**Класс A, группа 1** Промышленные условия		**Класс B** Жилищно-коммунальные объекты, предприятия торговли и легкой промышленности	
EN/IEC 61800-3	**Категория C3** Вторые условия эксплуатации Промышленные условия		**Категория C2** Первые условия эксплуатации Жилые помещения и офисы		**Категория C1** Первые условия эксплуатации Жилые помещения и офисы		**Категория C2** Первые условия эксплуатации Жилые помещения и офисы		**Категория C1** Первые условия эксплуатации Жилые помещения и офисы	
	Без внешнего фильтра	**С внешним фильтром**	**Без внешнего фильтра**	**С внешним фильтром**	**Без внешнего фильтра**	**С внешним фильтром**	**Без внешнего фильтра**	**С внешним фильтром**	**Без внешнего фильтра**	**С внешним фильтром**
Фильтр ВЧ-помех H4 (EN55011 A1, EN/IEC61800-3 C2)										
0,25–11 кВт (0,34–15 л. с.) 3 x 200–240 В, IP20	–	–	25 (82)	50 (164)	–	20 (66)	Да	Да	–	Нет
0,37–22 кВт (0,5–30 л. с.) 3 x 380–480 В, IP20	–	–	25 (82)	50 (164)	–	20 (66)	Да	Да	–	Нет
Фильтр ВЧ-помех H2 (EN 55011 A2, EN/IEC 61800-3 C3)										
15–45 кВт (20–60 л. с.) 3 x 200–240 В, IP20	25 (82)	–	–	–	–	–	Нет	–	Нет	–
30–90 кВт (40–120 л. с.) 3 x 380–480 В, IP20	25 (82)	–	–	–	–	–	Нет	–	Нет	–
0,75–18,5 кВтW (1–25 л. с.) 3 x 380–480 В, IP54	25 (82)	–	–	–	–	–	Да	–	–	–

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Тип фильтра ВЧ-помех	Кондуктивное излучение. Максимальная длина экранированного кабеля [м (фут)]						Излучаемые помехи			
	Промышленные условия									
22–90 кВт (30–120 л. с.) 3 x 380–480 В, IP54	25 (82)	–	–	–	–	–	Нет	–	Нет	–
Фильтр ВЧ-помех H3 (EN55011 A1/B, EN/IEC 61800-3 C2/C1)										
15–45 кВт (20–60 л. с.) 3 x 200–240 В, IP20	–	–	50 (164)	–	20 (66)	–	Да	–	Нет	–
30–90 кВт (40–120 л. с.) 3 x 380–480 В, IP20	–	–	50 (164)	–	20 (66)	–	Да	–	Нет	–
0,75–18,5 кВтW (1–25 л. с.) 3 x 380–480 В, IP54	–	–	25 (82)	–	10 (33)	–	Да	–	–	–
22–90 кВт (30–120 л. с.) 3 x 380–480 В, IP54	–	–	25 (82)	–	10 (33)	–	Да	–	Нет	–

Таблица 3.7 Результаты испытаний на соответствие требованиям ЭМС по излучению

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

3.4.4 Обзор защиты от излучений гармоник

Преобразователь частоты потребляет из сети несинусоидальный ток, что увеличивает действующее значение входного тока $I_{эфф}$. Несинусоидальный ток можно с помощью анализа Фурье преобразовать и разложить на токи синусоидальной формы различных частот, т. е. токи гармоник I_n с частотой основной гармоники 50 Гц:

	I_1	I_5	I_7
Гц	50	250	350

Таблица 3.8 Токи гармоник

Гармоники не оказывают непосредственного воздействия на потребление мощности, но увеличивают тепловые потери в установке (в трансформаторе, в кабелях). Так, в установках с большой долей нагрузки, приходящейся на выпрямители, важно поддерживать токи гармоник на низком уровне для исключения перегрузки трансформатора и сильного нагрева кабелей.

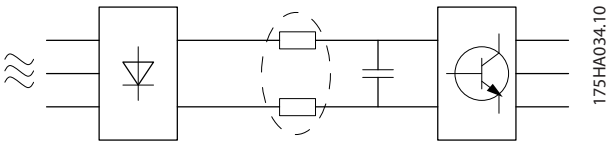


Рисунок 3.53 Катушки постоянного тока

УВЕДОМЛЕНИЕ

Некоторые токи гармоник могут нарушать работу устройств связи, подключенных к тому же трансформатору, что и преобразователь частоты, или вызывать резонанс в батареях конденсаторов, предназначенных для коррекции коэффициента мощности.

Для обеспечения низкого уровня гармонических токов преобразователь частоты оборудован индукторами цепи постоянного тока. Это обычно снижает входной ток $I_{эфф}$ на 40 %.

Искажение напряжения питающей сети зависит от величины токов гармоник, которые должны умножаться на импеданс сети для рассматриваемой частоты. Суммарный коэффициент нелинейных искажений напряжения (THDv) рассчитывается на основе отдельных гармоник напряжения по следующей формуле:

$$THD\% = \sqrt{U\frac{2}{5} + U\frac{2}{7} + ... + U\frac{2}{N}}$$

(U_N% от U)

3.4.5 Требования к излучению гармоник

Оборудование, подключенное к коммунальной электросети.

Дополнительные платы	Определение
1	IEC/EN 61000-3-2, класс A для трехфазного сбалансированного оборудования (для профессионального оборудования суммарной мощностью только до 1 кВт (1,3 л. с.)).
2	IEC/EN 61000-3-12, оборудование 16–75 A и профессиональное оборудование от 1 кВт (1,3 л. с.) с током фазы до 16 A.

Таблица 3.9 Подключаемое оборудование

3.4.6 Результаты проверки на гармоники (излучение)

Типоразмеры по мощности до PK75 в корпусах T4 и P3K7 в корпусах T2 соответствуют классу A стандарта IEC/EN 61000-3-2. Типоразмеры по мощности от P1K1 до P18K в корпусах T2 и до P90K в корпусах T4 соответствуют стандарту IEC/EN 61000-3-12, табл. 4.

	Ток отдельных гармоник I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Фактическая мощность 0,25–11 кВт (0,34–15 л. с.), IP20, 200 В (типичный случай)	32,6	16,6	8,0	6,0
Предельное R_{sce} ≥ 120	40	25	15	10

	Коэффициент гармонического искажения тока (%)	
	THDi	PWHD (частичный взвешенный коэффициент гармонических искажений)
Фактическая мощность 0,25–11 кВт (0,34–15 л. с.), 200 В (типичный случай)	39	41,4
Предельное R_{sce} ≥ 120	48	46

Таблица 3.10 Ток гармоник 0,25–11 кВт (0,34–15 л с.), 200 В

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

	Ток отдельных гармоник I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Фактическая мощность 0,37–22 кВт (0,5–30 л. с.), IP20, 380–480 В (типичный случай)	36,7	20,8	7,6	6,4
Предельное R_{sce} ≥ 120	40	25	15	10
	Коэффициент гармонического искажения тока (%)			
	THDi		**PWHD (частичный взвешенный коэффициент гармонических искажений)**	
Фактическая мощность 0,37–22 кВт (0,5–30 л. с.), 380–480 В (типичный случай)	44,4		40,8	
Предельное R_{sce} ≥ 120	48		46	

Таблица 3.11 Ток гармоник 0,37–22 кВт (0,5–30 л с.), 380–480 В

	Ток отдельных гармоник I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Фактическая мощность 30–90 кВт (40–120 л. с.), IP20, 380–480 В (типичный случай)	36,7	13,8	6,9	4,2
Предельное R_{sce} ≥ 120	40	25	15	10
	Коэффициент гармонического искажения тока (%)			
	THDi		**PWHD (частичный взвешенный коэффициент гармонических искажений)**	
Фактическая мощность 30–90 кВт (40–120 л. с.), 380–480 В (типичный случай)	40,6		28,8	
Предельное R_{sce} ≥ 120	48		46	

Таблица 3.12 Ток гармоник 30–90 кВт (40–120 л с.), 380–480 В

	Ток отдельных гармоник I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Фактическая мощность 2,2–15 кВт (3,0–20 л. с.), IP20, 525–600 В (типичный случай)	48	25	7	5
	Коэффициент гармонического искажения тока (%)			
	THDi		**PWHD (частичный взвешенный коэффициент гармонических искажений)**	
Фактическая мощность 2,2–15 кВт (3,0–20 л. с.), 525–600 В (типичный случай)	55		27	

Таблица 3.13 Ток гармоник 2,2–15 кВт (3,0–20 л с.), 525–600 В

	Ток отдельных гармоник I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Фактическая мощность 18,5–90 кВт (25–120 л. с.), IP20, 525–600 В (типичный случай)	48,8	24,7	6,3	5
	Коэффициент гармонического искажения тока (%)			
	THDi		**PWHD (частичный взвешенный коэффициент гармонических искажений)**	
Фактическая мощность 18,5–90 кВт (25–120 л. с.), 525–600 В (типичный случай)	55,7		25,3	

Таблица 3.14 Ток гармоник 18,5–90 кВт (25–120 л с.), 525–600 В

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

	Ток отдельных гармоник I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Фактическая мощность 22–90 кВт (30–120 л. с.), IP54, 400 В (типичный случай)	36,3	14	7	4,3
Предельное R_{sce} ≥ 120	40	25	15	10
	Коэффициент гармонического искажения тока (%)			
	THDi		**PWHD (частичный взвешенный коэффициент гармонических искажений)**	
Фактическая мощность 22–90 кВт (30–120 л. с.), IP54, 400 В (типичный случай)	40,1		27,1	
Предельное R_{sce} ≥ 120	48		46	

Таблица 3.15 Ток гармоник 22–90 кВт (30–120 л с.), 400 В

	Ток отдельных гармоник I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Фактическая мощность 0,75–18,5 кВт (1,0–25 л. с.), IP54, 380–480 В (типичный случай)	36,7	20,8	7,6	6,4
Предельное R_{sce} ≥ 120	40	25	15	10
	Коэффициент гармонического искажения тока (%)			
	THDi		**PWHD (частичный взвешенный коэффициент гармонических искажений)**	
Фактическая мощность 0,75–18,5 кВт (1,0–25 л. с.), IP54, 380–480 В (типичный случай)	44,4		40,8	
Предельное R_{sce} ≥ 120	48		46	

Таблица 3.16 Ток гармоник 0,75–18,5 кВт (1,0–25 л с.), 380–480 В

	Ток отдельных гармоник I_n/I_1 (%)			
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
Фактическая мощность 15–45 кВт (20–60 л. с.), IP20, 200 В (типовое)	26,7	9,7	7,7	5
Предельное R_{sce} ≥ 120	40	25	15	10
	Коэффициент гармонического искажения тока (%)			
	THDi		**PWHD (частичный взвешенный коэффициент гармонических искажений)**	
Фактическая мощность 15–45 кВт (20–60 л. с.), 200 В (типичный случай)	30,3		27,6	
Предельное R_{sce} ≥ 120	48		46	

Таблица 3.17 Ток гармоник 15–45 кВт (20–60 л с.), 200 В

При условии, что мощность короткого замыкания источника тока S_{sc} больше или равна

$$S_{К.З.} = \sqrt{3} \times R_{SCE} \times U_{сети} \times I_{оборуд.} = \sqrt{3} \times 120 \times 400 \times I_{оборуд.}$$

в точке подключения источника питания пользователя к сети поставщика электроэнергии (R_{sce}).

Монтажник или пользователь оборудования обязан обеспечить подключение оборудования только к такому источнику питания, мощность короткого замыкания S_{sc} которого больше или равна указанной выше мощности, и в случае необходимости должен проконсультироваться с оператором распределительной сети.
Другие типоразмеры можно подключать к сети общего пользования после консультаций с оператором распределительных сетей.

Соответствие требованиям различных уровней системы: Приведенные в *Таблица 3.10 - Таблица 3.17* данные по току гармоник даны в соответствии с IEC/EN 61000-3-12 и с учетом стандарта на системы силовых приводов. Они могут использоваться в качестве основы для расчета влияния тока гармоник на систему источника питания и для документирования соответствия с соответствующими региональными требованиями IEEE 519 -1992 и G5/4.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

3

3.4.7 Требования к помехоустойчивости

Требования к помехоустойчивости для преобразователей частоты зависят от условий эксплуатации. Требования для производственной среды являются более высокими, нежели требования для среды в жилых помещениях или офисах. Все преобразователи частоты Danfoss соответствуют требованиям к производственной среде и поэтому отвечают также более низким требованиям к среде в жилых помещениях и офисах с большим запасом по безопасности.

3.5 Гальваническая развязка (PELV)

PELV обеспечивает защиту посредством использования сверхнизкого напряжения. Защита от поражения электрическим током обеспечена, если электрическое питание имеет изоляцию типа PELV, а монтаж выполнен в соответствии с требованиями, изложенными в местных/государственных нормативах для источников PELV.

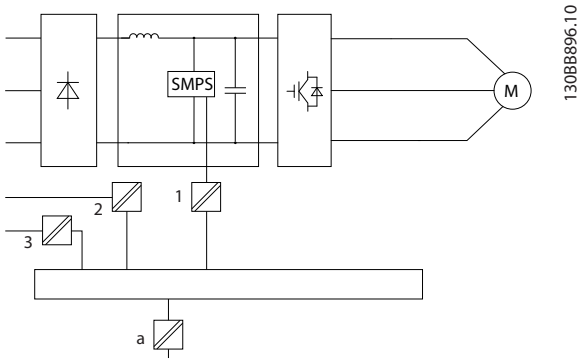
Все клеммы управления и выводы реле 01–03/04–06 соответствуют требованиям PELV (защитное сверхнизкое напряжение) (не относится к блокам с заземленной ветвью треугольника при напряжении выше 440 В).

Гальваническая (гарантированная) развязка обеспечивается выполнением требований по усиленной изоляции и за счет соответствующих длин путей утечек тока и изоляционных расстояний. Эти требования указаны в стандарте EN 61800-5-1.

Компоненты, обеспечивающие электрическую изоляцию в соответствии с приведенным описанием, отвечают также требованиям к повышенной изоляции и выдерживают соответствующие испытания, как указано в EN 61800-5-1.
Гальваническая развязка PELV показана на *Рисунок 3.55*.

Чтобы обеспечить защиту PELV, все соединения с клеммами управления должны быть выполнены согласно требованиям PELV (например, термисторы должны иметь усиленную/двойную изоляцию).

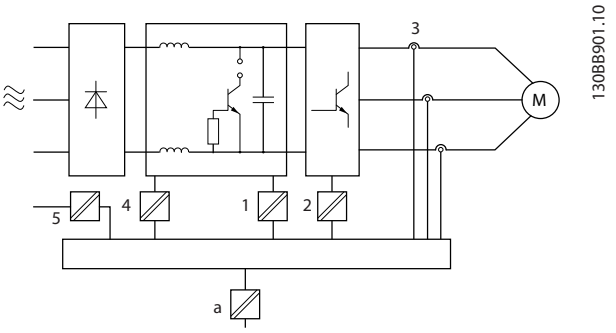
0,25–22 кВт (0,34–30 л. с.)



1	Источник питания (SMPS)
2	Оптосоединители, связь между AOC и BOC
3	Заказные реле
a	Клеммы платы управления

Рисунок 3.54 Гальваническая развязка

30–90 кВт (40–120 л. с.)



1	Источник питания (SMPS) с изоляцией сигнала Uпост. тока и указанием напряжения в промежуточной цепи.
2	Устройства управления транзисторами IGBT (запускающие трансформаторы/оптопары).
3	Преобразователи тока
4	Внутренние цепи мягкого заряда, фильтров ВЧ-помех и устройств для измерения температуры.
5	Заказные реле
a	Клеммы платы управления

Рисунок 3.55 Гальваническая развязка

Функциональная гальваническая развязка (см. *Рисунок 3.54*) предназначена для стандартного интерфейса шины RS 485.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

⚠ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

УСТАНОВКА НА БОЛЬШОЙ ВЫСОТЕ НА Д УРОВНЕМ МОРЯ

При высоте над уровнем моря свыше 2000 м (6500 футов), свяжитесь с Danfoss по вопросу о защитном сверхнизком напряжении (PELV).

3.6 Ток утечки на землю

⚠ВНИМАНИЕ!

ВРЕМЯ РАЗРЯДКИ

Прикосновение к токоведущим частям может привести к смертельному исходу - даже если оборудование отключено от сети.
Убедитесь, что отключены все прочие входные напряжения, например подключения системы разделения нагрузки (подключение цепи постоянного тока), а также подключение двигателя для кинетического резервирования.
Прежде чем касаться токоведущих частей, выдержите необходимое время, указанное в *Таблица 2.1*.
Более короткий промежуток времени допускается только в том случае, если это указано на паспортной табличке конкретного блока.

⚠ВНИМАНИЕ!

ОПАСНОСТЬ ТОКА УТЕЧКИ

Токи утечки превышают 3,5 мА. Неправильное заземление преобразователя частоты может привести к летальному исходу или серьезным травмам.

- **Правильное заземление оборудования должно быть устроено сертифицированным специалистом-электромонтажником.**

⚠ВНИМАНИЕ!

ЗАЩИТА С ПОМОЩЬЮ ДАТЧИКА ОСТАТОЧНОГО ТОКА (RCD)

Это устройство может создавать постоянный ток в защитном проводнике. Там, где датчик остаточного тока (RCD) используется для защиты в случае прямого или непрямого контакта, на стороне питания должен устанавливаться датчик остаточного тока RCD только типа B. В противном случае необходимо предпринять другие защитные меры, например, отделение от среды с помощью двойной или усиленной изоляции или изоляция от системы питания с применением трансформатора. См. также примечание *Защита от поражения электрическим током*.
Защитное заземление преобразователя частоты и применение датчиков остаточного тока (RCD) должны соответствовать государственным и местным нормам и правилам.

3.7 Экстремальные условия работы

Короткое замыкание (фаза - фаза двигателя)
Измерение тока в каждой из трех фаз двигателя или в цепи постоянного тока обеспечивает защиту преобразователя частоты от короткого замыкания. Короткое замыкание между двумя выходными фазами приводит к перегрузке инвертора по току. Инвертор отключается, когда ток короткого замыкания превышает допустимое значение (*аварийный сигнал 16, Коротк замыкан*).
О защите преобразователя частоты от короткого замыкания на выходах разделения нагрузки и торможения см. *глава 8.3.1 Предохранители и автоматические выключатели*.

Коммутация на выходе
Допустима коммутация цепей на выходе между двигателем и преобразователем частоты. Никакая коммутация на выходе не может привести к повреждению преобразователя частоты. Однако может появиться сообщение о неисправности.

Превышение напряжения, создаваемое двигателем
Напряжение в цепи постоянного тока увеличивается, когда двигатель переходит в генераторный режим. Это происходит в следующих случаях.

- Нагрузка раскручивает двигатель (при постоянной выходной частоте преобразователя частоты), то есть нагрузка отдает энергию двигателю.
- В процессе замедления (уменьшения скорости) при большом моменте инерции, низком трении и слишком малом времени для замедления энергия не успевает рассеяться в виде потерь в преобразователе частоты, двигателе и установке.
- Неверная настройка компенсации скольжения (*параметр 1-62 Slip Compensation (Компенсация скольжения)*) может привести к повышению напряжения в цепи постоянного тока.

Блок управления может пытаться скорректировать изменение скорости, если включен *параметр 2-17 Over-voltage Control (Контроль перенапряжения)*.
При достижении определенного уровня напряжения преобразователь частоты отключается для защиты транзисторов и конденсаторов цепи постоянного тока.

Отключение напряжения сети
При пропадании напряжения сети преобразователь частоты продолжает работать, пока напряжение цепи постоянного тока не снизится до минимального уровня, при котором происходит выключение преобразователя; обычно напряжение отключения на 15 % ниже минимально допустимого напряжения питания, на которое рассчитан преобразователь.
Продолжительность работы преобразователя частоты

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

при выбеге определяется напряжением сети перед пропаданием питания и нагрузкой двигателя.

3.7.1 Тепловая защита двигателя (ЭТР)

3

Компания Danfoss использует ЭТР для предотвращения перегрева двигателя. Это электронная функция, которая имитирует биметаллическое реле на основе внутренних измерений. Характеристика представлена на *Рисунок 3.56*.

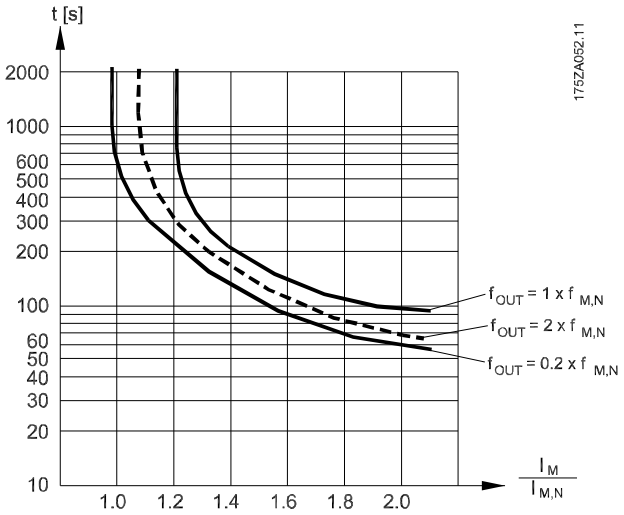


Рисунок 3.56 Характеристики тепловой защиты двигателя

По оси X показано соотношение между $I_{двиг.}$ и номинальным значением $I_{двиг.}$. По оси Y показано время в секундах перед срабатыванием ЭТР, отключающим преобразователь частоты. Кривые показывают характеристику при двукратной номинальной скорости и скорости 0,2 от номинальной.

Понятно, что при более низкой скорости функция ЭТР срабатывает при более низкой температуре в связи с меньшим охлаждением двигателя. Таким образом, двигатель защищен от перегрева даже на малой скорости. Функция ЭТР вычисляет температуру двигателя на основе фактического тока и скорости.

3.7.2 Входы для термисторов

Значение для отключения термистора должно быть > 3 кОм.

Установите термистор (датчик PTC) в двигатель для защиты его обмоток.

Защита двигателя может быть реализована с помощью различных устройств:

- датчика PTC в обмотках двигателя,
- механического термовыключателя (типа Klixon),
- электронного теплового реле (ЭТР).

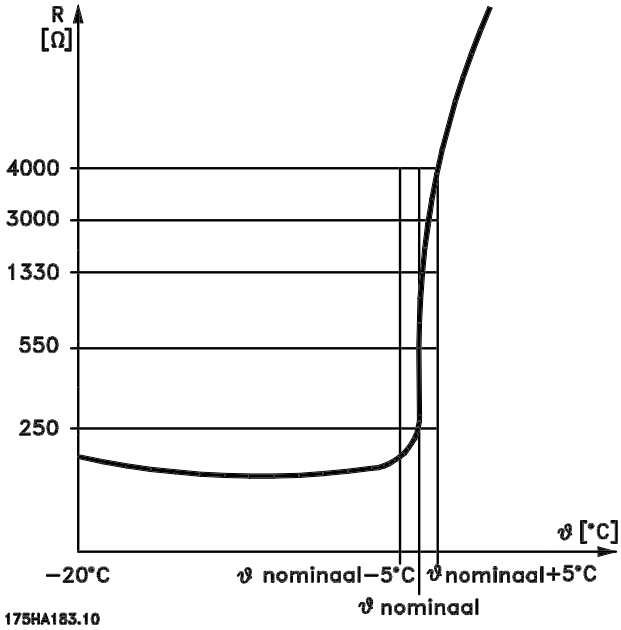


Рисунок 3.57 Отключение из-за высокой температуры двигателя

Пример с цифровым входом и источником питания 10 В

Преобразователь частоты отключается, когда температура двигателя становится слишком высокой.
Настройка параметров:
Установите для *параметр 1-90 Тепловая защита двигателя* значение *[2] Откл. по термистору*.
Установите для *параметр 1-93 Thermistor Source (Источник термистора)* значение *[6] Цифровой вход 33*.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

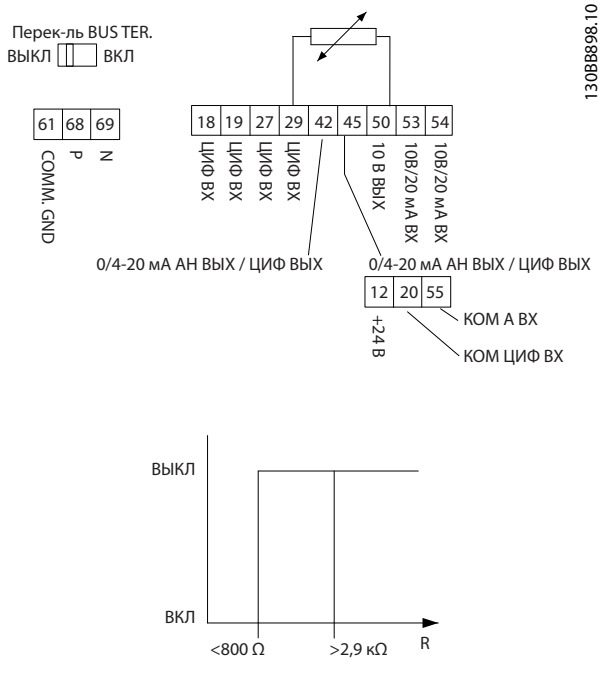


Рисунок 3.58 Цифровой вход/питание 10 В

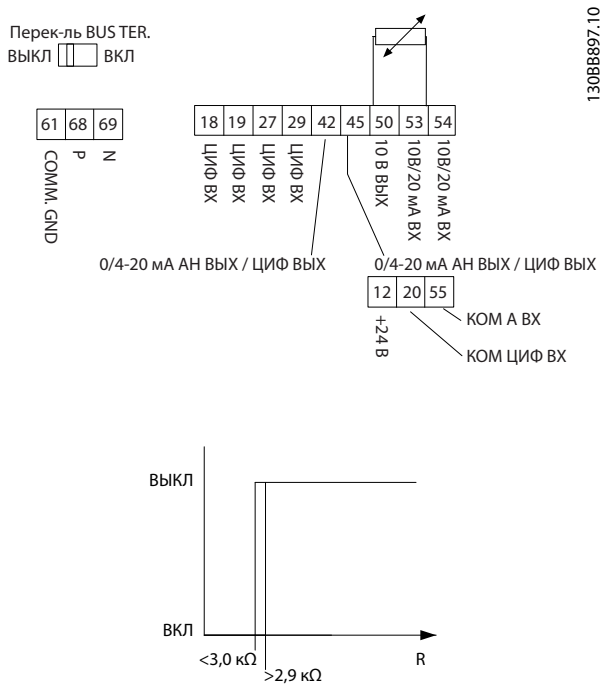


Рисунок 3.59 Аналоговый вход/питание 10 В

Пример с аналоговым входом и источником питания 10 В

Преобразователь частоты отключается, когда температура двигателя становится слишком высокой.

Настройка параметров:

Установите для *параметр 1-90 Тепловая защита двигателя* значение *[2] Откл. по термистору*.

Установите для *параметр 1-93 Thermistor Source (Источник термистора)* значение *[1] Аналоговый вход 53*.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Выберите *аналоговый вход 54* в качестве источника задания.

Вход	Напряжение питания [В]	Пороговые значения отключения [Ом]
Цифровой	10	< 800 ⇒ 2,9 кОм
Аналоговый	10	< 800 ⇒ 2,9 кОм

Таблица 3.18 Напряжение питания

УВЕДОМЛЕНИЕ

Убедитесь в том, что выбранное напряжение питания соответствует техническим характеристикам используемого термистора.

Функция ЭТР включается в параметре *параметр 1-90 Тепловая защита двигателя*.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

4 Выбор и заказ

4.1 Код типа

Код типа описывает конкретную конфигурацию преобразователя частоты VLT® HVAC Basic Drive FC 101. Для создания строки кода типа нужной конфигурации используйте *Рисунок 4.1*.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
F	C	-	1	0	1	P				T					H		X			X	X	X	S	X	X	X	X	A	X	B	X	C	X	X	X	X	D	X

130BB899.10

Рисунок 4.1 Код типа

Описание	Позиция	Возможный выбор
Группа изделий и серии ПЧ	1–6	FC 101
Номинальная мощность	7–10	0,25–90 кВт (0,34–120 л. с.) (PK25–P90K)
Число фаз	11	3 фазы (T)
Напряжение сети	11–12	T2: 200–240 В пер. тока T4: 380–480 В пер. тока T6: 525–600 В пер. тока
Корпус	13–15	E20: IP20 (шасси) P20: IP20/шасси с задней панелью E5A: IP54 P5A: IP54 с задней панелью
Фильтр ВЧ-помех	16–17	H1: фильтр ВЧ-помех, класс A1/B H2: фильтр ВЧ-помех, класс A2 H3: фильтр ВЧ-помех, класс A1/B (уменьшенная длина кабеля) H4: фильтр ВЧ-помех, класс A1
Тормоз	18	X: без тормозного прерывателя
Дисплей	19	A: буквенно-цифровая панель местного управления X: без панели местного управления
Покрытие печатной платы	20	X: без покрытия печатной платы C: печатная плата с покрытием
Доп. устройство сети питания	21	X: без доп. устройства сети
Адаптация	22	X: без адаптации
Адаптация	23	X: без адаптации
Выпуск ПО	24–27	SXXXX: последняя версия - стандартное программное обеспечение
Язык программного обеспечения	28	X: стандарт
Доп. устройства A	29–30	AX: нет доп. устройств A
Доп. устройства B	31–32	BX: нет доп. устройств B
Доп. устройства C0, MCO	33–34	CX: нет доп. устройств C
Доп. устройства C1	35	X: нет доп. устройств C1
Программное обеспечение доп. устройств C	36–37	XX: нет доп. устройств
Доп. устройства D	38–39	DX: нет доп. устройств D0

Таблица 4.1 Описание кода типа

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

4.2 Дополнительные устройства и принадлежности

4.2.1 Панель местного управления (LCP)

Номер для заказа	Описание
132B0200	Отдельная панель местного управления (LCP) для всех блоков IP20

Таблица 4.2 Номер для заказа LCP

Корпус	IP55 с установкой на передней панели
Максимальная длина кабеля к блоку	3 м (10 футов)
Стандарт связи	RS485

Таблица 4.3 Технические данные LCP

4.2.2 Монтаж LCP в передней панели

Операция 1
Установите уплотнитель на LCP.

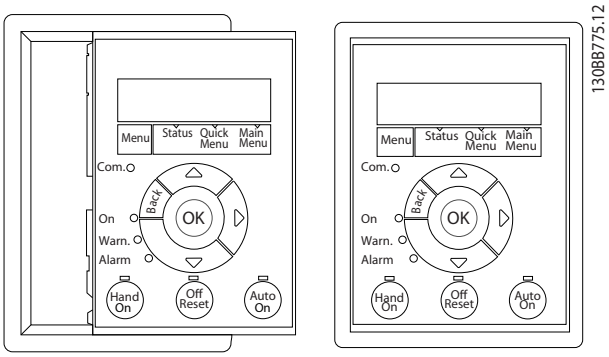
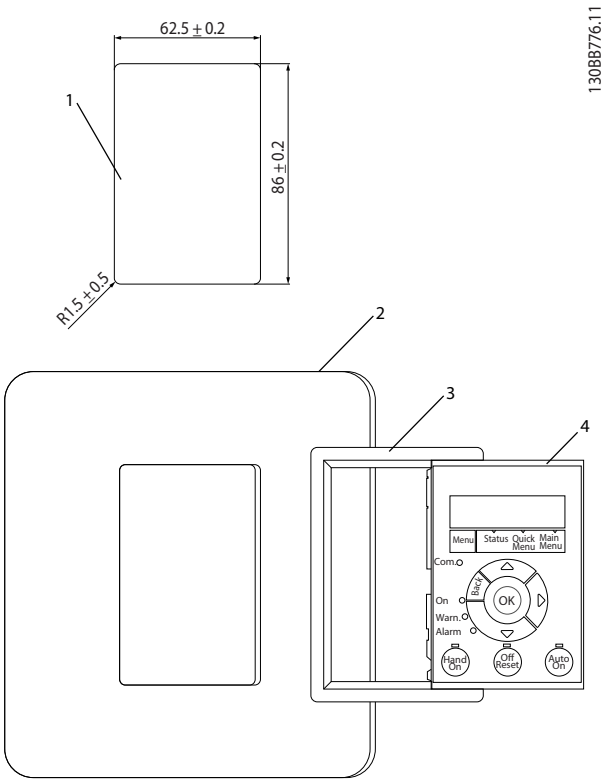


Рисунок 4.2 Установите уплотнитель

Операция 2
Установите LCP на панель. См. размеры отверстия на *Рисунок 4.3*.



1	Вырез для панели. Толщина панели составляет 1–3 мм (0,04–0,12 дюйма).
2	Шкаф
3	Прокладка
4	LCP

Рисунок 4.3 Установите LCP на панель (на передней двери)

Операция 3
Установите кронштейн на заднюю панель LCP и сдвиньте ее вниз.
Затяните винты и подсоедините гнездовой разъем кабеля к LCP.

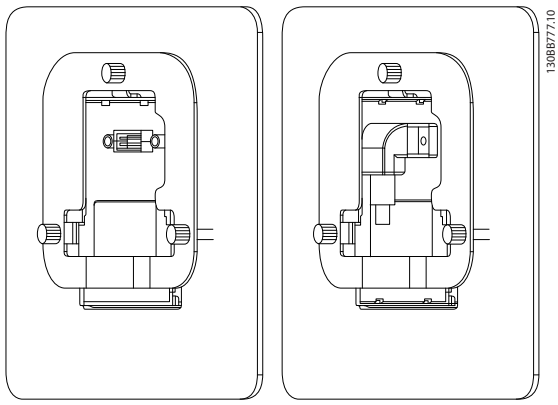


Рисунок 4.4 Установите кронштейн на LCP

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Операция 4

Подключите кабель к преобразователю частоты.

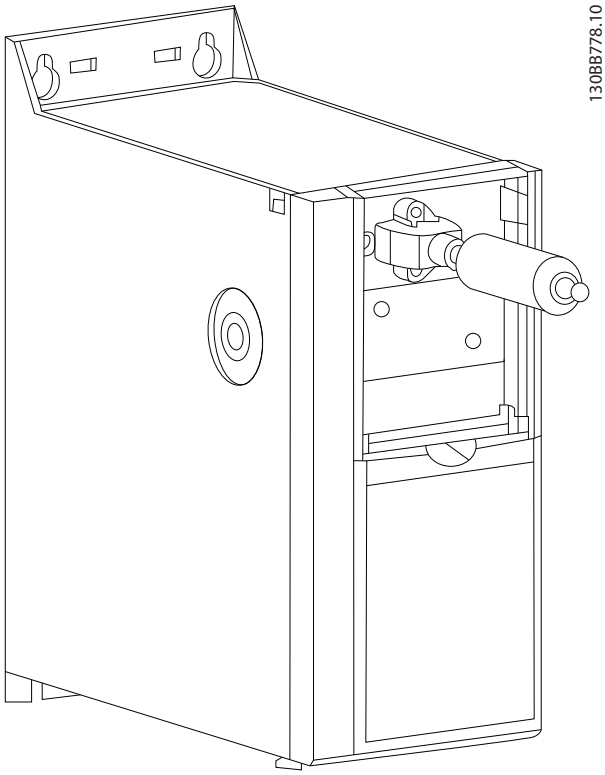


Рисунок 4.5 Подсоедините кабель

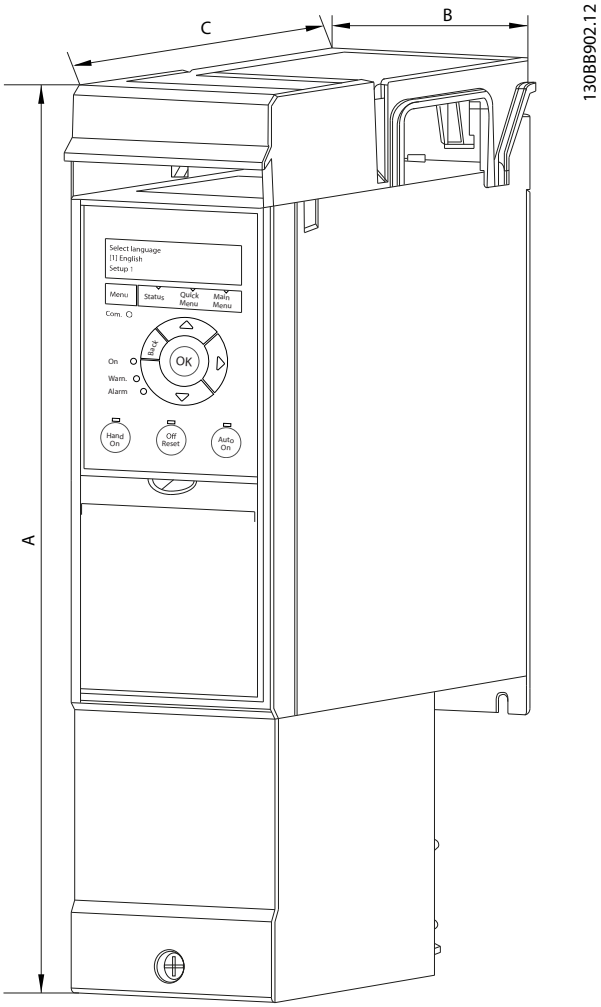


Рисунок 4.6 H1–H5 (см. данные в *Таблица 4.4*)

УВЕДОМЛЕНИЕ

Используйте самонарезающие винты из комплекта для крепления соединителя к преобразователю частоты. Момент затяжки - 1,3 Н·м (11,5 фунт-дюйм).

4.2.3 Комплект для корпуса IP21/NEMA Тип 1

Для блоков IP 20 имеется в наличии дополнительный элемент корпуса IP21/NEMA тип 1.
Использование такого комплекта позволяет доработать блок IP20 до корпуса IP21/NEMA тип 1.

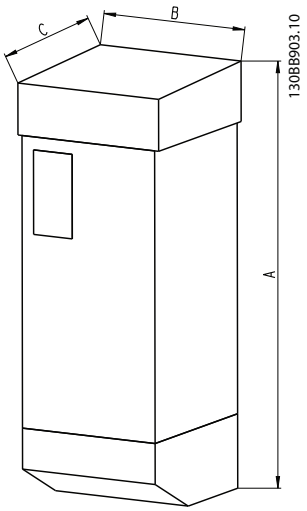


Рисунок 4.7 Габариты (см. данные в *Таблица 4.4*)

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Типоразмер	Класс IP	Мощность			Высота [мм (дюйм)] A	Ширина [мм (дюйм)] B	Глубина [мм (дюйм)] C	Номер для заказа комплекта IP21	Номер для заказа комплекта NEMA тип 1
		3 x 200–240 В [кВт (л. с.)]	3 x 380–480 В [кВт (л. с.)]	3 x 525–600 В [кВт (л. с.)]					
H1	IP20	0,25–1,5 (0,34–2,0)	0,37–1,5 (0,5–2,0)	–	293 (11,5)	81 (3,2)	173 (6,8)	132B0212	132B0222
H2	IP20	2,2 (3,0)	2,2–4,0 (3,0–5,4)	–	322 (12,7)	96 (3,8)	195 (7,7)	132B0213	132B0223
H3	IP20	3,7 (5,0)	5,5–7,5 (7,4–10)	–	346 (13,6)	106 (4,2)	210 (8,3)	132B0214	132B0224
H4	IP20	5,5–7,5 (7,4–10)	11–15 (15–20)	–	374 (14,7)	141 (5,6)	245 (9,6)	132B0215	132B0225
H5	IP20	11 (15)	18,5–22 (25–30)	–	418 (16,5)	161 (6,3)	260 (10,2)	132B0216	132B0226
H6	IP20	15–18,5 (20–25)	30–45 (40–60)	18,5–30 (25–40)	663 (26,1)	260 (10,2)	242 (9,5)	132B0217	132B0217
H7	IP20	22–30 (30–40)	55–75 (74–100)	37–55 (50–74)	807 (31,8)	329 (13,0)	335 (13,2)	132B0218	132B0218
H8	IP20	37–45 (50–60)	90 (120)	75–90 (100–120)	943 (37,1)	390 (15,3)	335 (13,2)	132B0219	132B0219
H9	IP20	–	–	2,2–7,5 (3,0–10)	372 (14,6)	130 (5,1)	205 (8,1)	132B0220	132B0220
H10	IP20	–	–	11–15 (15–20)	475 (18,7)	165 (6,5)	249 (9,8)	132B0221	132B0221

Таблица 4.4 Характеристики комплектов принадлежностей для корпуса

4.2.4 Развязывающая панель

Для правильной установки в соответствии с требованиями электромагнитной совместимости (ЭМС) используйте развязывающую панель.

На *Рисунок 4.8* показана развязывающая панель на корпусе H3.

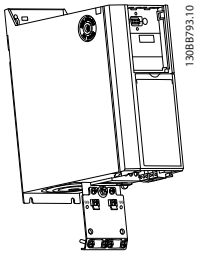


Рисунок 4.8 Развязывающая панель

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

		Мощность [кВт (л. с.)]			Номера для заказа развязывающей панели
Типоразмер	**Класс IP**	**3 x 200–240 В**	**3 x 380–480 В**	**3 x 525–600 В**	
H1	IP20	0,25–1,5 (0,33–2,0)	0,37–1,5 (0,5–2,0)	–	132B0202
H2	IP20	2,2 (3,0)	2,2–4 (3,0–5,4)	–	132B0202
H3	IP20	3,7 (5,0)	5,5–7,5 (7,5–10)	–	132B0204
H4	IP20	5,5–7,5 (7,5–10)	11–15 (15–20)	–	132B0205
H5	IP20	11 (15)	18,5–22 (25–30)	–	130B0205
H6	IP20	15–18,5 (20–25)	30 (40)	18,5–30 (25–40)	132B0207
H6	IP20	–	37–45 (50–60)	–	132B0242
H7	IP20	22–30 (30–40)	55 (75)	37–55 (50–75)	132B0208
H7	IP20	–	75 (100)	–	132B0243
H8	IP20	37-45 (50–60)	90 (125)	75–90 (100–125)	132B0209

Таблица 4.5 Характеристики развязывающих панелей

УВЕДОМЛЕНИЕ

Для корпусов H9 и H10 развязывающие панели включены в пакет с принадлежностями.

4.3 Номера для заказа

4.3.1 Дополнительные устройства и принадлежности

	Размер корпуса Напряжение сети	**H1 [кВт (л. с.)]**	**H2 [кВт (л. с.)]**	**H3 [кВт (л. с.)]**	**H4 [кВт (л. с.)]**	**H5 [кВт (л. с.)]**	**H6 [кВт (л. с.)]**		**H7 [кВт (л. с.)]**		**H8 [кВт (л. с.)]**
	T2 (200–240 В пер. тока)	0,25–1,5 (0,33–2,0)	2,2 (3,0)	3,7 (5,0)	5,5–7,5 (7,5–10)	11 (15)	15–18,5 (20–25)	–	22–30 (30–40)	–	37–45 (50–60)
	T4 (380–480 В пер. тока)	0,37–1,5 (0,5–2,0)	2,2–4,0 (3,0–5,4)	5,5–7,5 (7,5–10)	11–15 (15–20)	18,5–22 (25–30)	30 (40)	37–45 (50–60)	55 (75)	75 (100)	90 (125)
	T6 (525–600 В пер. тока)	–	–	–	–	–	18,5–30 (25–40)	–	37–55 (50–75)	–	75–90 (100–125)
Описание											
LCP[1)]		132B0200									
Монтажный комплект для панели LCP со степенью защиты IP55, включающий кабель 3 м (9,8 фута)		132B0201									

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

	Размер корпуса Напряжение сети	H1 [кВт (л. с.)]	H2 [кВт (л. с.)]	H3 [кВт (л. с.)]	H4 [кВт (л. с.)]	H5 [кВт (л. с.)]	H6 [кВт (л. с.)]		H7 [кВт (л. с.)]		H8 [кВт (л. с.)]
Комплект для переоборудования LCP 31 на RJ 45		132B0203									
Монтажный комплект для панели LCP со степенью защиты IP55, без кабеля 3 м (9,8 фута)		132B0206									
Развязывающая панель		132B0202	132B0202	132B0204	132B0205	132B0205	132B0207	132B0242	132B0208	132B0243	132B0209
Вариант исполнения IP21		132B0212	132B0213	132B0214	132B0215	132B0216	132B0217		132B0218		132B0219
Комплект NEMA тип 1		132B0222	132B0223	132B0224	132B0225	132B0226	132B0217		132B0218		132B0219

Таблица 4.6 Дополнительные устройства и принадлежности

1) Для блоков IP20 панель LCP заказывается отдельно. У блоков IP54 панель LCP входит в стандартную конфигурацию и устанавливается на преобразователе частоты.

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

4

4.3.2 Фильтры гармоник

3 x 380–480 В 50 Гц					
Мощность [кВт (л. с.)]	Входной ток преобразователя частоты, непрерывный [A]	Частота коммутации по умолчанию [кГц]	Уровень THDi [%]	Номер заказа фильтра IP00	Кодовый номер фильтра IP20
22 (30)	41,5	4	4	130B1397	130B1239
30 (40)	57	4	3	130B1398	130B1240
37 (50)	70	4	3	130B1442	130B1247
45 (60)	84	3	3	130B1442	130B1247
55 (74)	103	3	5	130B1444	130B1249
75 (100)	140	3	4	130B1445	130B1250
90 (120)	176	3	4	130B1445	130B1250

Таблица 4.7 Фильтры AHF (искажение тока 5 %)

3 x 380–480 В 50 Гц					
Мощность [кВт (л. с.)]	Входной ток преобразователя частоты, непрерывный [A]	Частота коммутации по умолчанию [кГц]	Уровень THDi [%]	Номер заказа фильтра IP00	Кодовый номер фильтра IP20
22 (30)	41,5	4	6	130B1274	130B1111
30 (40)	57	4	6	130B1275	130B1176
37 (50)	70	4	9	130B1291	130B1201
45 (60)	84	3	9	130B1291	130B1201
55 (74)	103	3	9	130B1292	130B1204
75 (100)	140	3	8	130B1294	130B1213
90 (120)	176	3	8	130B1294	130B1213

Таблица 4.8 Фильтры AHF (искажение тока 10 %)

3 x 440–480 В 60 Гц					
Мощность [кВт (л. с.)]	Входной ток преобразователя частоты, непрерывный [A]	Частота коммутации по умолчанию [кГц]	Уровень THDi [%]	Номер заказа фильтра IP00	Кодовый номер фильтра IP20
22 (30)	34,6	4	3	130B1792	130B1757
30 (40)	49	4	3	130B1793	130B1758
37 (50)	61	4	3	130B1794	130B1759
45 (60)	73	3	4	130B1795	130B1760
55 (74)	89	3	4	130B1796	130B1761
75 (100)	121	3	5	130B1797	130B1762
90 (120)	143	3	5	130B1798	130B1763

Таблица 4.9 Фильтры AHF (искажение тока 5 %)

3 x 440–480 В 60 Гц					
Мощность [кВт (л. с.)]	Входной ток преобразователя частоты, непрерывный [A]	Частота коммутации по умолчанию [кГц]	Уровень THDi [%]	Номер заказа фильтра IP00	Кодовый номер фильтра IP20
22 (30)	34,6	4	6	130B1775	130B1487
30 (40)	49	4	8	130B1776	130B1488
37 (50)	61	4	7	130B1777	130B1491
45 (60)	73	3	9	130B1778	130B1492
55 (74)	89	3	8	130B1779	130B1493
75 (100)	121	3	9	130B1780	130B1494
90 (120)	143	3	10	130B1781	130B1495

Таблица 4.10 Фильтры AHF (искажение тока 10 %)

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

4.3.3 Внешний фильтр ВЧ-помех

При использовании внешних фильтров, перечисленных в *Таблица 4.11* максимальная экранированная длина кабеля составляет 50 м (164 фута) в соответствии с EN/IEC 61800-3 C2 (EN 55011 A1) или 20 м (65,6 фута) в соответствии с EN/IEC 61800-3 C1(EN 55011 B).

Мощность [кВт (л. с.)] Типоразмер 380–480 В	Тип	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L1	Крутящий момент [Н·м (дюйм-фунт)]	Масса [кг (фунт)]	Номер для заказа
0,37–2,2 (0,5–3,0)	FN3258-7-45	190	40	70	160	180	20	4,5	1	10,6	M5	20	31	0,7–0,8 (6,2–7,1)	0,5 (1,1)	132B0244
3,0–7,5 (4,0–10)	FN3258-16-45	250	45	70	220	235	25	4,5	1	10,6	M5	22,5	31	0,7–0,8 (6,2–7,1)	0,8 (1,8)	132B0245
11–15 (15–20)	FN3258-30-47	270	50	85	240	255	30	5,4	1	10,6	M5	25	40	1,9–2,2 (16,8–19,5)	1,2 (2,6)	132B0246
18,5–22 (25–30)	FN3258-42-47	310	50	85	280	295	30	5,4	1	10,6	M5	25	40	1,9–2,2 (16,8–19,5)	1,4 (3,1)	132B0247

Таблица 4.11 Сведения о фильтрах ВЧ-помех

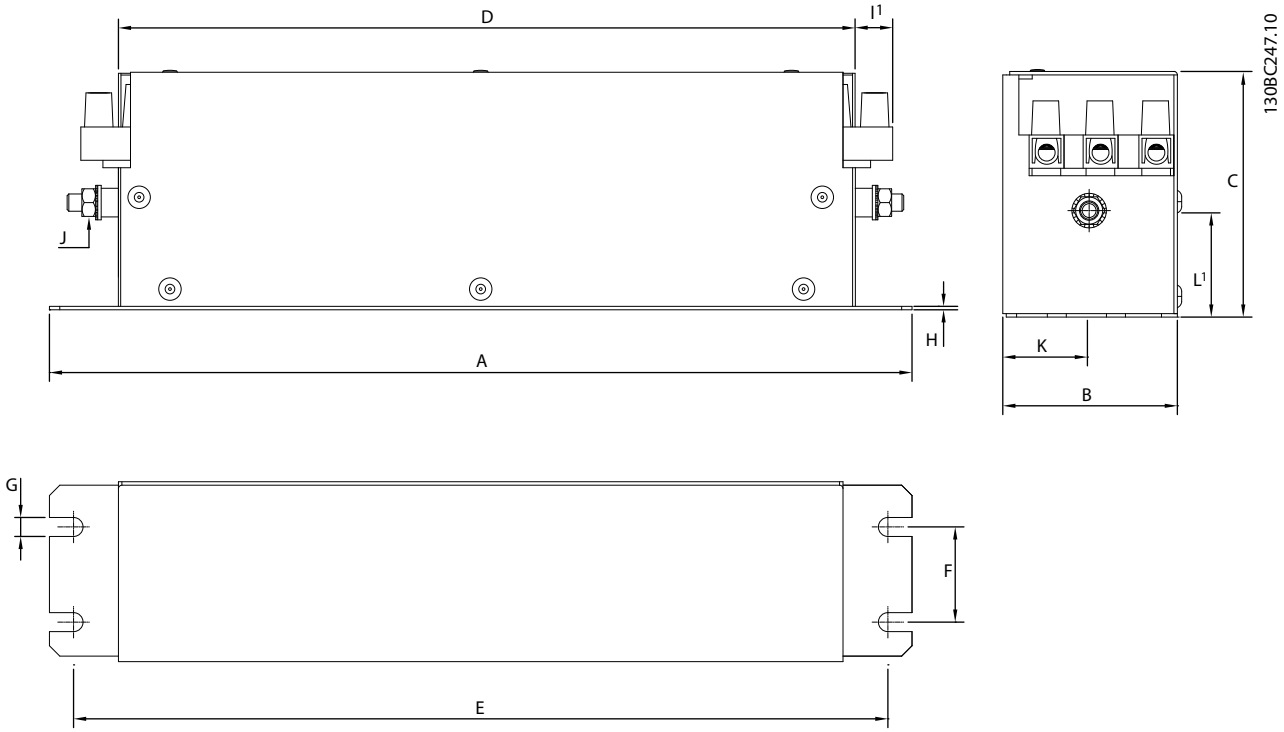


Рисунок 4.9 Фильтр ВЧ-помех - габаритные размеры

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

5 Монтаж

5.1 Электрический монтаж

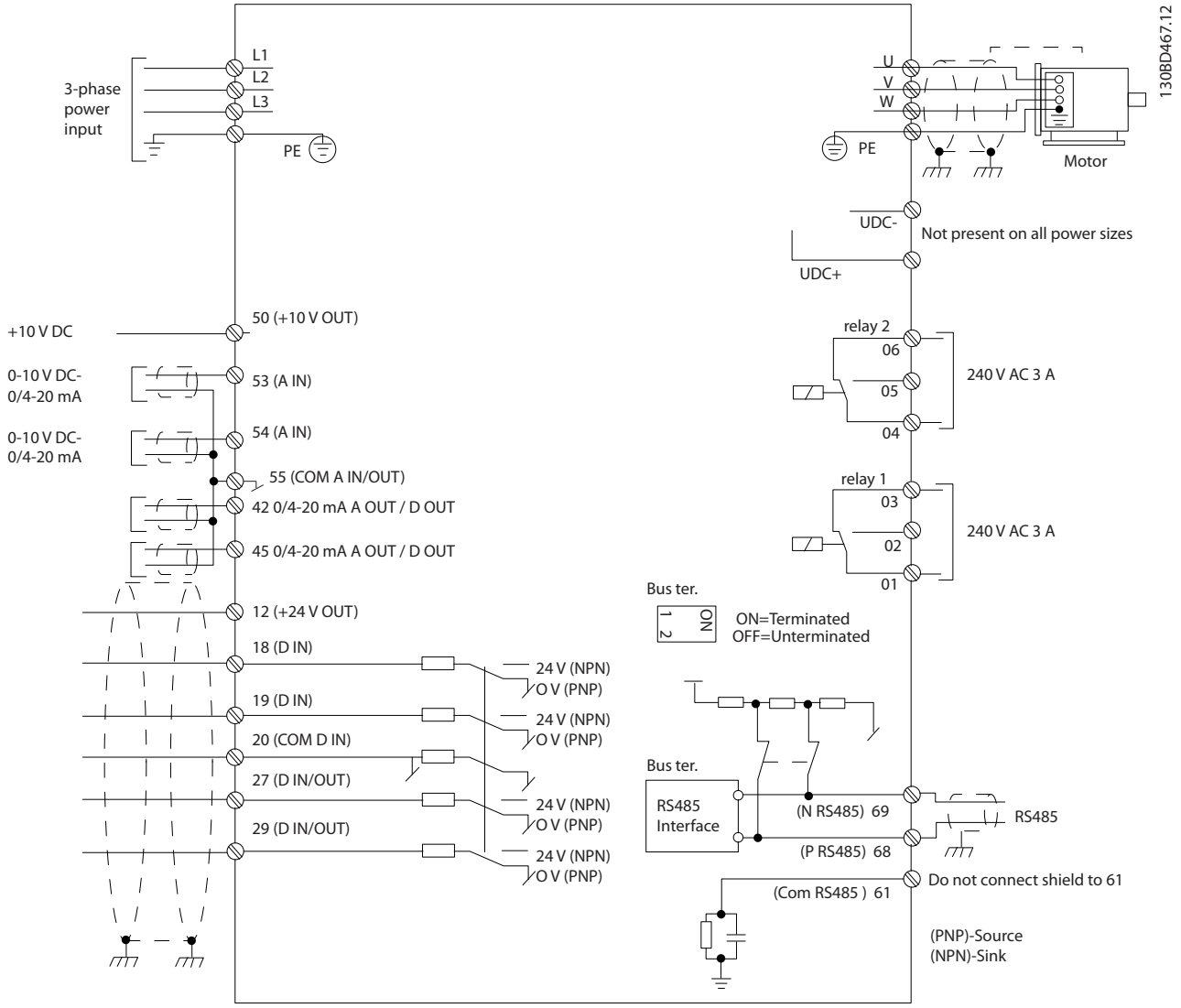


Рисунок 5.1 Схема основных подключений

УВЕДОМЛЕНИЕ

В следующих блоках отсутствует доступ к клеммам UDC- и UDC+:

- **IP20, 380–480 В, 30–90 кВт (40–125 л. с.)**
- **IP20, 200–240 В, 15–45 кВт (20–60 л. с.)**
- **IP20, 525–600 В, 2,2–90 кВт (3,0–125 л. с.)**
- **IP54, 380–480 В, 22–90 кВт (30–125 л. с.)**

Вся система кабелей должна соответствовать государственным и местным нормам и правилам в отношении сечения кабелей и температуры окружающей среды. Необходимо использовать медные проводники. Рекомендуется использовать проводники, рассчитанные на 75 °C (167 °F).

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Мощность [кВт (л. с.)]				Усилие [Н·м (дюйм-фунт)]					
Размер корпуса	Класс IP	3 x 200–240 В	3 x 380–480 В	Сеть питания	Двигатель	Подключение постоянного тока	Клеммы управления	Земля	Реле
H1	IP20	0,25–1,5 (0,33–2,0)	0,37–1,5 (0,5–2,0)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)
H2	IP20	2,2 (3,0)	2,2–4,0 (3,0–5,0)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)
H3	IP20	3,7 (5,0)	5,5–7,5 (7,5–10)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)
H4	IP20	5,5–7,5 (7,5–10)	11–15 (15–20)	1,2 (11)	1,2 (11)	1,2 (11)	0,5 (4,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)
H5	IP20	11 (15)	18,5–22 (25–30)	1,2 (11)	1,2 (11)	1,2 (11)	0,5 (4,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)
H6	IP20	15–18,5 (20–25)	30–45 (40–60)	4,5 (40)	4,5 (40)	–	0,5 (4,0)	3 (27)	0,5 (4,0)
H7	IP20	22–30 (30–40)	55 (70)	10 (89)	10 (89)	–	0,5 (4,0)	3 (27)	0,5 (4,0)
H7	IP20	–	75 (100)	14 (124)	14 (124)	–	0,5 (4,0)	3 (27)	0,5 (4,0)
H8	IP20	37–45 (50–60)	90 (125)	24 (212)[1)]	24 (212)[1)]	–	0,5 (4,0)	3 (27)	0,5 (4,0)

Таблица 5.1 Усилия затяжки для корпусов размера H1–H8, 3 x 200–240 В и 3 x 380–480 В

Мощность [кВт (л. с.)]			Усилие [Н·м (дюйм-фунт)]					
Размер корпуса	Класс IP	3 x 380–480 В	Сеть питания	Двигатель	Подключение постоянного тока	Клеммы управления	Земля	Реле
I2	IP54	0,75–4,0 (1,0–5,0)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)
I3	IP54	5,5–7,5 (7,5–10)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)
I4	IP54	11–18,5 (15–25)	1,4 (12)	0,8 (7,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)	0,8 (7,0)	0,5 (4,0)
I6	IP54	22–37 (30–50)	4,5 (40)	4,5 (40)	–	0,5 (4,0)	3 (27)	0,6 (5,0)
I7	IP54	45–55 (60–70)	10 (89)	10 (89)	–	0,5 (4,0)	3 (27)	0,6 (5,0)
I8	IP54	75–90 (100–125)	14 (124)/24 (212)[2)]	14 (124)/24 (212)[2)]	–	0,5 (4,0)	3 (27)	0,6 (5,0)

Таблица 5.2 Усилия затяжки для корпусов размера I2–I8

Мощность [кВт (л. с.)]			Усилие [Н·м (дюйм-фунт)]					
Размер корпуса	Класс IP	3 x 525–600 В	Сеть питания	Двигатель	Подключение постоянного тока	Клеммы управления	Земля	Реле
H9	IP20	2,2–7,5 (3,0–10)	1,8 (16)	1,8 (16)	Не рекомендуется	0,5 (4,0)	3 (27)	0,6 (5,0)
H10	IP20	11–15 (15–20)	1,8 (16)	1,8 (16)	Не рекомендуется	0,5 (4,0)	3 (27)	0,6 (5,0)
H6	IP20	18,5–30 (25–40)	4,5 (40)	4,5 (40)	–	0,5 (4,0)	3 (27)	0,5 (4,0)
H7	IP20	37–55 (50–70)	10 (89)	10 (89)	–	0,5 (4,0)	3 (27)	0,5 (4,0)
H8	IP20	75–90 (100–125)	14 (124)/24 (212)[2)]	14 (124)/24 (212)[2)]	–	0,5 (4,0)	3 (27)	0,5 (4,0)

Таблица 5.3 Усилия затяжки для корпусов размера H6–H10, 3 x 525–600 В

1) Сечение кабелей > 95 мм²

2) Сечение кабелей ≤ 95 мм²

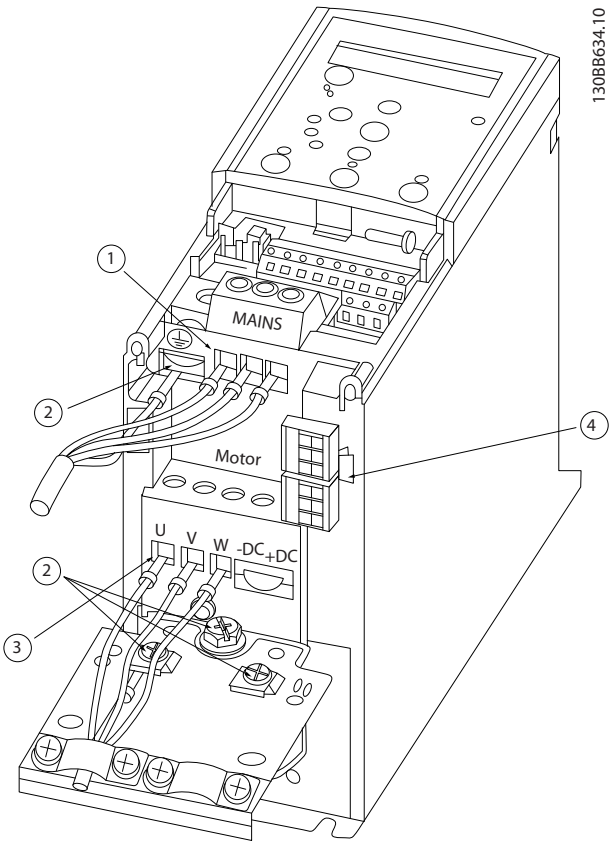
Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

5.1.1 Подключение сети питания и двигателя

Преобразователь частоты предназначен для работы со всеми стандартными трехфазными асинхронными двигателями. Сведения о максимальном сечении кабелей см. в *глава 8.4 Общие технические данные*.

- Чтобы обеспечить соответствие требованиям ЭМС по излучению, используйте для подключения двигателя экранированный/защищенный кабель, причем соедините его и с развязывающей панелью, и с двигателем.
- Для снижения уровня шума и токов утечки кабель двигателя должен быть как можно более коротким.
- Подробное описание монтажа развязывающей панели приведено в *Инструкции по монтажу развязывающей панели* FC 101.
- Также см. раздел, посвященный *установке в соответствии с требованиями ЭМС* в *глава 5.1.2 Электрический монтаж с учетом требований ЭМС*.
- Подробнее о подключении преобразователя частоты к сети и двигателю см. раздел *Подключение к сети и двигателю* в *Кратком руководстве VLT® HVAC Basic Drive FC 101*.

Реле и клеммы на корпусах размера H1–H5

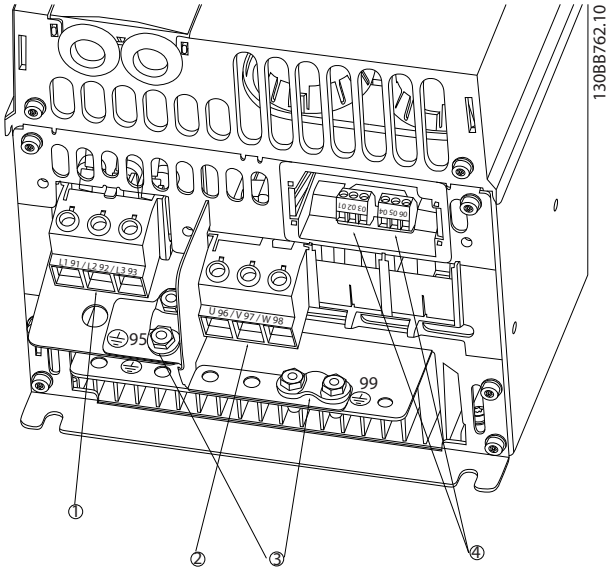


1	Сеть питания
2	Земля
3	Двигатель
4	Реле

Рисунок 5.2 Размеры корпуса H1–H5
IP20, 200–240 В, 0,25–11 кВт (0,33–15 л. с.)
IP20, 380–480 В, 0,37–22 кВт (0,5–30 л. с.)

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

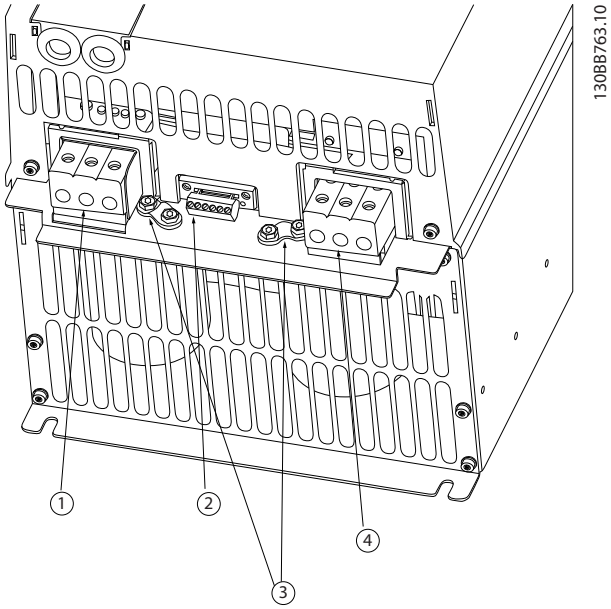
Реле и клеммы на корпусах размера H6



1	Сеть питания
2	Двигатель
3	Земля
4	Реле

Рисунок 5.3 Размер корпуса H6
IP20, 380–480 В, 30–45 кВт (40–60 л. с.)
IP20, 200–240 В, 15–18,5 кВт (20–25 л. с.)
IP20, 525–600 В, 22–30 кВт (30–40 л. с.)

Реле и клеммы на корпусах размера H7

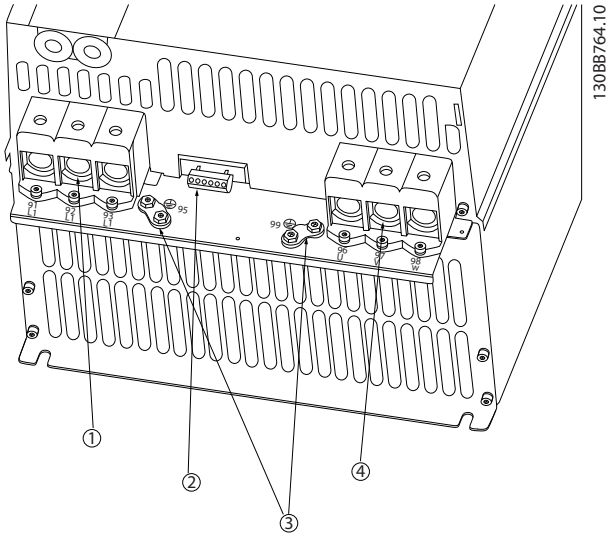


1	Сеть питания
2	Реле
3	Земля
4	Двигатель

Рисунок 5.4 Размер корпуса H7
IP20, 380–480 В, 55–75 кВт (70–100 л. с.)
IP20, 200–240 В, 22–30 кВт (30–40 л. с.)
IP20, 525–600 В, 45–55 кВт (70–60 л. с.)

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Реле и клеммы на корпусах размера H8



1	Сеть питания
2	Реле
3	Земля
4	Двигатель

Рисунок 5.5 Размер корпуса H8
IP20, 380–480 В, 90 кВт (125 л. с.)
IP20, 200–240 В, 37–45 кВт (50–60 л. с.)
IP20, 525–600 В, 75–90 кВт (100–125 л. с.)

Подключение сети питания и двигателя, размер корпуса H9

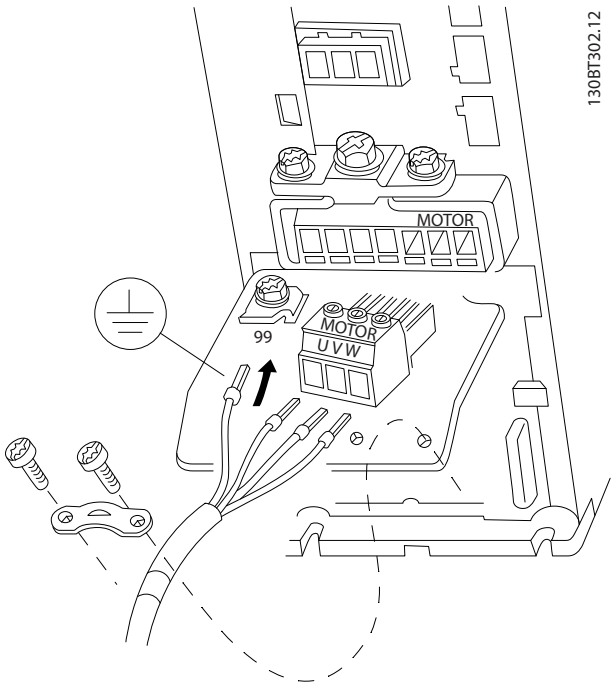


Рисунок 5.6 Подключение двигателя, размер корпуса H9
IP20, 600 В, 2,2–7,5 кВт (3,0–10 л. с.)

Убедитесь, что сетевые кабели корпуса H9 подключены правильно, подробнее см. раздел *Подключение к сети и двигателю* в *Кратком руководстве VLT® HVAC Basic Drive FC 101*. Используйте моменты затяжки клемм, приведенные в *глава 5.1.1 Общие сведения по электромонтажу*.

Реле и клеммы на корпусах размера H10

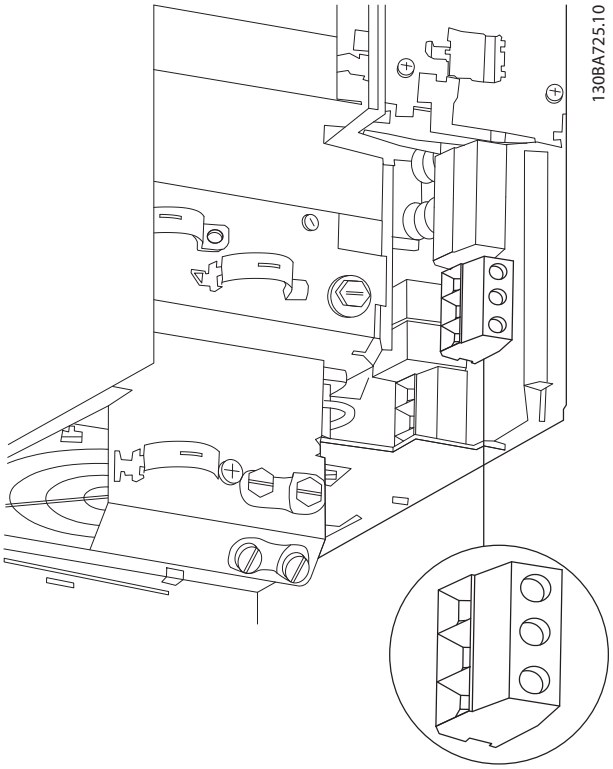
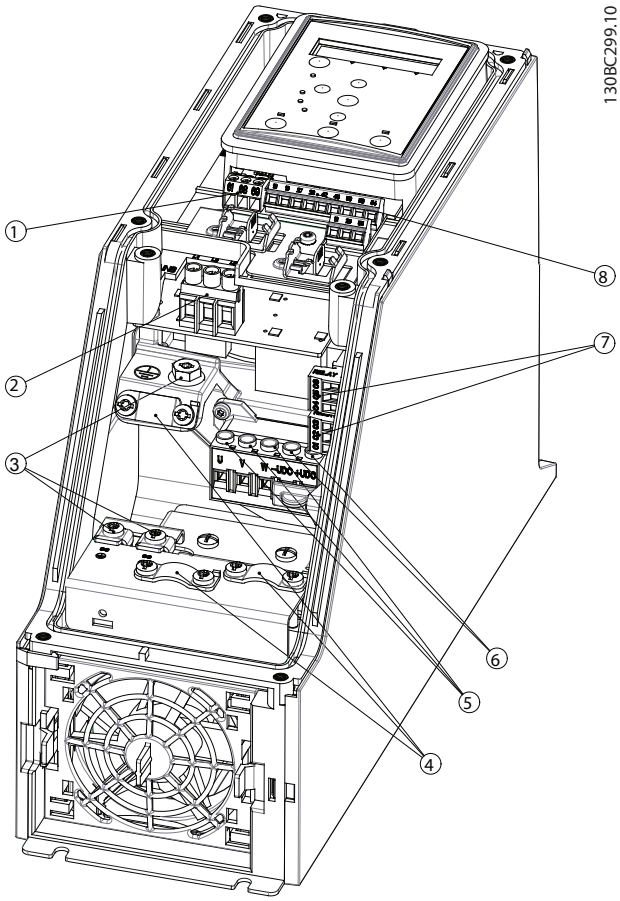


Рисунок 5.7 Размер корпуса H10
IP20, 600 В, 11–15 кВт (15–20 л. с.)

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

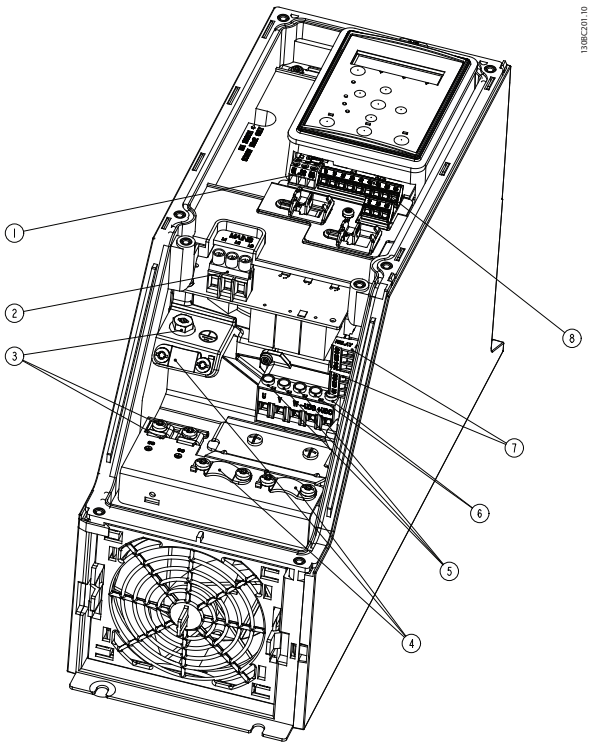
Размер корпуса I2



1	RS485
2	Сеть питания
3	Земля
4	Кабельные зажимы
5	Двигатель
6	Uпост. тока
7	Реле
8	Входы/Выходы

Рисунок 5.8 Размер корпуса I2
IP54, 380–480 В, 0,75–4,0 кВт (1,0–5,0 л. с.)

Размер корпуса I3

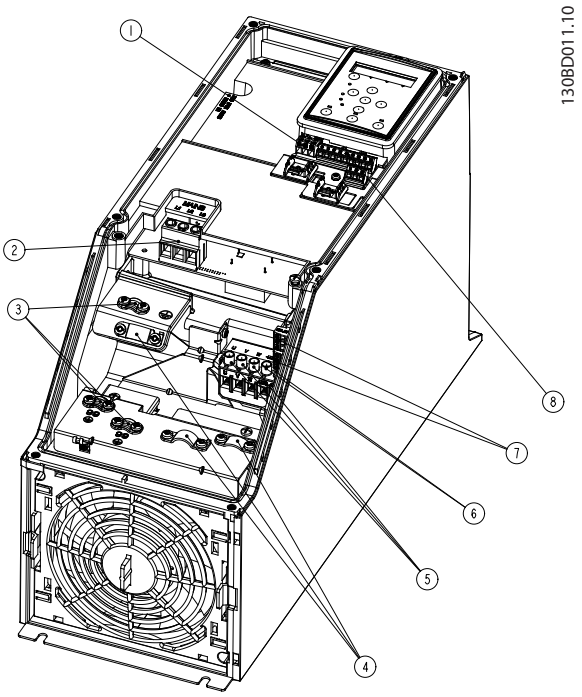


1	RS485
2	Сеть питания
3	Земля
4	Кабельные зажимы
5	Двигатель
6	Uпост. тока
7	Реле
8	Входы/Выходы

Рисунок 5.9 Размер корпуса I3
IP54, 380–480 В, 5,5–7,5 кВт (7,5–10 л. с.)

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Размер корпуса I4



1	RS485
2	Сеть питания
3	Земля
4	Кабельные зажимы
5	Двигатель
6	Uпост. тока
7	Реле
8	Входы/Выходы

Рисунок 5.10 Размер корпуса I4
IP54, 380–480 В, 0,75–4,0 кВт (1,0–5,0 л. с.)

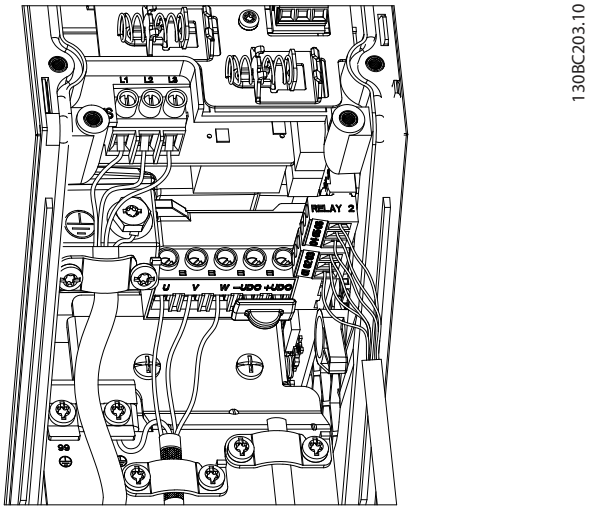


Рисунок 5.11 IP54, размеры корпуса I2, I3, I4

Размер корпуса I6

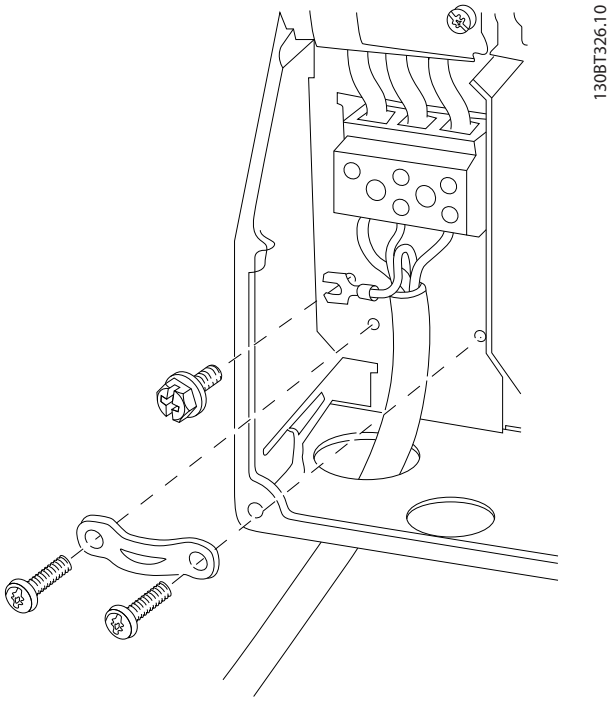


Рисунок 5.12 Подключение сети питания для корпусов I6
IP54, 380–480 В, 22–37 кВт (30–50 л. с.)

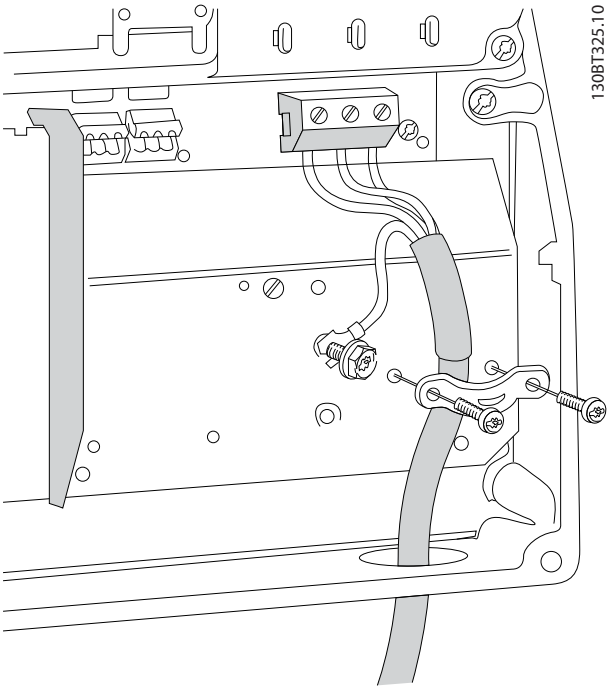


Рисунок 5.13 Подключение двигателя для корпуса I6
IP54, 380–480 В, 22–37 кВт (30–50 л. с.)

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

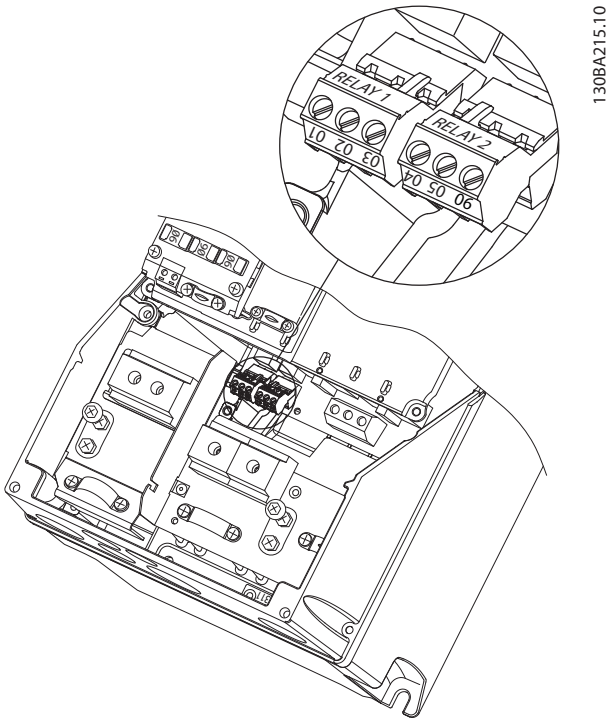


Рисунок 5.14 Реле на корпусе размера I6
IP54, 380–480 В, 22–37 кВт (30–50 л. с.)

Размеры корпусов I7, I8

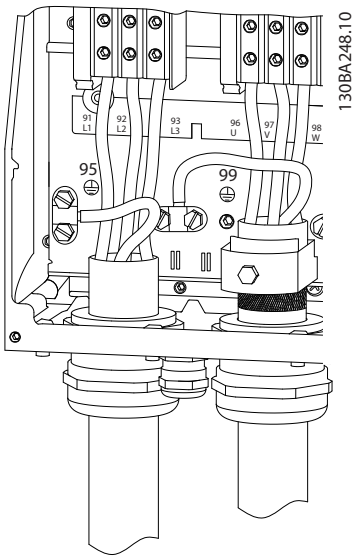


Рисунок 5.15 Размеры корпусов I7, I8
IP54, 380–480 В, 55–45 кВт (70–60 л. с.)
IP54, 380–480 В, 75–90 кВт (100–125 л. с.)

5.1.2 Электрический монтаж с учетом требований ЭМС

Для обеспечения корректного электрического монтажа с учетом требований ЭМС обратите внимание на следующие рекомендации.

- В качестве кабелей к двигателю и кабелей управления используйте только экранированные/защищенные кабели.
- Подключите экран к земле на обоих концах.
- Избегайте подключения экрана с помощью скрученных концов (косичек), поскольку это сводит на нет эффект экранирования на высоких частотах. Вместо этого применяйте прилагаемые кабельные зажимы.
- Между монтажной платой и металлическим шкафом преобразователя частоты необходимо обеспечить с помощью установочных винтов хороший электрический контакт.
- Следует использовать звездообразные шайбы и проводящие монтажные платы.
- В установочных шкафах нельзя применять неэкранированные/небронированные кабели двигателя.

5

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

5

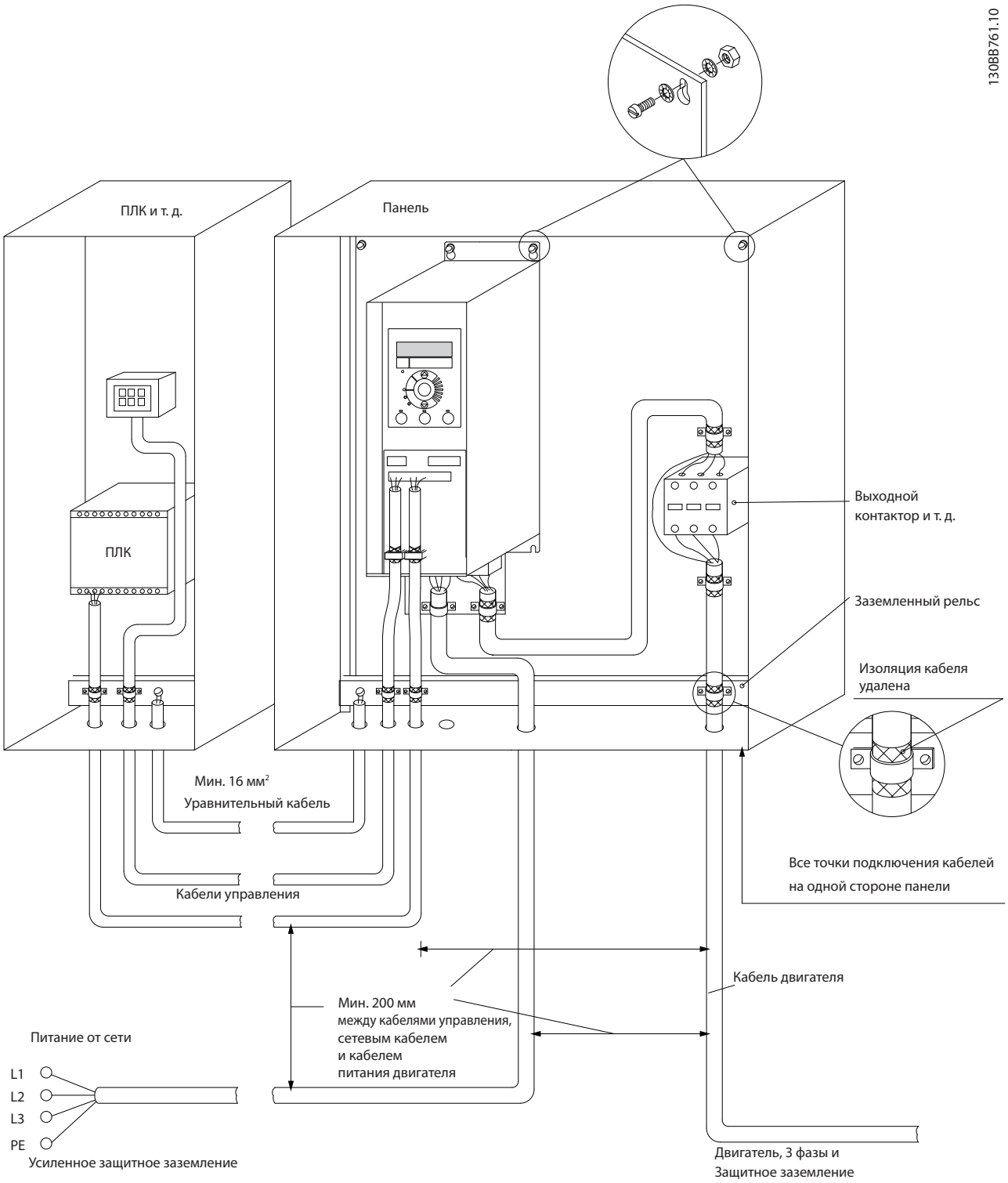


Рисунок 5.16 Электрический монтаж с учетом требований ЭМС

УВЕДОМЛЕНИЕ

В Северной Америке вместо экранированного кабеля используйте металлические кабелепроводы.

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

5.1.3 Клеммы управления

См. *Краткое руководство VLT® HVAC Basic Drive FC 101* и убедитесь, что крышка клеммы удалена правильно.

Все клеммы управления преобразователя частоты показаны на *Рисунок 5.17*. Для работы преобразователя частоты необходим сигнал пуска (клемма 18), соединение между клеммами 12–27 и аналоговое задание (клеммы 53 или 54 и 55).

Настройка режима цифрового входа для клемм 18, 19 и 27 выполняется в *параметр 5-00 Digital Input Mode (Режим цифрового ввода/вывода)* (PNP - значение по умолчанию). Режим цифрового входа 29 настраивается в *параметр 5-03 Digital Input 29 Mode (Режим цифрового входа 29)* (PNP - значение по умолчанию).

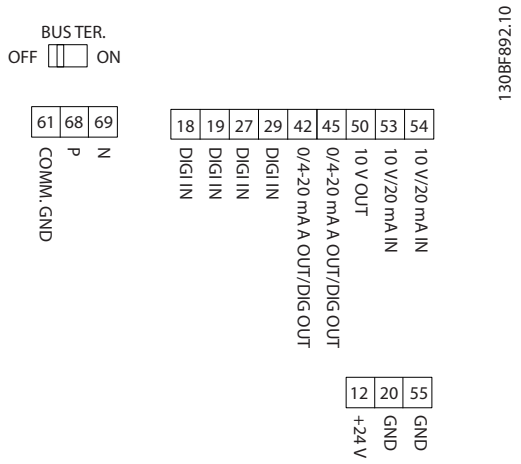


Рисунок 5.17 Клеммы управления

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

6 Программирование

6.1 Введение

Преобразователь частоты может быть запрограммирован с LCP или ПК через коммуникационный порт RS485 с помощью средства конфигурирования Средство конфигурирования MCT 10. Более подробные сведения об этом программном обеспечении см. в *глава 1.5 Дополнительные ресурсы*.

6.2 Панель местного управления (LCP)

LCP разделена на 4 функциональные зоны.

A. Дисплей

B. Кнопка меню

C. Кнопки навигации и световые индикаторы

D. Кнопки управления и световые индикаторы

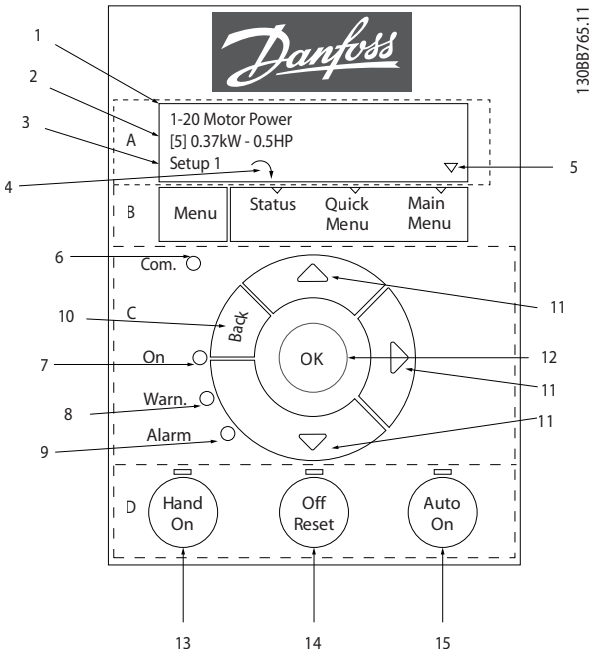


Рисунок 6.1 Панель местного управления (LCP)

A. Дисплей

Жидкокристаллический дисплей имеет две буквенно-цифровые строки. Все данные отображаются на LCP.

На *Рисунок 6.1* показана различная информация, которая может отображаться на дисплее.

1	Номер и название параметра.
2	Значение параметра.
3	Номер набора показывает активный набор и редактируемый набор. Если один и тот же набор является и активным, и редактируемым, отображается только номер активного набора (заводская настройка). Если активный и редактируемый наборы разные, на дисплее отображаются оба номера (набор 12). Мигающий номер означает редактируемый набор параметров.
4	Направление вращения двигателя показано слева в нижней части дисплея и обозначается небольшой стрелкой, направленной либо по часовой стрелке, либо против часовой стрелки.
5	Треугольник указывает, находится ли LCP в меню состояния, быстром меню или главном меню.

Таблица 6.1 Пояснения к *Рисунок 6.1*, часть I

B. Кнопка меню

Кнопка [Menu] (Меню) позволяет переключаться между меню состояния, быстрым меню и главным меню.

C. Кнопки навигации и световые индикаторы

6	Светодиод Com (Связь): мигает при наличии связи по шине.
7	Зеленый светодиод/On (Вкл.): секция управления работает правильно.
8	Желтый светодиод/Warn. (Предупр.): обозначает предупреждение.
9	Мигающий красный светодиод/Alarm (Ав. сигнал): обозначает аварийный сигнал.
10	[Back] (Назад): Позволяет возвратиться к предыдущему шагу или уровню в структуре перемещений.
11	[▲] [▼] [►]: используются для перехода между группами параметров, параметрами и значениями в пределах параметров. Также используются для настройки местного задания.
12	[OK]: используется для выбора параметра и принятия изменений, внесенных в значение параметра.

Таблица 6.2 Пояснения к *Рисунок 6.1*, часть II

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

D. Кнопки управления и световые индикаторы

13	[Hand On] (Ручной режим): используется для пуска двигателя и позволяет управлять преобразователем частоты с LCP. **УВЕДОМЛЕНИЕ** ***[2] Выбег, инверсный* - значение по умолчанию для пар. *параметр 5-12 Terminal 27 Digital Input (Клемма 27, цифровой вход)*. При отсутствии напряжения 24 В на клемме 27 нельзя запустить двигатель с помощью кнопки [Hand On] (Ручной режим). Следует подключить клемму 12 к клемме 27.**
14	[Off/Reset] (Выкл./Сброс): останавливает подключенный двигатель. В аварийном режиме выполняется сброс сигнализации.
15	[Auto On] (Автоматический режим): позволяет управлять преобразователем частоты через клеммы управления или последовательную связь.

Таблица 6.3 Пояснения к *Рисунок 6.1*, часть III

6.3 Меню

6.3.1 Меню состояния

В меню *состояния* для выбора доступны следующие варианты:

- Частота двигателя [Гц], *параметр 16-13 Frequency (Частота)*
- Ток двигателя [A], *параметр 16-14 Motor current (Ток двигателя)*.
- Задание скорости двигателя в процентах [%], *параметр 16-02 Reference [%] (Задание [%])*.
- Обратная связь, *параметр 16-52 Feedback[Unit] (Обратная связь [ед. изм.])*.
- Для *параметр 16-10 Power [kW] (Мощность [кВт])* мощность двигателя указана в кВт, для *параметр 16-11 Power [hp] (Мощность [л. с.])* - в л. с. Если в *параметр 0-03 Региональные настройки* выбрано значение *[1] Северная Америка*, мощность двигателя указывается в л. с., а не в кВт.
- Показания по выбору пользователя, *параметр 16-09 Custom Readout (Показания по выбору пользователя)*.
- Скорость двигателя [об/мин], *параметр 16-17 Speed [RPM] (Скорость [об/мин])*.

6.3.2 Быстрое меню

Быстрое меню используется для программирования наиболее распространенных функций. Быстрое меню содержит следующие пункты:

- Мастер настройки параметров применений с разомкнутым контуром. Для получения дополнительной информации см. *Рисунок 6.4*.
- Мастер настройки параметров применений с замкнутым контуром. Для получения дополнительной информации см. *Рисунок 6.5*.
- Настройка двигателя. Для получения дополнительной информации см. *Таблица 6.6*.
- Внесенные изменения.

Встроенное меню мастера проводит специалиста-установщика через шаги настройки преобразователя частоты для работы в применениях с разомкнутым или замкнутым контуром, а также позволяет выбрать быстрые настройки двигателя.

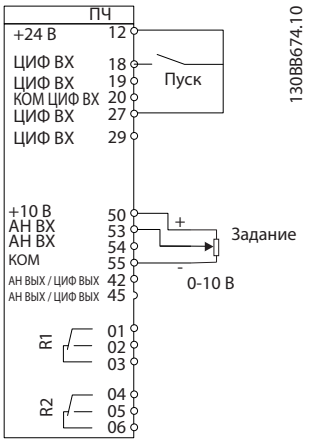


Рисунок 6.2 Проводка преобразователя частоты

Мастер отображается после включения питания до тех пор, пока не изменен какой-либо параметр. При помощи быстрого меню мастер можно запустить снова. Нажмите кнопку [OK] и запустите мастер. При нажатии кнопки [Back] (Назад) возвращается экран состояния.

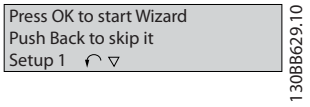


Рисунок 6.3 Запуск/выход из мастера

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

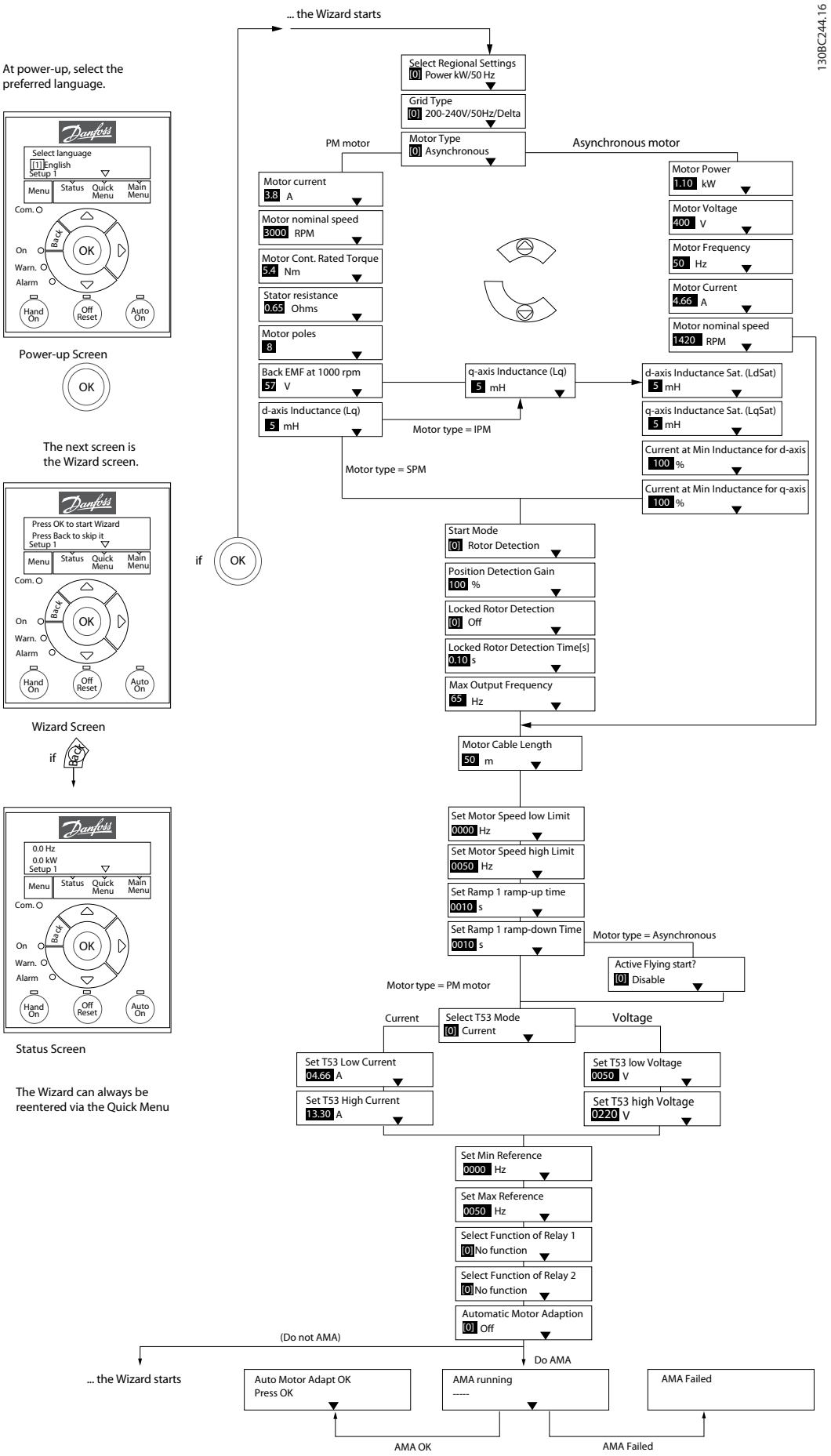


Рисунок 6.4 Мастер настройки параметров применений с разомкнутым контуром

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Мастер настройки параметров применений с разомкнутым контуром

Параметр	Дополнительный модуль	По умолчанию	Использование
Параметр 0-03 Региональные настройки	*[0] Международные* *[1] Северная Америка*	*[0] Международные*	–
Параметр 0-06 GridType (Тип сети)	*[0] 200–240 V/50 Hz/IT-grid (200–240 В/50 Гц/сеть IT)* *[1] 200–240 V/50 Hz/Delta (200–240 В/50 Гц/треуг.)* *[2] 200–240 V/50 Hz (200–240 В/50 Гц)* *[10] 380–440 V/50 Hz/IT-grid (380–440 В/50 Гц/сеть IT)* *[11] 380–440 V/50 Hz/Delta (380–440 В/50 Гц/треуг.)* *[12] 380–440 V/50 Hz (380–440 В/50 Гц)* *[20] 440–480 V/50 Hz/IT-grid (440–480 В/50 Гц/сеть IT)* *[21] 440–480 V/50 Hz/Delta (440–480 В/50 Гц/треуг.)* *[22] 440–480 V/50 Hz (440–480 В/50 Гц)* *[30] 525–600 V/50 Hz/IT-grid (525–600 В/50 Гц/сеть IT)* *[31] 525–600 V/50 Hz/Delta (525–600 В/50 Гц/треуг.)* *[32] 525–600 V/50 Hz (525–600 В/50 Гц)* *[100] 200–240 V/60 Hz/IT-grid (200–240 В/60 Гц/сеть IT)* *[101] 200–240 V/60 Hz/Delta (200–240 В/60 Гц/треуг.)* *[102] 200–240 V/60 Hz (200–240 В/60 Гц)* *[110] 380–440 V/60 Hz/IT-grid (380–440 В/60 Гц/сеть IT)* *[111] 380–440 V/60 Hz/Delta (380–440 В/60 Гц/треуг.)* *[112] 380–440 V/60 Hz (380–440 В/60 Гц)* *[120] 440–480 V/60 Hz/IT-grid (440–480 В/60 Гц/сеть IT)*	В соответствии с типоразмером	Выберите рабочий режим, который будет иметь место при повторном подключении преобразователя частоты к сети после пропадания питания.

6

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Параметр	Дополнительный модуль	По умолчанию	Использование
	[121] 440–480 V/60 Hz/ Delta (440–480 В/60 Гц/ треуг.) *[122] 440–480 V/60 Hz (440–480 В/60 Гц)* *[130] 525–600 V/60 Hz/IT-grid (525–600 В/60 Гц/ сеть IT)* *[131] 525–600 V/60 Hz/ Delta (525–600 В/60 Гц/ треуг.)* *[132] 525–600 V/60 Hz (525–600 В/60 Гц)*		
Параметр 1-10 Motor Construction (Конструкция двигателя)	**[0] Асинхронный* *[1] Неявнопо. с пост. магн.* *[3] PM, salient IPM (Явнополюсн. с пост. магнитами)*	*[0] Асинхронный*	Значение этого параметра может повлиять на следующие параметры: • *Параметр 1-01 Motor Control Principle (Принцип управления двигателем).* • *Параметр 1-03 Torque Characteristics (Характеристики момента нагрузки).* • *Параметр 1-08 Motor Control Bandwidth (Полоса управления двигателем).* • *Параметр 1-14 Damping Gain (Усил. подавл.).* • *Параметр 1-15 Low Speed Filter Time Const. (Пост. вр. фил./низк. скор.)* • *Параметр 1-16 High Speed Filter Time Const. (Пост. вр. фил./выс. скор.)* • *Параметр 1-17 Voltage filter time const. (Пост. вр. фил. напряж.)* • *Параметр 1-20 Motor Power (Мощность двигателя).* • *Параметр 1-22 Motor Voltage (Напряжение двигателя).* • *Параметр 1-23 Motor Frequency (Частота двигателя).* • *Параметр 1-24 Motor Current (Ток двигателя).* • *Параметр 1-25 Motor Nominal Speed (Номинальная скорость двигателя).* • *Параметр 1-26 Motor Cont. Rated Torque (Длительный ном. момент двигателя).* • *Параметр 1-30 Stator Resistance (Rs) (Сопротивление статора (Rs)).* • *Параметр 1-33 Stator Leakage Reactance (X1) (Реакт.сопротивл.рассеяния статора (X1)).* • *Параметр 1-35 Main Reactance (Xh) (Основное реактивное сопротивление (Xh)).*

Параметр	Дополнительный модуль	По умолчанию	Использование
			• *Параметр 1-37 d-axis Inductance (Ld) (Индуктивность по оси d (Ld)).* • *Параметр 1-38 q-axis Inductance (Lq) (Индуктивн. по оси q (Lq)).* • *Параметр 1-39 Motor Poles (Число полюсов двигателя).* • *Параметр 1-40 Back EMF at 1000 RPM (Противо-ЭДС при 1000 об/мин).* • *Параметр 1-44 d-axis Inductance Sat. (Насыщение индуктивности по оси d) (LdSat).* • *Параметр 1-45 q-axis Inductance Sat. (Насыщение индуктивности по оси q) (LqSat).* • *Параметр 1-46 Position Detection Gain (Коэф. усил. обнаруж. положения).* • *Параметр 1-48 Current at Min Inductance for d-axis (Ток при мин. индуктивности для оси d).* • *Параметр 1-49 Current at Min Inductance for q-axis (Ток при мин. индуктивности для оси q).* • *Параметр 1-66 Min. Current at Low Speed (Мин. ток при низкой скорости).* • *Параметр 1-70 Start Mode (Режим пуска).* • *Параметр 1-72 Start Function (Функция запуска).* • *Параметр 1-73 Flying Start (Запуск с хода).* • *Параметр 1-80 Function at Stop (Функция при останове).* • *Параметр 1-82 Min Speed for Function at Stop [Hz] (Мин.ск. д.функц.при ост. [Гц]).* • *Параметр 1-90 Тепловая защита двигателя.* • *Параметр 2-00 DC Hold/Motor Preheat Current (Ток удержания (пост. ток)/ток предпускового нагрева).* • *Параметр 2-01 DC Brake Current (Ток торможения пост. током).* • *Параметр 2-02 DC Braking Time (Время торможения пост. током).* • *Параметр 2-04 DC Brake Cut In Speed (Скорость включ.торм.пост.током).* • *Параметр 2-10 Brake Function (Функция торможения).* • *Параметр 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] (Верхний предел скорости двигателя [Гц]).* • *Параметр 4-19 Max Output Frequency (Макс. выходная частота).* • *Параметр 4-58 Missing Motor Phase Function (Функция при обрыве фазы двигателя).* • *Параметр 14-65 Speed Derate Dead Time Compensation (Компенсация времени простоя при снижении ном. скорости).*

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Параметр	Дополнительный модуль	По умолчанию	Использование
Параметр 1-20 Motor Power (Мощность двигателя)	0.12–110 kW/0.16–150 hp (0,12–110 кВт/0,16–150 л. с.)	В соответствии с типоразмером	Введите мощность двигателя, указанную на паспортной табличке.
Параметр 1-22 Motor Voltage (Напряжение двигателя)	50–1000 V (50–1000 В)	В соответствии с типоразмером	Введите напряжение двигателя, указанное на паспортной табличке.
Параметр 1-23 Motor Frequency (Частота двигателя)	20–400 Hz (20–400 Гц)	В соответствии с типоразмером	Введите частоту двигателя, указанную на паспортной табличке.
Параметр 1-24 Motor Current (Ток двигателя)	0.01–10000.00 A (0,01–10 000,00 A)	В соответствии с типоразмером	Введите ток двигателя, указанный на паспортной табличке.
Параметр 1-25 Motor Nominal Speed (Номинальная скорость двигателя)	50–9999 RPM (50–9999 об/мин)	В соответствии с типоразмером	Введите номинальную скорость двигателя, указанную на паспортной табличке.
Параметр 1-26 Motor Cont. Rated Torque (Длительный ном. момент двигателя)	0.1–1000.0 Nm (0,1–1000,0 Н·м)	В соответствии с типоразмером	Этот параметр действует только в том случае, если для *параметр 1-10 Motor Construction (Конструкция двигателя)* установлены значения, разрешающие режим двигателя с постоянными магнитами. ***УВЕДОМЛЕНИЕ*** **Изменение значения этого параметра влияет на установку других параметров.**
Параметр 1-29 Automatic Motor Adaption (AMA) (Авто адаптация двигателя (ААД))	См. *параметр 1-29 Automatic Motor Adaption (AMA) (Авто адаптация двигателя (ААД))*.	Выкл.	Выполнение ААД обеспечит оптимальные характеристики двигателя
Параметр 1-30 Stator Resistance (Rs) (Сопротивление статора (Rs))	0.000–99.990 Ω (0,000–99,990 Ом)	В соответствии с типоразмером	Установите значение сопротивления статора.
Параметр 1-37 d-axis Inductance (Ld) (Индуктивность по оси d (Ld))	0.000–1000.000 mH (0,000–1000,000 мГн)	В соответствии с типоразмером	Введите значение индуктивности по оси d. Возьмите это значение из листа технических характеристик двигателя с постоянными магнитами.
Параметр 1-38 q-axis Inductance (Lq) (Индуктивн. по оси q (Lq))	0.000–1000.000 mH (0,000–1000,000 мГн)	В соответствии с типоразмером	Введите значение индуктивности по оси q.
Параметр 1-39 Motor Poles (Число полюсов двигателя)	2–100	4	Введите число полюсов двигателя.
Параметр 1-40 Back EMF at 1000 RPM (Противо-ЭДС при 1000 об/мин)	10–9000 V (10–9000 В)	В соответствии с типоразмером	Линейное среднеквадратическое значение напряжения противо-ЭДС при 1000 об/мин.
Параметр 1-42 Motor Cable Length (Длина кабеля двигателя)	0–100 m (0–100 м)	50 m (50 м)	Введите длину кабеля двигателя.
Параметр 1-44 d-axis Inductance Sat. (Насыщение индуктивности по оси d) (LdSat)	0.000–1000.000 mH (0,000–1000,000 мГн)	В соответствии с типоразмером	Этот параметр соответствует индуктивности насыщения Ld. В идеале значение этого параметра совпадает со значением в *параметр 1-37 Индуктивность по оси d (Ld)*. Однако если поставщик двигателя предоставил характеристики индуктивности, введите значение, равное 200 % номинального значения индуктивности.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Параметр	Дополнительный модуль	По умолчанию	Использование
Параметр 1-45 q-axis Inductance Sat. (Насыщение индуктивности по оси q) (LqSat)	0.000–1000.000 mH (0,000–1000,000 мГн)	В соответствии с типоразмером	Этот параметр соответствует индуктивности насыщения Lq. В идеале значение этого параметра совпадает со значением в *параметр 1-38 q-axis Inductance (Lq) (Индуктивн. по оси q (Lq))*. Однако если поставщик двигателя предоставил характеристики индуктивности, введите значение, равное 200 % номинального значения индуктивности.
Параметр 1-46 Position Detection Gain (Коэф. усил. обнаруж. положения)	20–200%	100%	Настраивает высоту тестового импульса в процессе обнаружения положения при пуске.
Параметр 1-48 Current at Min Inductance for d-axis (Ток при мин. индуктивности для оси d)	20–200%	100%	Введите точку насыщения индуктивности.
Параметр 1-49 Current at Min Inductance for q-axis (Ток при мин. индуктивности для оси q)	20–200%	100%	Этот параметр определяет кривую насыщения для значений индуктивности по оси d- и q. При значениях данного параметра от 20 % до 100 % значения индуктивности линейно аппроксимируются в соответствии с параметрами *параметр 1-37 d-axis Inductance (Ld) (Индуктивность по оси d (Ld))*, *параметр 1-38 q-axis Inductance (Lq) (Индуктивн. по оси q (Lq))*, *параметр 1-44 d-axis Inductance Sat. (Насыщение индуктивности по оси d) (LdSat)* и *параметр 1-45 q-axis Inductance Sat. (Насыщение индуктивности по оси q) (LqSat)*.
Параметр 1-70 Start Mode (Режим пуска)	*[0] Обнаруж. ротора* *[1] Ожидание*	*[0] Обнаруж. ротора*	Выберите режим запуска двигателя с постоянными магнитами.
Параметр 1-73 Flying Start (Запуск с хода)	*[0] Запрещено* *[1] Разрешено*	*[0] Запрещено*	Выберите *[1] Разрешено*, если требуется, чтобы преобразователь частоты подхватывал двигатель, вращающийся после отключения питания. Если эта функция не требуется, выберите *[0] Запрещено*. Когда для этого параметра установлено значение *[1] Разрешено*, параметры *параметр 1-71 Start Delay (Задержка запуска)* и *параметр 1-72 Start Function (Функция запуска)* не используются. Параметр *Параметр 1-73 Flying Start (Запуск с хода)* активен только в режиме VVC+.
Параметр 3-02 Minimum Reference (Мин. задание)	-4999.000–4999.000 (-4999,000–4999,000)	0	Минимальное задание - это наименьшее значение, которое можно получить при суммировании всех заданий.
Параметр 3-03 Maximum Reference (Максимальное задание)	-4999.000–4999.000 (-4999,000–4999,000)	50	Максимальное задание - это наибольшее значение, которое можно получить при суммировании всех заданий
Параметр 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time (Время разгона 1)	0.05–3600.00 s (0,05–3600,00 с)	В соответствии с типоразмером	Если выбран асинхронный двигатель, время разгона считается от 0 до номинальной скорости *параметр 1-23 Motor Frequency (Частота двигателя)*. Если выбран двигатель с постоянными магнитами, время разгона считается от 0 до *параметр 1-25 Motor Nominal Speed (Номинальная скорость двигателя)*.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Параметр	Дополнительный модуль	По умолчанию	Использование
Параметр 3-42 Ramp 1 Ramp Down Time (Время замедления 1)	0.05–3600.00 s (0,05–3600,00 с)	В соответствии с типоразмером	Для асинхронных двигателей время замедления считается от номинальной скорости двигателя *параметр 1-23 Motor Frequency (Частота двигателя)* до 0. Для двигателей с постоянными магнитами, время замедления считается от *параметр 1-25 Motor Nominal Speed (Номинальная скорость двигателя)* до 0 об/мин.
Параметр 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz] (Нижний предел скорости двигателя [Гц])	0.0–400.0 Hz (0,0–400,0 Гц)	0 Hz (0 Гц)	Введите нижний предел скорости вращения.
Параметр 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] (Верхний предел скорости двигателя [Гц])	0.0–400.0 Hz (0,0–400,0 Гц)	100 Hz (100 Гц)	Введите верхний предел скорости вращения.
Параметр 4-19 Max Output Frequency (Макс. выходная частота)	0.0–400.0 Hz (0,0–400,0 Гц)	100 Hz (100 Гц)	Введите значение максимальной выходной частоты. Если для *параметр 4-19 Max Output Frequency (Макс. выходная частота)* установлено значение ниже, чем *параметр 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] (Верхний предел скорости двигателя [Гц])*, для *параметр 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] (Верхний предел скорости двигателя [Гц])* автоматически устанавливается значение *параметр 4-19 Max Output Frequency (Макс. выходная частота)*.
Параметр 5-40 Function Relay (Реле функций)	См. *параметр 5-40 Function Relay (Реле функций)*.	*[9] Аварийный сигнал*	Выберите функцию для управления выходным реле 1.
Параметр 5-40 Function Relay (Реле функций)	См. *параметр 5-40 Function Relay (Реле функций)*.	*[5] Работа*	Выберите функцию для управления выходным реле 2.
Параметр 6-10 Terminal 53 Low Voltage (Клемма 53, низкое напряжение)	0.00–10.00 V (0,00–10,00 В)	0.07 V (0,07 В)	Введите напряжение, которое соответствует нижнему значению задания.
Параметр 6-11 Terminal 53 High Voltage (Клемма 53, высокое напряжение)	0.00–10.00 V (0,00–10,00 В)	10 V (10 В)	Введите значение напряжения, которое соответствует высокому значению задания.
Параметр 6-12 Terminal 53 Low Current (Клемма 53, малый ток)	0.00–20.00 mA (0,00–20,00 мА)	4 mA (4 мА)	Введите значение тока, соответствующее низкому значению задания.
Параметр 6-13 Terminal 53 High Current (Клемма 53, большой ток)	0.00–20.00 mA (0,00–20,00 мА)	20 mA (20 мА)	Введите значение тока, соответствующего высокому значению задания.
Параметр 6-19 Terminal 53 mode	*[0] Current (Ток)* *[1] Voltage (Напряжение)*	*[1] Voltage (Напряжение)*	Выберите, используется клемма 53 для входа по току или по напряжению.
Параметр 30-22 Locked Rotor Protection (Защита от блокировки ротора)	*[0] Выкл.* *[1] Вкл.*	*[0] Выкл.*	–
Параметр 30-23 Locked Rotor Detection Time [s] (Время определ. блокир. ротора [с])	0.05–1 s (0,05–1 с)	0.10 s (0,10 с)	–

Таблица 6.4 Мастер настройки параметров применений с разомкнутым контуром

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Мастер настройки параметров применений с замкнутым контуром

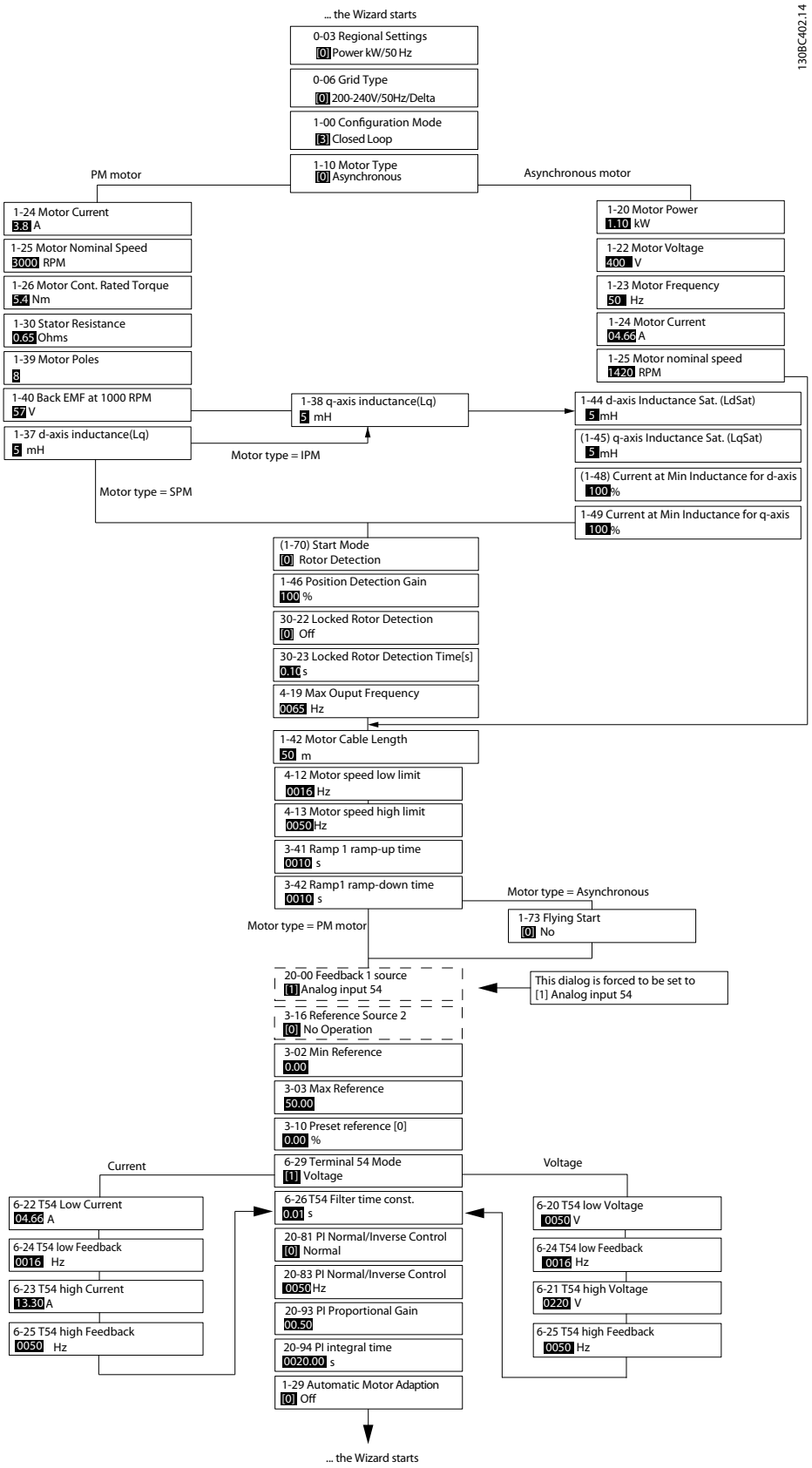


Рисунок 6.5 Мастер настройки параметров применений с замкнутым контуром

Параметр	Диапазон	По умолчанию	Использование
Параметр 0-03 Региональные настройки	*[0] Международные* *[1] Северная Америка*	*[0] Международные*	–
Параметр 0-06 GridType (Тип сети)	[0]–[132] см. *Таблица 6.4.*	В зависимости от типоразмера	Выберите рабочий режим, который будет иметь место при повторном подключении преобразователя частоты к сети после пропадания питания.
Параметр 1-00 Configuration Mode (Режим конфигурирования)	*[0] Разомкнутый контур* *[3] Замкнутый контур*	*[0] Разомкнутый контур*	Выберите *[3] Замкнутый контур*.
Параметр 1-10 Motor Construction (Конструкция двигателя)	**[0] Асинхронный* *[1] Неявнопол. с пост. магн.* *[3] PM, salient IPM (Явнополюсн. с пост. магнитами)*	*[0] Асинхронный*	Значение этого параметра может повлиять на следующие параметры: • *Параметр 1-01 Motor Control Principle (Принцип управления двигателем).* • *Параметр 1-03 Torque Characteristics (Характеристики момента нагрузки).* • *Параметр 1-08 Motor Control Bandwidth (Полоса управления двигателем).* • *Параметр 1-14 Damping Gain (Усил. подавл.).* • *Параметр 1-15 Low Speed Filter Time Const. (Пост. вр. фил./низк. скор.)* • *Параметр 1-16 High Speed Filter Time Const. (Пост. вр. фил./выс. скор.)* • *Параметр 1-17 Voltage filter time const. (Пост. вр. фил. напряж.)* • *Параметр 1-20 Motor Power (Мощность двигателя).* • *Параметр 1-22 Motor Voltage (Напряжение двигателя).* • *Параметр 1-23 Motor Frequency (Частота двигателя).* • *Параметр 1-24 Motor Current (Ток двигателя).* • *Параметр 1-25 Motor Nominal Speed (Номинальная скорость двигателя).* • *Параметр 1-26 Motor Cont. Rated Torque (Длительный ном. момент двигателя).* • *Параметр 1-30 Stator Resistance (Rs) (Сопротивление статора (Rs)).* • *Параметр 1-33 Stator Leakage Reactance (X1) (Реакт.сопротивл.рассеяния статора (X1)).* • *Параметр 1-35 Main Reactance (Xh) (Основное реактивное сопротивление (Xh)).* • *Параметр 1-37 d-axis Inductance (Ld) (Индуктивность по оси d (Ld)).* • *Параметр 1-38 q-axis Inductance (Lq) (Индуктивн. по оси q (Lq)).* • *Параметр 1-39 Motor Poles (Число полюсов двигателя).* • *Параметр 1-40 Back EMF at 1000 RPM (Противо-ЭДС при 1000 об/мин).*

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Параметр	Диапазон	По умолчанию	Использование
			• *Параметр 1-44 d-axis Inductance Sat. (Насыщение индуктивности по оси d) (LdSat).* • *Параметр 1-45 q-axis Inductance Sat. (Насыщение индуктивности по оси q) (LqSat).* • *Параметр 1-46 Position Detection Gain (Коэф. усил. обнаруж. положения).* • *Параметр 1-48 Current at Min Inductance for d-axis (Ток при мин. индуктивности для оси d).* • *Параметр 1-49 Current at Min Inductance for q-axis (Ток при мин. индуктивности для оси q).* • *Параметр 1-66 Min. Current at Low Speed (Мин. ток при низкой скорости).* • *Параметр 1-70 Start Mode (Режим пуска).* • *Параметр 1-72 Start Function (Функция запуска).* • *Параметр 1-73 Flying Start (Запуск с хода).* • *Параметр 1-80 Function at Stop (Функция при останове).* • *Параметр 1-82 Min Speed for Function at Stop [Hz] (Мин.ск. д.функц.при ост. [Гц]).* • *Параметр 1-90 Тепловая защита двигателя.* • *Параметр 2-00 DC Hold/Motor Preheat Current (Ток удержания (пост. ток)/ток предпускового нагрева).* • *Параметр 2-01 DC Brake Current (Ток торможения пост. током).* • *Параметр 2-02 DC Braking Time (Время торможения пост. током).* • *Параметр 2-04 DC Brake Cut In Speed (Скорость включ.торм.пост.током).* • *Параметр 2-10 Brake Function (Функция торможения).* • *Параметр 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] (Верхний предел скорости двигателя [Гц]).* • *Параметр 4-19 Max Output Frequency (Макс. выходная частота).* • *Параметр 4-58 Missing Motor Phase Function (Функция при обрыве фазы двигателя).* • *Параметр 14-65 Speed Derate Dead Time Compensation (Компенсация времени простоя при снижении ном. скорости).*
Параметр 1-20 Motor Power (Мощность двигателя)	0.09–110 kW (0,09–110 кВт)	В соответствии с типоразмером	Введите мощность двигателя, указанную на паспортной табличке.
Параметр 1-22 Motor Voltage (Напряжение двигателя)	50–1000 V (50–1000 В)	В соответствии с типоразмером	Введите напряжение двигателя, указанное на паспортной табличке.
Параметр 1-23 Motor Frequency (Частота двигателя)	20–400 Hz (20–400 Гц)	В соответствии с типоразмером	Введите частоту двигателя, указанную на паспортной табличке.
Параметр 1-24 Motor Current (Ток двигателя)	0–10000 A (0–10 000 A)	В соответствии с типоразмером	Введите ток двигателя, указанный на паспортной табличке.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Параметр	Диапазон	По умолчанию	Использование
Параметр 1-25 Motor Nominal Speed (Номинальная скорость двигателя)	50–9999 RPM (50–9999 об/мин)	В соответствии с типоразмером	Введите номинальную скорость двигателя, указанную на паспортной табличке.
Параметр 1-26 Motor Cont. Rated Torque (Длительный ном. момент двигателя)	0.1–1000.0 Nm (0,1–1000,0 Н·м)	В соответствии с типоразмером	Этот параметр действует только в том случае, если для *параметр 1-10 Motor Construction (Конструкция двигателя)* установлены значения, разрешающие режим двигателя с постоянными магнитами. **УВЕДОМЛЕНИЕ** **Изменение значения этого параметра влияет на установку других параметров.**
Параметр 1-29 Automatic Motor Adaption (AMA) (Авто адаптация двигателя (ААД))		Выкл.	Выполнение ААД обеспечит оптимальные характеристики двигателя
Параметр 1-30 Stator Resistance (Rs) (Сопротивление статора (Rs))	0–99.990 Ω (0–99,990 Ом)	В соответствии с типоразмером	Установите значение сопротивления статора.
Параметр 1-37 d-axis Inductance (Ld) (Индуктивность по оси d (Ld))	0.000–1000.000 mH (0,000–1000,000 мГн)	В соответствии с типоразмером	Введите значение индуктивности по оси d. Возьмите это значение из листа технических характеристик двигателя с постоянными магнитами.
Параметр 1-38 q-axis Inductance (Lq) (Индуктивн. по оси q (Lq))	0.000–1000.000 mH (0,000–1000,000 мГн)	В соответствии с типоразмером	Введите значение индуктивности по оси q.
Параметр 1-39 Motor Poles (Число полюсов двигателя)	2–100	4	Введите число полюсов двигателя.
Параметр 1-40 Back EMF at 1000 RPM (Противо-ЭДС при 1000 об/мин)	10–9000 V (10–9000 В)	В соответствии с типоразмером	Линейное среднеквадратическое значение напряжения противо-ЭДС при 1000 об/мин.
Параметр 1-42 Motor Cable Length (Длина кабеля двигателя)	0–100 m (0–100 м)	50 m (50 м)	Введите длину кабеля двигателя.
Параметр 1-44 d-axis Inductance Sat. (Насыщение индуктивности по оси d) (LdSat)	0.000–1000.000 mH (0,000–1000,000 мГн)	В соответствии с типоразмером	Этот параметр соответствует индуктивности насыщения Ld. В идеале значение этого параметра совпадает со значением в *параметр 1-37 Индуктивность по оси d (Ld)*. Однако если поставщик двигателя предоставил характеристики индуктивности, введите значение, равное 200 % номинального значения индуктивности.
Параметр 1-45 q-axis Inductance Sat. (Насыщение индуктивности по оси q) (LqSat)	0.000–1000.000 mH (0,000–1000,000 мГн)	В соответствии с типоразмером	Этот параметр соответствует индуктивности насыщения Lq. В идеале значение этого параметра совпадает со значением в *параметр 1-38 q-axis Inductance (Lq) (Индуктивн. по оси q (Lq))*. Однако если поставщик двигателя предоставил характеристики индуктивности, введите значение, равное 200 % номинального значения индуктивности.
Параметр 1-46 Position Detection Gain (Коэф. усил. обнаруж. положения)	20–200%	100%	Настраивает высоту тестового импульса в процессе обнаружения положения при пуске.
Параметр 1-48 Current at Min Inductance for d-axis (Ток при мин. индуктивности для оси d)	20–200%	100%	Введите точку насыщения индуктивности.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Параметр	Диапазон	По умолчанию	Использование
Параметр 1-49 Current at Min Inductance for q-axis (Ток при мин. индуктивности для оси q)	20–200%	100%	Этот параметр определяет кривую насыщения для значений индуктивности по оси d- и q. При значениях данного параметра от 20 % до 100 % значения индуктивности линейно аппроксимируются в соответствии с параметрами *параметр 1-37 d-axis Inductance (Ld) (Индуктивность по оси d (Ld))*, *параметр 1-38 q-axis Inductance (Lq) (Индуктивн. по оси q (Lq))*, *параметр 1-44 d-axis Inductance Sat. (Насыщение индуктивности по оси d) (LdSat)* и *параметр 1-45 q-axis Inductance Sat. (Насыщение индуктивности по оси q) (LqSat)*.
Параметр 1-70 Start Mode (Режим пуска)	*[0] Обнаруж. ротора* *[1] Ожидание*	*[0] Обнаруж. ротора*	Выберите режим запуска двигателя с постоянными магнитами.
Параметр 1-73 Flying Start (Запуск с хода)	*[0] Запрещено* *[1] Разрешено*	*[0] Запрещено*	Если требуется, чтобы преобразователь частоты подхватывал вращающийся двигатель (например, в применениях с вентиляторами), выберите *[1] Разрешено*. Если в настройках выбран двигатель с постоянными магнитами, этот параметр активен.
Параметр 3-02 Minimum Reference (Мин. задание)	-4999.000–4999.000 (-4999,000–4999,000)	0	Минимальное задание - это наименьшее значение, которое можно получить при суммировании всех заданий.
Параметр 3-03 Maximum Reference (Максимальное задание)	-4999.000–4999.000 (-4999,000–4999,000)	50	Максимальное задание - это наибольшее значение, которое можно получить при суммировании всех заданий
Параметр 3-10 Preset Reference (Предустановленное задание)	-100–100%	0	Введите уставку.
Параметр 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time (Время разгона 1)	0.05–3600.0 s (0,05–3600,0 с)	В соответствии с типоразмером	Время разгона от 0 до номинального значения *параметр 1-23 Motor Frequency (Частота двигателя)*, если выбран асинхронный двигатель. Время разгона от 0 до *параметр 1-25 Motor Nominal Speed (Номинальная скорость двигателя)*, если выбран двигатель с постоянными магнитами.
Параметр 3-42 Ramp 1 Ramp Down Time (Время замедления 1)	0.05–3600.0 s (0,05–3600,0 с)	В соответствии с типоразмером	Время замедления от номинального значения *параметр 1-23 Motor Frequency (Частота двигателя)* до 0, если выбран асинхронный двигатель. Время замедления от *параметр 1-25 Motor Nominal Speed (Номинальная скорость двигателя)* до 0, если выбран двигатель с постоянными магнитами.
Параметр 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz] (Нижний предел скорости двигателя [Гц])	0.0–400.0 Hz (0,0–400,0 Гц)	0.0 Hz (0,0 Гц)	Введите нижний предел скорости вращения.
Параметр 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] (Верхний предел скорости двигателя [Гц])	0.0–400.0 Hz (0,0–400,0 Гц)	100 Hz (100 Гц)	Введите верхний предел скорости вращения.
Параметр 4-19 Max Output Frequency (Макс. выходная частота)	0.0–400.0 Hz (0,0–400,0 Гц)	100 Hz (100 Гц)	Введите значение максимальной выходной частоты. Если для *параметр 4-19 Max Output Frequency (Макс. выходная частота)* установлено значение ниже, чем *параметр 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] (Верхний предел скорости двигателя [Гц])*, для *параметр 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] (Верхний предел скорости двигателя [Гц])* автоматически устанавливается значение *параметр 4-19 Max Output Frequency (Макс. выходная частота)*.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Параметр	Диапазон	По умолчанию	Использование
Параметр 6-20 Terminal 54 Low Voltage (Клемма 54, низкое напряжение)	0.00–10.00 V (0,00–10,00 В)	0.07 V (0,07 В)	Введите напряжение, которое соответствует нижнему значению задания.
Параметр 6-21 Terminal 54 High Voltage (Клемма 54, высокое напряжение)	0.00–10.00 V (0,00–10,00 В)	10.00 V (10,00 В)	Введите значение напряжения, которое соответствует высокому значению задания.
Параметр 6-22 Terminal 54 Low Current (Клемма 54, малый ток)	0.00–20.00 mA (0,00–20,00 мА)	4.00 mA (4,00 мА)	Введите значение тока, соответствующее низкому значению задания.
Параметр 6-23 Terminal 54 High Current (Клемма 54, большой ток)	0.00–20.00 mA (0,00–20,00 мА)	20.00 mA (20,00 мА)	Введите значение тока, соответствующего высокому значению задания.
Параметр 6-24 Terminal 54 Low Ref./Feedb. Value (Клемма 54, мин. задание/обр. связь)	-4999–4999	0	Введите значение обратной связи, которое соответствует значению тока или напряжения, заданному в *параметр 6-20 Terminal 54 Low Voltage (Клемма 54, низкое напряжение)*/*параметр 6-22 Terminal 54 Low Current (Клемма 54, малый ток)*.
Параметр 6-25 Terminal 54 High Ref./Feedb. Value (Клемма 54, макс. задание/обр. связь)	-4999–4999	50	Введите значение обратной связи, которое соответствует значению тока или напряжения, заданному в *параметр 6-21 Terminal 54 High Voltage (Клемма 54, высокое напряжение)*/ *параметр 6-23 Terminal 54 High Current (Клемма 54, большой ток)*.
Параметр 6-26 Terminal 54 Filter Time Constant (Клемма 54, пост. времени фильтра)	0.00–10.00 s (0,00–10,00 с)	0.01 (0,01)	Введите постоянную времени фильтра.
Параметр 6-29 Terminal 54 mode (Клемма 54, режим)	*[0] Current (Ток)* *[1] Voltage (Напряжение)*	*[1] Voltage (Напряжение)*	Выберите, используется клемма 54 для входа по току или по напряжению.
Параметр 20-81 PI Normal/ Inverse Control (Нормальная/ инверсная характеристика ПИ-регулятора)	*[0] Нормальный* *[1] Инверсный*	*[0] Нормальный*	Чтобы настроить управление процессом на увеличение выходной скорости при положительной ошибке процесса, выберите *[0] Нормальный*. Чтобы уменьшить выходную скорость, выберите *[1] Инверсный*.
Параметр 20-83 PI Start Speed [Hz] (Начальная скорость ПИ-регулятора [Гц])	0–200 Hz (0–200 Гц)	0 Hz (0 Гц)	Введите скорость двигателя, которая должна достигаться в качестве сигнала пуска для начала ПИ-регулирования.
Параметр 20-93 PI Proportional Gain (Пропорциональный коэффициент ПИ-регулятора)	0.00–10.00 (0,00–10,00)	0.01 (0,01)	Введите коэффициент усиления пропорционального звена регулятора процесса. При высоком усилении обеспечивается быстродействие регулятора. Однако, если усиление слишком велико, процесс может стать неустойчивым.
Параметр 20-94 PI Integral Time	0.1–999.0 s (0,1–999,0 с)	999.0 s (999,0 с)	Введите время интегрирования регулятора процесса. При малом времени интегрирования обеспечивается быстродействие регулятора, однако, если время интегрирования слишком мало, процесс становится неустойчивым. Чрезмерно большое время интегрирования снижает эффект интегрирования.
Параметр 30-22 Locked Rotor Protection (Защита от блокировки ротора)	*[0] Выкл.* *[1] Вкл.*	*[0] Выкл.*	–
Параметр 30-23 Locked Rotor Detection Time [s] (Время определ. блокир. ротора [с])	0.05–1.00 s (0,05–1,00 с)	0.10 s (0,10 с)	–

Таблица 6.5 Мастер настройки параметров применений с замкнутым контуром

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Настройка двигателя

При помощи мастера настройки двигателя можно выбрать необходимые параметры двигателя.

Параметр	Диапазон	По умолчанию	Использование
Параметр 0-03 Региональные настройки	*[0] Международные* *[1] Северная Америка*	0	–
Параметр 0-06 GridType (Тип сети)	[0]–[132] см. *Таблица 6.4.*	В соответствии с типоразмером	Выберите рабочий режим, который будет иметь место при повторном подключении преобразователя частоты к сети после пропадания питания.
Параметр 1-10 Motor Construction (Конструкция двигателя)	**[0] Асинхронный* *[1] Неявнопол. с пост. магн.* *[3] PM, salient IPM (Явнополюсн. с внутр. пост. магн.)*	*[0] Асинхронный*	Значение этого параметра может повлиять на следующие параметры: • *Параметр 1-01 Motor Control Principle (Принцип управления двигателем).* • *Параметр 1-03 Torque Characteristics (Характеристики момента нагрузки).* • *Параметр 1-08 Motor Control Bandwidth (Полоса управления двигателем).* • *Параметр 1-14 Damping Gain (Усил. подавл.).* • *Параметр 1-15 Low Speed Filter Time Const. (Пост. вр. фил./низк. скор.)* • *Параметр 1-16 High Speed Filter Time Const. (Пост. вр. фил./выс. скор.)* • *Параметр 1-17 Voltage filter time const. (Пост. вр. фил. напряж.)* • *Параметр 1-20 Motor Power (Мощность двигателя).* • *Параметр 1-22 Motor Voltage (Напряжение двигателя).*

6

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Параметр	Диапазон	По умолчанию	Использование
			• *Параметр 1-23 Motor Frequency (Частота двигателя).* • *Параметр 1-24 Motor Current (Ток двигателя).* • *Параметр 1-25 Motor Nominal Speed (Номинальная скорость двигателя).* • *Параметр 1-26 Motor Cont. Rated Torque (Длительный ном. момент двигателя).* • *Параметр 1-30 Stator Resistance (Rs) (Сопротивление статора (Rs)).* • *Параметр 1-33 Stator Leakage Reactance (X1) (Реакт.сопротивл.рассеяния статора (X1)).* • *Параметр 1-35 Main Reactance (Xh) (Основное реактивное сопротивление (Xh)).* • *Параметр 1-37 d-axis Inductance (Ld) (Индуктивность по оси d (Ld)).* • *Параметр 1-38 q-axis Inductance (Lq) (Индуктивн. по оси q (Lq)).* • *Параметр 1-39 Motor Poles (Число полюсов двигателя).* • *Параметр 1-40 Back EMF at 1000 RPM (Противо-ЭДС при 1000 об/мин).* • *Параметр 1-44 d-axis Inductance Sat. (Насыщение индуктивности по оси d) (LdSat).* • *Параметр 1-45 q-axis Inductance Sat. (Насыщение индуктивности по оси q) (LqSat).* • *Параметр 1-46 Position Detection Gain (Коэф. усил. обнаруж. положения).* • *Параметр 1-48 Current at Min Inductance for d-axis (Ток при мин. индуктивности для оси d).* • *Параметр 1-49 Current at Min Inductance for q-axis (Ток при мин. индуктивности для оси q).* • *Параметр 1-66 Min. Current at Low Speed (Мин. ток при низкой скорости).* • *Параметр 1-70 Start Mode (Режим пуска).* • *Параметр 1-72 Start Function (Функция запуска).* • *Параметр 1-73 Flying Start (Запуск с хода).* • *Параметр 1-80 Function at Stop (Функция при останове).* • *Параметр 1-82 Min Speed for Function at Stop [Hz] (Мин.ск. д.функц.при ост. [Гц]).* • *Параметр 1-90 Тепловая защита двигателя.*

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Параметр	Диапазон	По умолчанию	Использование
			• *Параметр 2-00 DC Hold/Motor Preheat Current (Ток удержания (пост. ток)/ток предпускового нагрева).* • *Параметр 2-01 DC Brake Current (Ток торможения пост. током).* • *Параметр 2-02 DC Braking Time (Время торможения пост. током).* • *Параметр 2-04 DC Brake Cut In Speed (Скорость включ.торм.пост.током).* • *Параметр 2-10 Brake Function (Функция торможения).* • *Параметр 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] (Верхний предел скорости двигателя [Гц]).* • *Параметр 4-19 Max Output Frequency (Макс. выходная частота).* • *Параметр 4-58 Missing Motor Phase Function (Функция при обрыве фазы двигателя).* • *Параметр 14-65 Speed Derate Dead Time Compensation (Компенсация времени простоя при снижении ном. скорости).*
Параметр 1-20 Motor Power (Мощность двигателя)	0.12–110 kW/0.16–150 hp (0,12–110 кВт/0,16–150 л. с.)	В соответствии с типоразмером	Введите мощность двигателя, указанную на паспортной табличке.
Параметр 1-22 Motor Voltage (Напряжение двигателя)	50–1000 V (50–1000 В)	В соответствии с типоразмером	Введите напряжение двигателя, указанное на паспортной табличке.
Параметр 1-23 Motor Frequency (Частота двигателя)	20–400 Hz (20–400 Гц)	В соответствии с типоразмером	Введите частоту двигателя, указанную на паспортной табличке.
Параметр 1-24 Motor Current (Ток двигателя)	0.01–10000.00 A (0,01–10 000,00 A)	В соответствии с типоразмером	Введите ток двигателя, указанный на паспортной табличке.
Параметр 1-25 Motor Nominal Speed (Номинальная скорость двигателя)	50–9999 RPM (50–9999 об/мин)	В соответствии с типоразмером	Введите номинальную скорость двигателя, указанную на паспортной табличке.
Параметр 1-26 Motor Cont. Rated Torque (Длительный ном. момент двигателя)	0.1–1000.0 Nm (0,1–1000,0 Н·м)	В соответствии с типоразмером	Этот параметр действует только в том случае, если для *параметр 1-10 Motor Construction (Конструкция двигателя)* установлены значения, разрешающие режим двигателя с постоянными магнитами. **УВЕДОМЛЕНИЕ** **Изменение значения этого параметра влияет на установку других параметров.**
Параметр 1-30 Stator Resistance (Rs) (Сопротивление статора (Rs))	0–99.990 Ω (0–99,990 Ом)	В соответствии с типоразмером	Установите значение сопротивления статора.
Параметр 1-37 d-axis Inductance (Ld) (Индуктивность по оси d (Ld))	0.000–1000.000 mH (0,000–1000,000 мГн)	В соответствии с типоразмером	Введите значение индуктивности по оси d. Возьмите это значение из листа технических характеристик двигателя с постоянными магнитами.
Параметр 1-38 q-axis Inductance (Lq) (Индуктивн. по оси q (Lq))	0.000–1000.000 mH (0,000–1000,000 мГн)	В соответствии с типоразмером	Введите значение индуктивности по оси q.
Параметр 1-39 Motor Poles (Число полюсов двигателя)	2–100	4	Введите число полюсов двигателя.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Параметр	Диапазон	По умолчанию	Использование
Параметр 1-40 Back EMF at 1000 RPM (Противо-ЭДС при 1000 об/мин)	10–9000 V (10–9000 В)	В соответствии с типоразмером	Линейное среднеквадратическое значение напряжения противо-ЭДС при 1000 об/мин.
Параметр 1-42 Motor Cable Length (Длина кабеля двигателя)	0–100 m (0–100 м)	50 m (50 м)	Введите длину кабеля двигателя.
Параметр 1-44 d-axis Inductance Sat. (Насыщение индуктивности по оси d) (LdSat)	0.000–1000.000 mH (0,000–1000,000 мГн)	В соответствии с типоразмером	Этот параметр соответствует индуктивности насыщения Ld. В идеале значение этого параметра совпадает со значением в *параметр 1-37 d-axis Inductance (Ld) (Индуктивность по оси d (Ld))*. Однако если поставщик двигателя предоставил характеристики индуктивности, введите значение, равное 200 % номинального значения индуктивности.
Параметр 1-45 q-axis Inductance Sat. (Насыщение индуктивности по оси q) (LqSat)	0.000–1000.000 mH (0,000–1000,000 мГн)	В соответствии с типоразмером	Этот параметр соответствует индуктивности насыщения Lq. В идеале значение этого параметра совпадает со значением в *параметр 1-38 q-axis Inductance (Lq) (Индуктивн. по оси q (Lq))*. Однако если поставщик двигателя предоставил характеристики индуктивности, введите значение, равное 200 % номинального значения индуктивности.
Параметр 1-46 Position Detection Gain (Коэф. усил. обнаруж. положения)	20–200%	100%	Настраивает высоту тестового импульса в процессе обнаружения положения при пуске.
Параметр 1-48 Current at Min Inductance for d-axis (Ток при мин. индуктивности для оси d)	20–200%	100%	Введите точку насыщения индуктивности.
Параметр 1-49 Current at Min Inductance for q-axis (Ток при мин. индуктивности для оси q)	20–200%	100%	Этот параметр определяет кривую насыщения для значений индуктивности по оси d- и q. При значениях данного параметра от 20 % до 100 % значения индуктивности линейно аппроксимируются в соответствии с параметрами *параметр 1-37 d-axis Inductance (Ld) (Индуктивность по оси d (Ld))*, *параметр 1-38 q-axis Inductance (Lq) (Индуктивн. по оси q (Lq))*, *параметр 1-44 d-axis Inductance Sat. (Насыщение индуктивности по оси d) (LdSat)* и *параметр 1-45 q-axis Inductance Sat. (Насыщение индуктивности по оси q) (LqSat)*.
Параметр 1-70 Start Mode (Режим пуска)	*[0] Обнаруж. ротора* *[1] Ожидание*	*[0] Обнаруж. ротора*	Выберите режим запуска двигателя с постоянными магнитами.
Параметр 1-73 Flying Start (Запуск с хода)	*[0] Запрещено* *[1] Разрешено*	*[0] Запрещено*	Если требуется, чтобы преобразователь частоты подхватывал вращающийся двигатель, выберите *[1] Разрешено*.
Параметр 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time (Время разгона 1)	0.05–3600.0 s (0,05–3600,0 с)	В соответствии с типоразмером	Время разгона от 0 до номинального значения *параметр 1-23 Motor Frequency (Частота двигателя)*.
Параметр 3-42 Ramp 1 Ramp Down Time (Время замедления 1)	0.05–3600.0 s (0,05–3600,0 с)	В соответствии с типоразмером	Время замедления от номинального значения *параметр 1-23 Motor Frequency (Частота двигателя)* до 0 об/мин.
Параметр 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz] (Нижний предел скорости двигателя [Гц])	0.0–400.0 Hz (0,0–400,0 Гц)	0.0 Hz (0,0 Гц)	Введите нижний предел скорости вращения.
Параметр 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] (Верхний предел скорости двигателя [Гц])	0.0–400.0 Hz (0,0–400,0 Гц)	100.0 Hz (100,0 Гц)	Введите верхний предел скорости вращения.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Параметр	Диапазон	По умолчанию	Использование
Параметр 4-19 Max Output Frequency (Макс. выходная частота)	0.0–400.0 Hz (0,0–400,0 Гц)	100.0 Hz (100,0 Гц)	Введите значение максимальной выходной частоты. Если для *параметр 4-19 Max Output Frequency (Макс. выходная частота)* установлено значение ниже, чем *параметр 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] (Верхний предел скорости двигателя [Гц])*, для *параметр 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] (Верхний предел скорости двигателя [Гц])* автоматически устанавливается значение *параметр 4-19 Max Output Frequency (Макс. выходная частота)*.
Параметр 30-22 Locked Rotor Protection (Защита от блокировки ротора)	*[0] Выкл.* *[1] Вкл.*	*[0] Выкл.*	–
Параметр 30-23 Locked Rotor Detection Time [s] (Время определ. блокир. ротора [с])	0.05–1.00 s (0,05–1,00 с)	0.10 s (0,10 с)	–

Таблица 6.6 Настройки в мастере настройки параметров двигателя

Внесенные изменения

В меню Changes Made (Внесенные изменения) отображаются все параметры, которые были изменены по сравнению с настройками по умолчанию.

- В этом списке показаны только параметры, которые были изменены в изменяемом в настоящее время наборе.
- Параметры, которые были сброшены к значениям по умолчанию, не указаны.
- Сообщение *Empty (Пусто)* указывает, что измененных параметров нет.

Изменение настроек параметров

1. Для входа в быстрое меню нажимайте кнопку [Menu] (Меню) до перемещения индикатора на дисплее на вариант Quick Menu (Быстрое меню).
2. С помощью кнопок [▲] [▼] выберите Wizard (Мастер), Closed-loop set-up (Настройку замкнутого контура), Motor set-up (Настройку двигателя) или Changes made (Внесенные изменения).
3. Нажмите [OK].
4. Для перехода между параметрами в меню нажимайте кнопки со стрелками [▲] [▼].
5. Чтобы выбрать параметр, нажмите кнопку [OK].
6. Для изменения значения параметра нажимайте кнопки со стрелками [▲] [▼].
7. Чтобы принять новое значение, нажмите кнопку [OK].
8. Двойное нажатие кнопки [Back] (Назад) позволяет перейти в меню Состояние, а нажатие кнопки [Main Menu] (Главное меню) позволяет перейти в Главное меню.

Главное меню обеспечивает доступ ко всем параметрам

1. Нажимайте кнопку [Menu] (Меню) до перемещения индикатора на дисплее на вариант Main Menu (Главное меню).
2. Для перехода между группами параметров используются кнопки со стрелками [▲] [▼].
3. Чтобы выбрать группу параметров, нажмите кнопку [OK].
4. Для перехода между параметрами в группе используются кнопки со стрелками [▲] [▼].
5. Чтобы выбрать параметр, нажмите кнопку [OK].
6. Для установки/изменения значения параметра используются кнопки со стрелками [▲] [▼].
7. Чтобы принять новое значение, нажмите кнопку [OK].

6.3.3 Главное меню

Нажмите кнопку [Menu] (Меню) для доступа к параметрам главного меню и их программирования. Параметры в главном меню свободно открываются, только если не установлен пароль с помощью *параметр 0-60 Main Menu Password (Пароль главного меню)*.

Для большинства применений постоянный доступ к параметрам главного меню не требуется. Наиболее простой и удобный способ доступа к стандартным параметрам - использовать быстрое меню.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

6.4 Быстрый перенос значений параметров между несколькими преобразователями частоты

После завершения настройки преобразователя частоты рекомендуется сохранить данные в LCP или на ПК при помощи Средство конфигурирования MCT 10.

Перенос данных из преобразователя частоты в LCP

1. Перейдите к *параметр 0-50 LCP Copy (Копирование с LCP)*.
2. Нажмите [OK].
3. Выберите *[1] Все в LCP.*
4. Нажмите [OK].

Подключите LCP к другому преобразователю частоты и скопируйте в него значения параметров.

Передача данных из LCP в преобразователь частоты

1. Перейдите к *параметр 0-50 LCP Copy (Копирование с LCP)*.
2. Нажмите [OK].
3. Выберите *[2] Все из LCP.*
4. Нажмите [OK].

6.5 Вывод на дисплей и программирование индексированных параметров

Выберите параметр, нажмите [OK] и используйте кнопки [▲]/[▼] для прокрутки индексированных значений. Чтобы изменить значение параметра, выберите индексированное значение и нажмите кнопку [OK]. Для изменения значения используйте кнопки [▲]/[▼]. Чтобы принять новое значение, нажмите кнопку [OK]. Для отмены нажмите кнопку [Cancel] (Отмена). Чтобы выйти из параметра, нажмите кнопку [Back] (Назад).

6.6 Инициализация с установками по умолчанию

Предусмотрено два способа инициализации настроек по умолчанию преобразователя частоты.

Рекомендуемый порядок инициализации

1. Выберите *параметр 14-22 Operation Mode (Режим работы)*.
2. Нажмите [OK].
3. Выберите *[2] Инициализация* и нажмите [OK].
4. Отключите электропитание преобразователя и подождите, пока не погаснет дисплей.
5. Вновь подключите питание. Настройки преобразователя частоты сброшены, за исключением следующих параметров:

- *Параметр 1-06 Clockwise Direction (По часовой стрелке)*
- *Параметр 8-30 Protocol (Протокол)*
- *Параметр 8-31 Address (Адрес)*
- *Параметр 8-32 Baud Rate (Скорость передачи данных)*
- *Параметр 8-33 Parity / Stop Bits (Биты контроля четности/стоповые биты)*
- *Параметр 8-35 Minimum Response Delay (Минимальная задержка реакции)*
- *Параметр 8-36 Maximum Response Delay (Максимальная задержка реакции)*
- *Параметр 8-37 Maximum Inter-char delay (Макс. задержка между символами)*
- *Параметр 8-70 BACnet Device Instance (Вариант уст. BACnet)*
- *Параметр 8-72 MS/TP Max Masters (Макс. вед. устр-в MS/TP)*
- *Параметр 8-73 MS/TP Max Info Frames (Макс инф. фрейм MS/TP)*
- *Параметр 8-74 "I am" Service (Обслуж. "I-Am")*
- *Параметр 8-75 Intialisation Password (Пароль инициализации)*
- с *Параметр 15-00 Operating hours (Время работы в часах)* до *параметр 15-05 Over Volt's (Кол-во перенапряжений)*
- *Параметр 15-03 Power Up's (Кол-во включений питания)*
- *Параметр 15-04 Over Temp's (Кол-во перегревов)*
- *Параметр 15-05 Over Volt's (Кол-во перенапряжений)*
- *Параметр 15-30 Alarm Log: Error Code (Жур.авар: код ошибки)*
- *Группа параметров 15-4* Идентиф. привода*
- *Параметр 18-10 FireMode Log:Event (Журнал пожарного режима: событие)*

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Инициализация в два касания

Есть и другой способ инициализации преобразователя частоты: инициализация в два касания.

1. Выключите питание преобразователя частоты.
2. Нажмите [OK] и [Menu] (Меню).
3. Включите питание преобразователя частоты, одновременно удерживая эти кнопки в течение 10 с.
4. Настройки преобразователя частоты сброшены, за исключением следующих параметров:
   - *Параметр 1-06 Clockwise Direction (По часовой стрелке)*
   - *Параметр 15-00 Operating hours (Время работы в часах)*
   - *Параметр 15-03 Power Up's (Кол-во включений питания)*
   - *Параметр 15-04 Over Temp's (Кол-во перегревов)*
   - *Параметр 15-05 Over Volt's (Кол-во перенапряжений)*
   - *Группа параметров 15-4* Идентиф. привода*
   - *Параметр 18-10 FireMode Log:Event (Журнал пожарного режима: событие)*

Инициализация параметров подтверждается аварийным сигналом *80, Привод инициал.* на дисплее после цикла выключения/включения питания.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

7 Монтаж и настройка RS485

7.1 RS485

7.1.1 Краткое описание

RS485 - интерфейс двухпроводной шины, совместимый с топологией многоабонентской сети, в которой узлы могут подключаться по шине или через ответвительные кабели от общей магистральной линии. Всего к одному сегменту сети может быть подключено до 32 узлов. Сегменты сети разделены ретрансляторами.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Каждый ретранслятор действует как узел внутри сегмента, в котором он установлен. Каждый узел в составе данной сети должен иметь уникальный адрес, не повторяющийся в остальных сегментах.

7

На обоих концах каждого сегмента установите либо конечный переключатель (S801) преобразователей частоты, либо оконечную резисторную схему со смещением. В качестве кабелей шины всегда используйте экранированную витую пару (STP) и следуйте общепринятым способам монтажа.

На каждом узле важно обеспечить заземление экрана с низким импедансом. Подключите экран с большой поверхностью к земле с помощью, например, кабельного зажима или проводящего кабельного уплотнения. Для создания одинакового потенциала по всей сети, особенно в установках с кабелями большой длины, может потребоваться применение кабелей выравнивания потенциалов.
Для предотвращения несогласования импедансов всегда используйте во всей сети кабели одного типа. Всегда подключайте двигатель к преобразователям частоты только экранированным кабелем.

Кабель	Экранированная витая пара (STP)
Импеданс [Ом]	120
Длина кабеля [м (фут)]	Не более 1200 м (3937 футов) (включая ответвительные линии). Макс. 500 м (1640 футов) между станциями.

Таблица 7.1 Технические характеристики кабелей

7.1.2 Подключение сети

Подключите преобразователь частоты к сети RS485 следующим образом (см. также *Рисунок 7.1*):

1. Подключите сигнальные провода к клеммам 68 (P+) и 69 (N-) на главной плате управления преобразователя частоты.
2. Подключите экран кабеля к кабельным зажимам.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Для снижения помех между проводниками используйте кабели из витой пары.

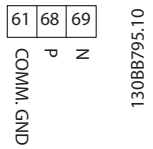


Рисунок 7.1 Подключение сети

7.1.3 Настройки аппаратных средств преобразователя частоты

Для заделки шины RS485 используйте оконечный dip-переключатель на главной плате управления преобразователя частоты.

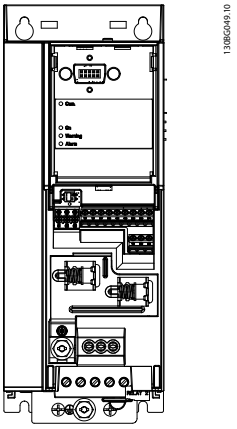


Рисунок 7.2 Заводская установка переключателя

Заводская установка DIP-переключателя: OFF (ВЫКЛ.).

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

7.1.4 Настройки параметров для связи Modbus

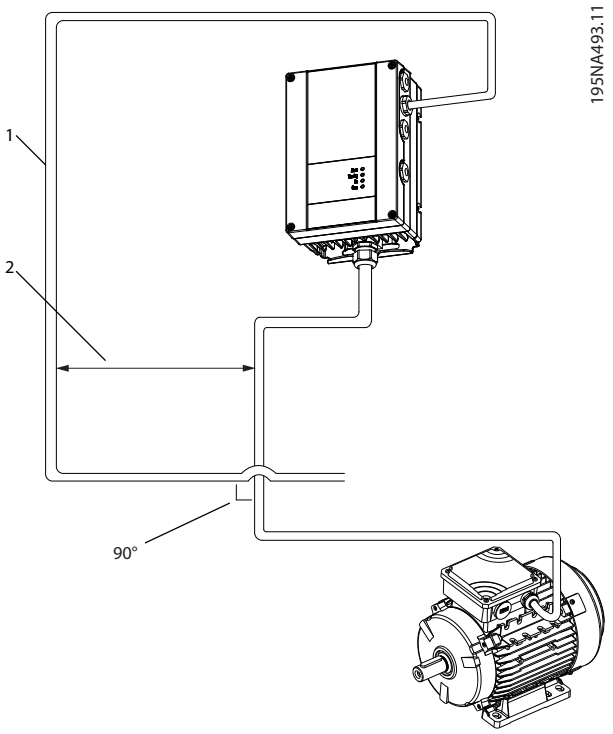
Параметр	Функция
Параметр 8-30 Protocol (Протокол)	Выберите прикладной протокол для работы с интерфейсом RS485.
Параметр 8-31 Address (Адрес)	Установите адрес узла. **УВЕДОМЛЕНИЕ** **Диапазон адресов зависит от протокола, выбранного в пар. *параметр 8-30 Protocol (Протокол)*.**
Параметр 8-32 Baud Rate (Скорость передачи данных)	Установите скорость передачи данных. **УВЕДОМЛЕНИЕ** **Скорость передачи данных по умолчанию зависит от протокола, выбранного в пар. *параметр 8-30 Protocol (Протокол)*.**
Параметр 8-33 Parity / Stop Bits (Биты контроля четности/ стоповые биты)	Установите биты контроля четности и число стоповых битов. **УВЕДОМЛЕНИЕ** **Выбор по умолчанию зависит от протокола, выбранного в пар. *параметр 8-30 Protocol (Протокол)*.**
Параметр 8-35 Minimum Response Delay (Минимальная задержка реакции)	Задайте минимальную задержку между получением запроса и передачей ответа. Эта функция используется для преодоления задержек при реверсировании передачи данных модемом.
Параметр 8-36 Maximum Response Delay (Максимальная задержка реакции)	Задайте максимальную задержку между передачей запроса и получением ответа.
Параметр 8-37 Maximum Inter-char delay (Макс. задержка между символами)	Установите максимальную задержку между двумя получаемыми байтами, чтобы инициировать таймаут в случае прерывания передачи. **УВЕДОМЛЕНИЕ** **Выбор по умолчанию зависит от протокола, выбранного в пар. *параметр 8-30 Protocol (Протокол)*.**

Таблица 7.2 Настройка параметров связи по протоколу Modbus

7.1.5 Обеспечение ЭМС

УВЕДОМЛЕНИЕ

Соблюдайте надлежащие государственные и местные нормы и правила, касающиеся подключения защитного заземления. Неправильно выполненное заземление кабелей может привести к ухудшению качества связи или повреждению оборудования. Во избежание накладывания высокочастотных шумов от кабелей, кабель связи RS485 необходимо прокладывать отдельно от кабелей двигателя и тормозного резистора. Обычно достаточно обеспечить расстояние в 200 мм (8 дюймов). Рекомендуется предусматривать максимально возможное расстояние между кабелями, особенно там, где кабели проложены параллельно на большой протяженности. Если не удается избежать пересечения, кабель RS485 должен пересекаться с кабелями двигателя и тормозного резистора под углом 90°.



1	Кабель периферийной шины
2	Расстояние минимум 200 мм (8 дюймов)

Рисунок 7.3 Минимальное расстояние между кабелями связи и силовыми кабелями

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

7.2 Протокол FC

7.2.1 Краткое описание

Протокол FC, также называемый шиной FC или стандартной шиной, является стандартным протоколом Danfoss для периферийной шины. Он определяет способ доступа к данным по принципу главный-подчиненный для связи по шине последовательной связи.
К шине можно подключить одно главное и до 126 подчиненных устройств. Главное устройство выбирает подчиненные устройства по символу адреса в телеграмме. Подчиненное устройство не может передавать сообщение по собственной инициативе: для этого требуется запрос; также невозможен обмен сообщениями между подчиненными устройствами. Связь осуществляется в полудуплексном режиме. Функция главного устройства не может быть передана другому узлу (система с одним главным устройством).

Физическим уровнем является RS485, то есть используется порт RS485, встроенный в преобразователь частоты. Протокол FC поддерживает разные форматы телеграмм:

- Укороченный формат из 8 байтов для данных процесса.
- Удлиненный формат из 16 байтов, который также включает канал параметров.
- Формат, используемый для текстов.

7.2.2 FC с Modbus RTU

Протокол FC обеспечивает доступ к командному слову и заданию по шине преобразователя частоты.

Командное слово позволяет главному устройству Modbus управлять несколькими важными функциями преобразователя частоты:

- Пуск.
- Останов преобразователя частоты различными способами:
  - Останов выбегом.
  - Быстрый останов.
  - Останов торможением постоянным током.
  - Нормальный останов (изменением скорости)
- Возврат в исходное состояние (сброс) после аварийного отключения.
- Работа с различными предустановленными скоростями.
- Работа в реверсном направлении.
- Изменение активного набора параметров.
- Управление двумя реле, встроенными в преобразователь частоты.

Для регулирования скорости обычно используется задание по шине. Также возможен доступ к параметрам, чтение их значений и, где предусмотрено, запись значений в параметры. Доступ к параметрам позволяет реализовать различные возможности управления, включая управление уставкой преобразователя частоты во время использования его внутреннего ПИ-регулятора.

7.3 Настройки параметров для включения протокола

Чтобы ввести в действие протокол FC для преобразователя частоты, установите следующие параметры.

Параметр	Настройка
Параметр 8-30 Protocol (Протокол)	FC
Параметр 8-31 Address (Адрес)	1–126
Параметр 8-32 Baud Rate (Скорость передачи данных)	2400–115200
Параметр 8-33 Parity / Stop Bits (Биты контроля четности/стоповые биты)	Контроль по четности, 1 стоповый бит (по умолчанию)

Таблица 7.3 Параметры включения протокола

7.4 Структура кадра сообщения по протоколу FC

7.4.1 Состав символа (байта)

Каждый передаваемый символ начинается со стартового бита. Затем передаются 8 бит данных, что соответствует байту. Каждый символ защищается с помощью четности битов. Этот бит устанавливается равным 1 после подтверждения четности. Четность достигается, когда суммарное число двоичных единиц в 8 битах данных и бите четности являются четными. Символ завершается стоповым битом, так что общее число битов равно 11.

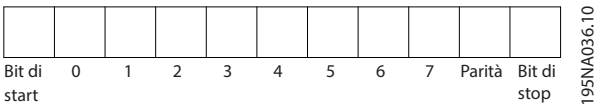


Рисунок 7.4 Состав символа

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

7.4.2 Структура телеграммы

Каждая телеграмма имеет свою структуру:

- Первый символ (STX) = 02 16-ричн.
- Байт, указывающий длину телеграммы (LGE).
- Байт, указывающий адрес преобразователя частоты (ADR).

Затем следует несколько байтов данных (переменное число, зависящее от типа телеграммы).

Телеграмма завершается управляющим байтом (BCC).

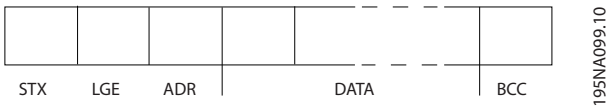


Рисунок 7.5 Структура телеграммы

7.4.3 Длина телеграммы (LGE)

Длина телеграммы - это сумма числа байтов данных, байта адреса ADR и байта контроля данных BCC.

4 байта данных	LGE = 4 + 1 + 1 = 6 байт
12 байтов данных	LGE = 12 + 1 + 1 = 14 байт
Длина телеграмм, содержащих тексты	10[1)]+n байт

Таблица 7.4 Длина телеграммы

1) Здесь 10 соответствует фиксированным символам, а n - переменная величина (зависящая от длины текста).

7.4.4 Адрес преобразователя частоты (ADR)

Формат адреса 1–126

- Бит 7 = 1 (активен формат адреса 1–126).
- Биты 0–6 = адрес преобразователя частоты 1–126.
- Биты 0–6 = 0: циркулярная рассылка.

В своей ответной телеграмме главному устройству подчиненное устройство посылает адресный байт без изменения.

7.4.5 Управляющий байт (BCC)

Контрольная сумма вычисляется как функция «исключающее ИЛИ». До получения первого байта телеграммы расчетная контрольная сумма (BCS) равна 0.

7.4.6 Поле данных

Состав блоков данных зависит от типа телеграммы. Существуют телеграммы трех типов, при этом тип телеграммы относится как к управляющим телеграммам (главное устройство ⇒ подчиненное устройство), так и к ответной телеграмме (подчиненное устройство ⇒ главное устройство).

3 типа телеграмм:

Блок данных процесса (PCD)

PCD образуется блоком данных, состоящим из 4 байтов (2 слов), и содержит:

- Командное слово и значение задания (от главного к подчиненному).
- Слово состояния и текущую выходную частоту (от подчиненного устройства к главному).

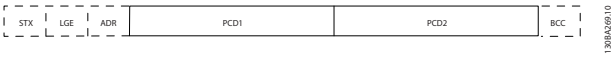


Рисунок 7.6 Блок обработки

Блок параметров

Блок параметров используется для пересылки параметров между главным и подчиненным устройствами. Блок данных состоит из 12 байтов (6 слов) и содержит также блок данных процесса.

Рисунок 7.7 Блок параметров

Текстовый блок

Текстовый блок используется для чтения или записи текстов посредством блока данных.

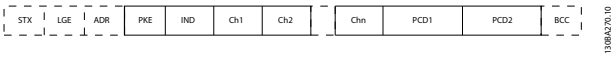


Рисунок 7.8 Текстовый блок

7.4.7 Поле PKE

Поле PKE содержит два субполя:

- поле команды параметров и ответа (AK);
- номер параметра (PNU).

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

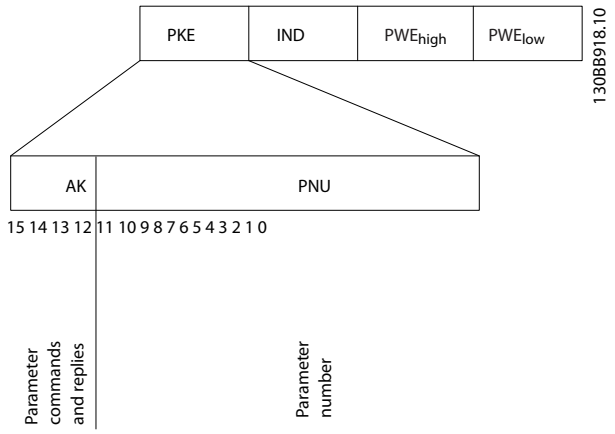


Рисунок 7.9 Поле PKE

В битах 12–15 пересылаются команды параметров от главного устройства к подчиненному и возвращаются обработанные ответы подчиненного устройства главному.

Команды параметров: главное ⇒ подчиненное				
Номер бита				Команда параметра
15	14	13	12	
0	0	0	0	Нет команды.
0	0	0	1	Считывание значения параметра.
0	0	1	0	Запись значения параметра в ОЗУ (слово).
0	0	1	1	Запись значения параметра в ОЗУ (двойное слово).
1	1	0	1	Запись значения параметра в ОЗУ и ЭСППЗУ (двойное слово).
1	1	1	0	Запись значения параметра в ОЗУ и ЭСППЗУ (слово).
1	1	1	1	Чтение текста.

Таблица 7.5 Команды параметров

Ответ: подчиненное ⇒ главное				
Номер бита				Ответ
15	14	13	12	
0	0	0	0	Нет ответа.
0	0	0	1	Значение параметра передано (слово).
0	0	1	0	Значение параметра передано (двойное слово).
0	1	1	1	Команда не может быть выполнена.
1	1	1	1	Текст передан.

Таблица 7.6 Ответ

Если команда не может быть выполнена, подчиненное устройство направляет ответ, *0111 Command cannot be performed (Команда не может быть выполнена)*, и выводит следующее сообщение о неисправности в *Таблица 7.7*.

Код неисправности	Спецификация FC
0	Недопустимый номер параметра.
1	Параметр не может быть изменен.
2	Превышен верхний или нижний предел.
3	Поврежден субиндекс.
4	Нет массива.
5	Ошибочный тип данных.
6	Не используется.
7	Не используется.
9	Элемент описания недоступен.
11	Нет доступа для записи параметра.
15	Текст отсутствует.
17	Неприменимо во время работы.
18	Другие ошибки.
100	–
>100	–
130	Отсутствует доступ по шине к данному параметру.
131	Запись в заводской набор параметров невозможна.
132	Нет доступа с LCP.
252	Неизвестный абонент.
253	Запрос не поддерживается.
254	Неизвестный атрибут.
255	Нет ошибки.

Таблица 7.7 Отчет подчиненного устройства

7.4.8 Номер параметра (PNU)

В битах 0–11 пересылаются номера параметров. Функция соответствующего параметра определена в описании параметров в *глава 6 Программирование*.

7.4.9 Индекс (IND)

Индекс используется с номером параметра для доступа к чтению/записи параметров, которые имеют индекс, например, *параметр 15-30 Alarm Log: Error Code (Жур.авар: код ошибки)*. Индекс состоит из 2 байтов: младшего и старшего.

В качестве индекса используется только младший байт.

7.4.10 Значение параметра (PWE)

Блок значения параметра состоит из 2 слов (4 байтов), и его значение зависит от поданной команды (AK). Если блок PWE не содержит значения параметра, главное устройство подсказывает его. Чтобы изменить значение параметра (записать), запишите новое значение в блок PWE и пошлите его от главного устройства в подчиненное.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Если подчиненное устройство реагирует на запрос значения параметра (команда чтения), текущее значение параметра посылается в блоке PWE и возвращается главному устройству. Если параметр содержит несколько вариантов выбора данных, например *параметр 0-01 Language (Язык)*, значение данных выбирается путем ввода величины в блок PWE. Последовательная связь позволяет только считывать параметры, содержащие данные типа 9 (текстовая строка).

Параметр 15-40 FC Type (Тип ПЧ)–параметр 15-53 Power Card Serial Number (Серийный № силовой платы) содержат данные типа 9.
Например, размер блока и диапазон напряжения сети можно посмотреть в *параметр 15-40 FC Type (Тип ПЧ)*.
При пересылке текстовой строки (чтение) длина телеграммы переменная, поскольку тексты имеют разную длину. Длина телеграммы указывается во втором байте телеграммы (LGE). При использовании передачи текста символ индекса определяет, является ли команда командой чтения или записи.

Чтобы прочесть текст с помощью блока PWE, для команды параметра (AK) следует задать 16-ричное значение F. Старший бит символа индекса должен быть равен 4.

7.4.11 Типы данных, поддерживаемые преобразователем частоты

«Без знака» означает, что в телеграмме отсутствует знак операции.

Типы данных	Описание
3	Целое 16
4	Целое 32
5	Без знака 8
6	Без знака 16
7	Без знака 32
9	Текстовая строка

Таблица 7.8 Типы данных

7.4.12 Преобразование

Руководство по программированию содержит описания атрибутов каждого параметра. Значения параметров передаются только как целые числа. Для передачи дробной части числа используются коэффициенты преобразования.

Коэффициент преобразования *Параметр 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz] (Нижний предел скорости двигателя [Гц])* равен 0,1. Если нужно предварительно установить минимальную частоту равной 10 Гц, то должно быть передано число 100. Коэффициент преобразования 0,1 означает, что переданная величина умножается на 0,1. Таким образом, величина 100 будет восприниматься как 10,0.

Индекс преобразования	Коэффициент преобразования
74	3600
2	100
1	10
0	1
-1	0,1
-2	0,01
-3	0,001
-4	0,0001
-5	0,00001

Таблица 7.9 Преобразование

7.4.13 Слова состояния процесса (PCD)

Блок слов состояния процесса разделен на два блока по 16 бит, которые всегда поступают в определенной последовательности.

PCD 1	PCD 2
Слово состояния управляющей телеграммы (главное устройство ⇒ подчиненное устройство)	Значение задания
Слово состояния управляющей телеграммы (подчиненное устройство ⇒ главное устройство)	Текущая выходная частота

Таблица 7.10 Слова состояния процесса (PCD)

7.5 Примеры

7.5.1 Запись значения параметра

Измените значение *параметр 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] (Верхний предел скорости двигателя [Гц])*, чтобы оно составило 100 Гц.
Запишите данные в ЭСППЗУ.

PKE = E19E 16-ричн. - запись одного слова в *параметр 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] (Верхний предел скорости двигателя [Гц])*:

- IND = 0000 16-ричн.
- PWEHIGH = 0000 16-ричн.
- PWELOW = 03E8 16-ричн.

Значение данных - 1000, что соответствует 100 Гц, см. *глава 7.4.12 Преобразование*.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Телеграмма имеет вид, показанный на *Рисунок 7.10*.

E19E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE high	PWE low

130BA092.10

Рисунок 7.10 Телеграмма

УВЕДОМЛЕНИЕ

***Параметр 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] (Верхний предел скорости двигателя [Гц])* представляет собой одно слово, и командой параметра для записи в ЭСППЗУ является *E*. Параметр *Параметр 4-14 Motor Speed High Limit [Hz] (Верхний предел скорости двигателя [Гц])* равен 19F (в шестнадцатеричном виде).**

Ответ от подчиненного устройства главному показан на *Рисунок 7.11*.

119E H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE high	PWE low

130BA093.10

Рисунок 7.11 Ответ главного устройства

7.5.2 Считывание значения параметра

Чтение значения в *параметр 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time (Время разгона 1)*.

PKE = 1155 16-ричн. - чтение значения параметра в *параметр 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time (Время разгона 1)*:

- IND = 0000 16-ричн.
- PWE_{HIGH} = 0000 16-ричн.
- PWE_{LOW} = 0000 16-ричн.

1155 H	0000 H	0000 H	0000 H
PKE	IND	PWE high	PWE low

130BA094.10

Рисунок 7.12 Телеграмма

Если значение *параметр 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time (Время разгона 1)* равно 10 секундам, ответ от подчиненного устройства главному показан на *Рисунок 7.13*.

1155 H	0000 H	0000 H	03E8 H
PKE	IND	PWE high	PWE low

130BA267.10

Рисунок 7.13 Ответ

3E8 (16-ричн.) соответствует десятичному числу 1000. Индекс преобразования для *параметр 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time (Время разгона 1)* равен -2, то есть 0,01. *Параметр 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time (Время разгона 1)* относится к типу *Без знака 32*.

7.6 Краткое описание Modbus RTU

7.6.1 Введение

Danfoss предполагает, что установленный контроллер поддерживает интерфейсы, описанные в этом документе, и что все требования и ограничения, предусмотренные в контроллере и преобразователе частоты, строго соблюдаются.

Протокол Modbus RTU (Remote Terminal Unit, дистанционный терминал) предназначен для осуществления связи с любым контроллером, который поддерживает интерфейсы, указанные в настоящем документе. Предполагается, что пользователь полностью осведомлен о возможностях и ограничениях контроллера.

7.6.2 Краткое описание

В этом разделе рассматривается процесс, который контроллер использует для запроса доступа к другому устройству (вне зависимости от типа физических сетей связи). Процесс описывает, как Modbus RTU реагирует на запросы другого устройства, как будут обнаруживаться ошибки и как о них будет сообщаться. Кроме того, устанавливается общий формат для компоновки и содержимого полей телеграммы.

Во время обмена данными через сеть Modbus RTU протокол:

- Определяет, как каждый контроллер узнает адрес своего устройства.
- Распознает телеграмму, направленную ему.
- Определяет, какие действия предпринять.
- Извлекает данные или прочие сведения, содержащиеся в телеграмме.

Если требуется ответ, контроллер формирует ответную телеграмму и отсылает ее.
Контроллеры осуществляют связь по принципу «главный - подчиненный», при котором только главное устройство может инициировать операции связи

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

(называемые запросами). Подчиненные устройства отвечают, посылая запрошенные данные главному устройству или выполняя действие, затребованное запросом.
Главное устройство может обращаться к отдельным подчиненным устройствам или посылать циркулярную телеграмму всем подчиненным устройствам.
Подчиненные устройства посылают ответное сообщение на запросы, которые им адресовались индивидуально.
На циркулярные запросы главного устройства ответы не посылаются.

Протокол Modbus RTU определяет формат запроса главного устройства путем предоставления следующей информации:

- Адрес устройства (или циркулярной рассылки).
- Код функции, определяющий требуемое действие.
- Любые данные, которые необходимо отправить.
- Поле контроля ошибок.

Ответная телеграмма подчиненного устройства также формируется с использованием протокола Modbus. Оно содержит поля, подтверждающие выполненные действия, любые возвращаемые данные и поле обнаружения ошибок. Если при приеме телеграммы происходит ошибка или если подчиненное устройство не может выполнить затребованное действие, подчиненное устройство формирует сообщение об ошибке и посылает его в ответе. Как вариант, возникает таймаут.

7.6.3 Преобразователь частоты с Modbus RTU

Преобразователь частоты осуществляет передачу в формате Modbus RTU через встроенный интерфейс RS485. Протокол Modbus RTU обеспечивает доступ к командному слову и заданию по шине преобразователя частоты.

Командное слово позволяет главному устройству Modbus управлять несколькими важными функциями преобразователя частоты:

- Пуск.
- Остановы различного типа:
  - Останов выбегом.
  - Быстрый останов.
  - Останов торможением постоянным током.
  - Нормальный останов (изменением скорости)
- Возврат в исходное состояние (сброс) после аварийного отключения.
- Работа с различными предустановленными скоростями.
- Работа в реверсном направлении.
- Изменение активного набора параметров.
- Управление встроенным реле преобразователя частоты.

Для регулирования скорости обычно используется задание по шине. Также возможен доступ к параметрам, чтение их значений и, где предусмотрено, запись значений в параметры. Доступ к параметрам позволяет реализовать различные возможности управления, включая управление уставкой преобразователя частоты во время использования его внутреннего ПИ-регулятора.

7.7 Конфигурация сети

Чтобы разрешить протокол Modbus RTU на преобразователе частоты, установите следующие параметры:

Параметр	Настройка
Параметр 8-30 Protocol (Протокол)	Modbus RTU
Параметр 8-31 Address (Адрес)	1–247
Параметр 8-32 Baud Rate (Скорость передачи данных)	2400–115200
Параметр 8-33 Parity / Stop Bits (Биты контроля четности/ стоповые биты)	Контроль по четности, 1 стоповый бит (по умолчанию)

Таблица 7.11 Конфигурация сети

7.8 Структура кадра сообщения Modbus RTU

7.8.1 Введение

Контроллеры настраиваются на передачу по сети Modbus с использованием режима RTU (дистанционного терминала), в котором каждый байт в телеграмме содержит два 4-битных шестнадцатеричных символа. Формат для каждого байта показан в *Таблица 7.12*.

Стартовый бит	Байт данных								Останов/ контроль четности	Останов

Таблица 7.12 Формат для каждого байта

Система кодирования	8-битовая двоичная, шестнадцатеричная 0–9, A–F. Два шестнадцатеричных символа в каждом 8-битовом поле телеграммы.
Битов на байт	• 1 стартовый бит. • 8 битов данных, сначала посылается младший значащий бит. • 1 бит для контроля по четности/нечетности; без бита четности, если контроль не используется. • 1 стоповый бит, если контроль по четности используется; 2 стоповых бита, если не используется.
Поле контроля ошибок	Циклический контроль избыточности (CRC).

Таблица 7.13 Сведения о байте

7.8.2 Структура телеграммы Modbus RTU

Передающее устройство помещает телеграмму Modbus RTU в кадр с известными начальной и конечной точками. Это позволяет принимающему устройству начать с начала телеграммы, считать адресную часть, определить, какому устройству адресуется телеграмма (или всем устройствам, если телеграмма циркулярная), и распознать, когда телеграмма закончена. Частичные телеграммы выявляются и определяются как ошибочные. Передаваемые символы в каждом поле должны быть шестнадцатеричного формата от 00 до FF. Преобразователь частоты непрерывно контролирует сетевую шину, в том числе и во время интервалов молчания. Когда получено первое поле (поле адреса), каждый преобразователь частоты или устройство декодирует его, чтобы определить, кому адресовано сообщение. Телеграммы Modbus RTU с адресом 0 являются циркулярными. В случае циркулярных телеграмм ответ не разрешается. Типичный кадр телеграммы показан в *Таблица 7.14*.

Пуск	Адрес	Функция	Данные	Контроль CRC	Конец
T1-T2-T3-T4	8 бит	8 бит	N x 8 бит	16 бит	T1-T2-T3-T4

Таблица 7.14 Типичная структура телеграммы Modbus RTU

7.8.3 Поля начала/останова

Телеграммы начинаются с периода молчания продолжительностью не менее 3,5 интервалов передачи символа. Период молчания реализуется в виде интервалов передачи символа при выбранной скорости передачи данных в сети (показывается как Начало T1–T2–T3–T4). Первый передаваемым полем является адрес устройства. После последнего переданного символа предусматривается аналогичный период молчания длительностью 3,5 интервалов передачи символа, указывающий конец телеграммы. После этого периода может начинаться новая телеграмма.

Весь кадр телеграммы передается в виде непрерывного потока. Если перед окончанием кадра появляется период молчания длительностью более 1,5 интервалов передачи символа, принимающее устройство игнорирует неполную телеграмму и считает, что следующий байт - это адресное поле следующей телеграммы. Аналогичным образом, если новая телеграмма начинается раньше, чем переданы 3,5 символьных интервала после предыдущей телеграммы, принимающее устройство будет считать его продолжением предыдущей телеграммы. Это поведение становится причиной таймаута (отсутствия ответа от подчиненного устройства), поскольку значение в конечном поле CRC не действительно для объединенных телеграмм.

7.8.4 Адресное поле

Адресное поле кадра телеграммы содержит 8 бит. Достоверные адреса подчиненных устройств находятся в диапазоне десятичных чисел 0–247. Конкретным подчиненным устройствам присваиваются адреса в диапазоне 1–247. «0» оставлен для циркулярного режима, который распознают все подчиненные устройства. Главное устройство обращается к подчиненному путем ввода его адреса в адресное поле телеграммы. Когда подчиненное устройство посылает свой ответ, оно помещает в это адресное поле свой адрес, чтобы позволить главному устройству определить, какое подчиненное устройство отвечает.

7.8.5 Поле функции

Поле функции в кадре телеграммы содержит 8 бит. Допустимые коды находятся в диапазоне 1–FF. Поля функций используются для обмена телеграммами между главным и подчиненным устройствами. Когда телеграмма посылается от главного устройства к подчиненному, поле кода функции сообщает подчиненному устройству, какое действие требуется выполнить. Когда подчиненное устройство отвечает главному, оно использует поле кода функции, чтобы указать, что ответ является либо нормальным (ошибки нет), либо произошла какая-либо ошибка (исключительный ответ).

При нормальном ответе подчиненное устройство просто повторяет первоначальный код функции. Для исключительного ответа подчиненное устройство возвращает код, который эквивалентен первоначальному коду со старшим значащим битом,

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

установленным на логическую «1». Кроме того, подчиненное устройство помещает уникальный код в поле данных ответной телеграммы. Этот код извещает главное устройство о том, какая произошла ошибка, или сообщает причину исключения. См. также *глава 7.8.11 Коды функций, поддерживаемые Modbus RTU* и *глава 7.8.12 Исключительные коды Modbus*.

7.8.6 Поле данных

Поле данных формируется с помощью групп из двух шестнадцатеричных цифр в диапазоне от 00 до FF. Эти цифры составляют один символ RTU. Поле данных телеграмм, посылаемых главным устройством подчиненному, содержит дополнительную информацию, которую подчиненное устройство должно использовать для совершения соответствующего действия.

Эта информация может включать следующие элементы:

- Адреса катушек и регистров.
- Количество элементов для обработки.
- Число фактических байтов данных в поле.

7.8.7 Поле контроля CRC

Телеграммы содержат поле обнаружения ошибок, действующее по методу циклического контроля избыточности (CRC). Поле CRC проверяет содержимое всей телеграммы. Поле CRC используется независимо от методов проверки четности отдельных символов телеграммы. Значение CRC вычисляется передающим устройством, которое затем прилагает поле проверки CRC в качестве последнего поля телеграммы. Принимающее устройство пересчитывает CRC во время приема телеграммы и сравнивает вычисленное значение с значением, полученным в поле CRC. При несовпадении значений возникает таймаут. Поле обнаружения ошибок содержит двоичное число из 16 бит, составленное из двух 8-битовых байтов. При составлении в поле сначала добавляется младший байт, а затем старший байт. Старший байт CRC - последний байт, посылаемый в телеграмме.

7.8.8 Адресация катушек и регистров

В сети Modbus все данные организуются в катушках и регистрах временного хранения. Катушки хранят 1 бит, а регистры временного хранения хранят 2-байтовое слово (то есть 16 бит). Все адреса данных в сообщениях Modbus рассматриваются как 0. При первом появлении элемента данных к нему адресуются как к элементу номер 0. Например: катушка, известная в программируемом контроллере как «катушка 1», в поле адреса данных телеграммы Modbus имеет адрес «катушка 0000». Катушке с десятичным номером 127 присваивается адрес 007Ehex (десятичный номер 126). В поле адреса данных телеграммы к регистру временного хранения 40001 адресуются как к регистру 0000. Поле кода функции уже определяет операцию «регистр временного хранения». т. е. 4XXXX является подразумеваемым. К регистру временного хранения 40108 адресуются как к регистру 006Bhex (десятичный номер 107).

Номер катушки	Описание	Направление сигнала
1–16	Командное слово преобразователя частоты (см. *Таблица 7.16*).	От главного к подчиненному
17–32	Диапазон заданий скорости или уставки преобразователя частоты 0x0–0xFFFF (-200 % ... ~200 %).	От главного к подчиненному
33–48	Слово состояния преобразователя частоты (см. *Таблица 7.17*).	От подчиненного к главному
49–64	Режим-разомкнутого контура: выходная частота преобразователя частоты. Режим с замкнутым контуром: сигнал обратной связи преобразователя частоты.	От подчиненного к главному
65	Управление записью параметра (от главного к подчиненному).	От главного к подчиненному
	0 = изменения параметров записываются в ОЗУ преобразователя частоты.	
	1 = изменения параметров записываются в ОЗУ и ЭСППЗУ преобразователя частоты.	
66–65536	Зарезервировано.	–

Таблица 7.15 Регистр катушки

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Катушка	0	1
01	Предустановленное задание, младший бит	
02	Предустановленное задание, старший бит	
03	Торможение постоянным током	Нет торможения постоянным током
04	Останов выбегом	Нет останова выбегом
05	Быстрый останов	Нет быстрого останова
06	Фиксация частоты	Нет фиксации частоты
07	Останов с изменением скорости	Пуск
08	Нет сброса	Сброс
09	Нет фиксации частоты	Фиксация частоты
10	Изменение скорости 1	Изменение скорости 2
11	Данные недействительны	Данные действительны
12	Реле 1 выкл.	Реле 1 вкл.
13	Реле 2 выкл.	Реле 2 вкл.
14	Установка младшего бита	
15	–	
16	Нет реверса.	Реверс

Таблица 7.16 Командное слово преобразователя частоты (профиль FC)

Катушка	0	1
33	Управление не готово	Готовность к управлению
34	Преобразователь частоты не готов	Преобразователь частоты готов
35	Останов выбегом	Защита замкнута
36	Нет авар. сигналов	Аварийный сигнал
37	Не используется	Не используется
38	Не используется	Не используется
39	Не используется	Не используется
40	Нет предупреждения	Предупреждение
41	Вне пределов задания	На задании
42	Ручной режим	Автоматический режим
43	Вне диапаз. скорости	В частотном диапазоне
44	Остановлен	Работа
45	Не используется	Не используется
46	Нет предупр. о напряжении	Превышение по напряжению
47	Не в пределе по току	Предел по току
48	Тепловой режим в норме	Тепловой уровень превышен

Таблица 7.17 Слово состояния преобразователя частоты (профиль FC)

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Адрес шины	Регистр шины[1)]	Регистр ПЛК	Содержимое	Доступ	Описание
0	1	40001	Зарезервировано	–	Зарезервировано для предыдущих серий преобразователей частоты VLT® 5000 и VLT® 2800.
1	2	40002	Зарезервировано	–	Зарезервировано для предыдущих серий преобразователей частоты VLT® 5000 и VLT® 2800.
2	3	40003	Зарезервировано	–	Зарезервировано для предыдущих серий преобразователей частоты VLT® 5000 и VLT® 2800.
3	4	40004	Свободно	–	–
4	5	40005	Свободно	–	–
5	6	40006	Конфигурация Modbus	Чтение/запись	Только TCP. Зарезервировано для Modbus TCP (*параметр 12-28 Сохр. значения данных* и *параметр 12-29 Сохранять всегда*, сохранение, например, в ЭСППЗУ).
6	7	40007	Последний код неисправности	Только чтение	Из базы данных параметров получен код неисправности. Подробнее см. в разделе WHAT 38295.
7	8	40008	Регистр последней ошибки	Только чтение	Адрес регистра, в котором произошла последняя ошибка. Подробнее см. в разделе WHAT 38296.
8	9	40009	Указатель индекса	Чтение/запись	Субиндекс параметра, который необходимо открыть. Подробнее см. в разделе WHAT 38297.
9	10	40010	*Параметр 0-01 Язык*	Зависит от доступа к параметру	*Параметр 0-01 Язык* (регистр Modbus = номер параметра 10) В карте Modbus для этого параметра зарезервировано 20 байт.
19	20	40020	Свободно	–	–
29	30	40030	*Параметр 0-03 Региональные установки*	Зависит от доступа к параметру	*Параметр 0-03 Региональные установки* В карте Modbus для этого параметра зарезервировано 20 байт.

Таблица 7.18 Адрес/регистр

1) Значение, записанное в телеграмме Modbus RTU, должно быть равно 1 или меньше номера регистра. Например, регистр 1 Modbus считывается, если в телеграмме записано значение 0.

7.8.9 Доступ посредством чтения/записи PCD

Преимущество использования конфигурации с записью/чтением PCD заключается в том, что контроллер получает возможность записывать или считывать больше данных в одной телеграмме. Посредством регистра временного хранения в коде функции может быть считано или записано до 63 регистров; в одной телеграмме можно записать несколько регистров. Такая структура обладает также гибкостью, поскольку в контроллер можно записать только два регистра, а считать из него можно 10 регистров.

Список записи PCD - это данные, отправляемые с контроллера на преобразователь частоты (включают в себя данные управляющего слова, задание и зависимые от применения данные, такие как минимальное задание, время изменения скорости и т. д.).

УВЕДОМЛЕНИЕ

Командное слово и задание всегда включены в список данных, отправляемых с контроллера на преобразователь частоты.

Список записи PCD настраивается в *параметр 8-42 PCD Write Configuration (Конфигурирование записи PCD)*.

Список чтения PCD - это данные, отправляемые с преобразователя частоты на контроллер (включают в себя слово состояния, текущее значение параметра и зависимые от применения данные, такие как время работы, ток двигателя и аварийный код).

УВЕДОМЛЕНИЕ

Слово состояния и текущее значение параметра всегда включены в список данных, отправляемых с преобразователя частоты в контроллер.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

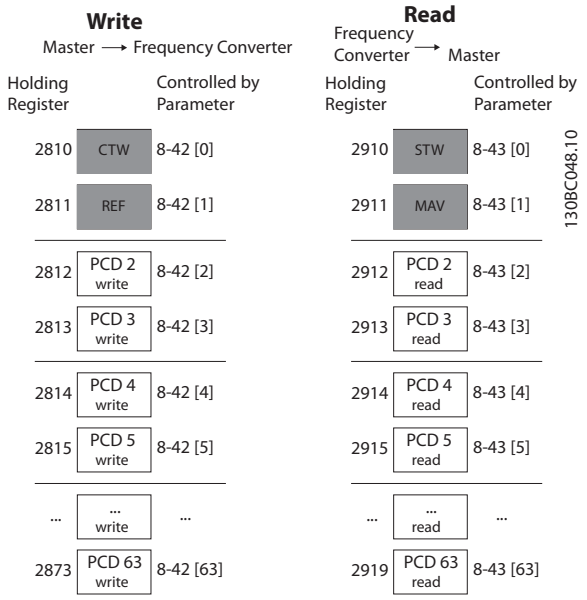


Рисунок 7.14 Доступ посредством чтения/записи PCD

УВЕДОМЛЕНИЕ

Ячейки, отмеченные серым, не подлежат изменению и являются значениями по умолчанию.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Назначайте 32-битные параметры в 32-битные регистры (PCD2 и PCD3 или PCD4 и PCD5 и так далее), где номер параметра прописывается дважды в *параметр 8-42 PCD Write Configuration (Конфигурирование записи PCD)* или *параметр 8-43 PCD Read Configuration (Конфиг-е чтения PCD)*.

7.8.10 Управление преобразователем частоты

В этом разделе описываются коды, которые можно использовать в полях функций и данных телеграммы Modbus RTU.

7.8.11 Коды функций, поддерживаемые Modbus RTU

Протокол Modbus RTU поддерживает использование следующих кодов функций в поле функции телеграммы.

Функция	Код функции (16-ричн.)
Считать с катушки	1
Считать с регистров временного хранения	3
Записать на одну катушку	5
Записать в один регистр	6
Записать на несколько катушек	F
Записать в несколько регистров	10
Вызвать счетчик событий связи	B
Сообщить идентиф. номер подчинен. устройства	11
Запись и чтение нескольких регистров	17

Таблица 7.19 Коды функций

Функция	Код функции	Код подфункции	Подфункция
Диагностика	8	1	Перезапуск связи.
		2	Возврат регистра диагностики.
		10	Очистка счетчиков и регистра диагностики.
		11	Возврат счета сообщений, передаваемых по шине.
		12	Возврат счета ошибок связи по шине.
		13	Возврат счета ошибок подчиненного устройства.
		14	Возврат счета сообщений подчиненного устройства.

Таблица 7.20 Коды функций

7.8.12 Исключительные коды Modbus

Полное описание структуры ответа с исключительным кодом приведено в *глава 7.8.5 Поле функции*.

Код	Название	Смысл
1	Недопустимая функция	Код функции, полученный в запросе, требует недопустимого действия для сервера (или подчиненного устройства). Это может быть связано с тем, что код функции применяется только к более новым устройствам и не был реализован в выбранном устройстве. Этот код также может указывать на то, что сервер (или подчиненное устройство) находится в ошибочном состоянии для обработки запроса данного типа, например, он не настроен и получает запрос на возвращение значений регистра.
2	Недопустимый адрес данных	Адрес данных, полученный в запросе, является недопустимым адресом для сервера (или подчиненного устройства). В частности, сочетание номера задания и длины передачи является недопустимым. Для контроллера со 100 регистрами запрос со смещением 96 и длиной 4 успешно обрабатывается, запрос со смещением 96 и длиной 5 создает исключение 02.
3	Недопустимое значение данных	Значение в поле данных запроса является недопустимым значением для сервера (или подчиненного устройства). Это указывает на ошибку в структуре остатка сложного запроса, как будто примененная длина является неправильной. Это НЕ означает, что элемент данных, отправленный на хранение в регистре, имеет значение, не разрешенное прикладной программой, поскольку протокол Modbus оценивает значения регистров.
4	Ошибка подчиненного устройства	Возникла неисправимая ошибка во время попытки сервера (или подчиненного устройства) выполнить запрашиваемое действие.

Таблица 7.21 Исключительные коды Modbus

7.9 Доступ к параметрам

7.9.1 Операции с параметрами

Номер параметра (PNU) переносится из адреса регистра, содержащегося в читаемом или записываемом сообщении Modbus. Номер параметра передается в Modbus как десятичное число (10 x номер параметра). Пример: Считываемое значение *параметр 3-12 Значение разгона/замедления* (16 бит): регистр временного хранения 3120 содержит значение параметра. Значение 1352 (десятичное) означает, что для параметра установлено значение 12,52 %.

Считываемое значение *параметр 3-14 Предустановл.относительное задание* (32 бит): регистры временного хранения 3410 и 3411 содержат значения параметров. Значение 11300 (десятичное) означает, что для параметра установлено значение 1113,00.

Сведения о параметрах, размере и индексе преобразования, см. в *глава 6 Программирование*.

7.9.2 Хранение данных

Десятичное значение параметра «катушка 65» определяет, куда будут записываться данные в преобразователе частоты: в ЭСППЗУ и в ОЗУ (катушка 65 = 1) или только в ОЗУ (катушка 65 = 0).

7.9.3 Индекс (IND)

Некоторые параметры в преобразователе частоты, например *параметр 3-10 Предустановленное задание*, являются массивами. Поскольку Modbus не поддерживает массивы в регистрах временного хранения, в преобразователе частоты регистр временного хранения 9 зарезервирован в качестве указателя на массив. Перед чтением или записью параметра массива настройте регистр временного хранения 9. При установке регистра временного хранения в значение 2 все последующие операции чтения/записи параметров массива будут осуществляться по индексу 2.

7.9.4 Текстовые блоки

Параметры, сохраняемые в виде текстовых строк, вызываются таким же образом, как и прочие параметры. Максимальный размер текстового блока - 20 символов. Если запрос на считывание параметра предназначен для большего числа символов, чем хранит параметр, ответ укорачивается. Если запрос на считывание параметра предназначен для меньшего числа символов, чем хранит параметр, свободное пространство ответа заполняется.

7.9.5 Коэффициент преобразования

Значение параметра может передаваться только как целое число. Для пересылки десятичных чисел следует использовать коэффициент преобразования.

7.9.6 Значения параметров

Стандартные типы данных

Стандартными типами данных являются int 16, int 32, uint 8, uint 16 и uint 32. Они хранятся как регистры 4x (40001–4FFFF). Чтение параметров производится с

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

помощью функции 03 16-ричн., чтение регистров временного хранения. Запись параметров осуществляется с помощью функции 6 16-ричн., установка одного регистра для одного регистра (16 бит), и функции 10 16-ричн., установка нескольких регистров для двух регистров (32 бита). Диапазон считываемых размеров: от 1 регистра (16 битов) до 10 регистров (20 символов).

Нестандартные типы данных
Нестандартные типы данных - текстовые строки; они хранятся как регистры 4x (40001–4FFFF). Параметры считываются с помощью функции 03 16-ричн., чтение регистров временного хранения, и записываются с помощью функции 10 16-ричн., установка нескольких регистров. Диапазон считываемых размеров: от 1 регистра (2 символа) до 10 регистров (20 символов).

7.10 Примеры

Приведенные ниже примеры иллюстрируют различные команды Modbus RTU.

7.10.1 Считывание состояния катушки (01 16-ричн.)

Описание
Эта функция считывает состояние ON/OFF (ВКЛ./ВЫКЛ.) цифровых выходов (катушек) преобразователя частоты. Чтение циркулярных сообщений не поддерживается.

Запрос
Телеграмма с запросом определяет начальную катушку и количество считываемых катушек. Адреса катушек начинаются с 0, то есть адресом катушки 33 будет 32.

Пример запроса на считывание катушек 33–48 (слово состояния) из подчиненного устройства 01.

Наименование поля	Пример (16-ричн.)
Адрес подчиненного устройства	01 (адрес преобразователя частоты)
Функция	01 (считать с катушки)
Начальный адрес, старш. байт	00
Начальный адрес, младш. байт	20 (десятичный адрес 32) катушка 33
Число точек, старш. байт	00
Число точек, младш. байт	10 (десятичный адрес 16)
Контроль ошибок (CRC)	–

Таблица 7.22 Запрос

Ответ
Состояние катушки в ответной телеграмме указывается в формате одна катушка на бит поля данных. Состояние указывается следующим образом: 1 = ВКЛ; 0 = ВЫКЛ. Младший бит первого байта данных содержит катушку, адрес которой указан в запросе. Остальные катушки следуют в направлении старшего конца этого байта и от младшего к старшему в последующих байтах.
Если число возвращенных катушек не кратно восьми, остальные биты конечного байта данных заполнены нулями (в направлении старшего конца байта). Поле счета байтов определяет число полный байтов данных.

Наименование поля	Пример (16-ричн.)
Адрес подчиненного устройства	01 (адрес преобразователя частоты)
Функция	01 (считать с катушки)
Число байтов	02 (2 байта данных)
Данные (катушки 40–33)	07
Данные (катушки 48–41)	06 (STW = 0607 16-ричн.)
Контроль ошибок (CRC)	–

Таблица 7.23 Ответ

УВЕДОМЛЕНИЕ

Катушки и регистры направляются в Modbus со смещением адреса -1.
Например, катушка 33 имеет адрес «катушка 32».

7.10.2 Форсировать/записать на одну катушку (05 16-ричн.)

Описание
Эта функция вызывает включение или выключение катушки. В случае циркулярной рассылки эта функция дает одинаковые задания катушкам во всех присоединенных подчиненных устройствах.

Запрос
Телеграмма с запросом определяет катушку 65 (управление записью параметра), на которую направлено действие. Адреса катушек начинаются с 0, то есть адресом катушки 65 будет 64. Форсировать данные = 00 00 16-ричн. (ВЫКЛ.) или FF 00 16-ричн. (ВКЛ.).

Наименование поля	Пример (16-ричн.)
Адрес подчиненного устройства	01 (адрес преобразователя частоты)
Функция	05 (записать на одну катушку)
Адрес катушки, старш. байт	00
Адрес катушки, младш. байт	40 (десятичный адрес 64) Катушка 65
Форсировать данные, старш. байт	FF
Форсировать данные, младш. байт	00 (FF 00 = ON)
Контроль ошибок (CRC)	–

Таблица 7.24 Запрос

Ответ
Нормальным ответом является отражение запроса, возвращенное после того, как было форсировано состояние катушки.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Наименование поля	Пример (16-ричн.)
Адрес подчиненного устройства	01
Функция	05
Форсировать данные, старш. байт	FF
Форсировать данные, младш. байт	00
Количество катушек, старш. байт	00
Количество катушек, младш. байт	01
Контроль ошибок (CRC)	–

Таблица 7.25 Ответ

7.10.3 Форсировать/записать на несколько катушек (0F 16-ричн.)

Описание

Эта функция форсирует перевод катушек в последовательности либо в состояние включения, либо в состояние выключения. В случае циркулярной рассылки эта функция дает одинаковые задания катушкам во всех присоединенных подчиненных устройствах.

Запрос

Телеграмма с запросом определяет форсируемые катушки от 17 до 32 (уставка скорости).

УВЕДОМЛЕНИЕ

Адреса катушек начинаются с 0, то есть адресом катушки 17 будет 16.

Наименование поля	Пример (16-ричн.)
Адрес подчиненного устройства	01 (адрес преобразователя частоты)
Функция	0F (записать на несколько катушек)
Адрес катушки, старш. байт	00
Адрес катушки, младш. байт	10 (адрес катушки 17)
Количество катушек, старш. байт	00
Количество катушек, младш. байт	10 (16 катушек)
Число байтов	02
Форсировать данные, старш. байт (Катушки 8–1)	20
Форсировать данные, младш. байт (катушки 16–9)	00 (задание = 2000 16-ричн.)
Контроль ошибок (CRC)	–

Таблица 7.26 Запрос

Ответ

В нормальном ответе возвращается адрес подчиненного устройства, код функции, начальный адрес и количество форсированных катушек.

Наименование поля	Пример (16-ричн.)
Адрес подчиненного устройства	01 (адрес преобразователя частоты)
Функция	0F (записать на несколько катушек)
Адрес катушки, старш. байт	00
Адрес катушки, младш. байт	10 (адрес катушки 17)
Количество катушек, старш. байт	00
Количество катушек, младш. байт	10 (16 катушек)
Контроль ошибок (CRC)	–

Таблица 7.27 Ответ

7.10.4 Чтение регистров временного хранения (03 16-ричн.)

Описание

Эта функция считывает содержимое регистров временного хранения в подчиненном устройстве.

Запрос

Телеграмма с запросом определяет начальный регистр и количество считываемых регистров. Адреса регистров начинаются с 0, т. е. адресами регистров 1–4 будут 0–3.

Пример: чтение *параметр 3-03 Maximum Reference (Максимальное задание)*, регистр 03030.

Наименование поля	Пример (16-ричн.)
Адрес подчиненного устройства	01
Функция	03 (чтение регистров временного хранения)
Начальный адрес, старш. байт	0B (адрес регистра 3029)
Начальный адрес, младш. байт	D5 (адрес регистра 3029)
Число точек, старш. байт	00
Число точек, младш. байт	02 - (пар. *параметр 3-03 Maximum Reference (Максимальное задание)* имеет длину 32 бита, то есть 2 регистра)
Контроль ошибок (CRC)	–

Таблица 7.28 Запрос

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Ответ

Данные регистра в ответной телеграмме формируются как 2 байта на каждый регистр с двоичным содержимым, выровненным по правому краю внутри каждого байта. У каждого регистра первый байт содержит старшие биты (HI), а второй байт - младшие (LO).

Пример: 16-ричн. 000088B8 = 35,000 = 35 Гц.

Наименование поля	Пример (16-ричн.)
Адрес подчиненного устройства	01
Функция	03
Число байтов	04
Данные, старш. байт (регистр 3030)	00
Данные, младш. байт (регистр 3030)	16
Данные, старш. байт (регистр 3031)	E3
Данные, младш. байт (регистр 3031)	60
Контроль ошибок (CRC)	–

Таблица 7.29 Ответ

7

7.10.5 Установка одного регистра (06 16-ричн.)

Описание

Эта функция устанавливает значение в одном регистре временного хранения.

Запрос

Телеграмма с запросом определяет устанавливаемое задание регистра. Адреса регистров начинаются с 0, т. е. адресом регистра 1 будет 0.

Пример: запись в *параметр 1-00 Режим конфигурирования*, регистр 1000.

Наименование поля	Пример (16-ричн.)
Адрес подчиненного устройства	01
Функция	06
Адрес регистра, старш. байт	03 (адрес регистра 999)
Адрес регистра, младш. байт	E7 (адрес регистра 999)
Устанавливаемые данные, старш. байт	00
Устанавливаемые данные, младш. байт	01
Контроль ошибок (CRC)	–

Таблица 7.30 Запрос

Ответ

Нормальным ответом является отражение запроса, возвращенное после того, как было передано содержимое регистра.

Наименование поля	Пример (16-ричн.)
Адрес подчиненного устройства	01
Функция	06
Адрес регистра, старш. байт	03
Адрес регистра, младш. байт	E7
Устанавливаемые данные, старш. байт	00
Устанавливаемые данные, младш. байт	01
Контроль ошибок (CRC)	–

Таблица 7.31 Ответ

7.10.6 Установка нескольких регистров (10 16-ричн.)

Описание

Эта функция устанавливает значение в последовательности регистров временного хранения.

Запрос

Телеграмма с запросом определяет устанавливаемое задание регистра. Адреса регистров начинаются с 0, т. е. адресом регистра 1 будет 0. Пример запроса установки двух регистров (устанавливаемый параметр *параметр 1-24 Motor Current (Ток двигателя)* = 738 (7,38 A)):

Наименование поля	Пример (16-ричн.)
Адрес подчиненного устройства	01
Функция	10
Начальный адрес, старш. байт	04
Начальный адрес, младш. байт	07
Число регистров, старш. байт	00
Число регистров, младш. байт	02
Число байтов	04
Записать данные старш. байта (регистр 4: 1049)	00
Записать данные младш. байта (регистр 4: 1049)	00
Записать данные старш. байта (регистр 4: 1050)	02
Записать данные младш. байта (регистр 4: 1050)	E2
Контроль ошибок (CRC)	–

Таблица 7.32 Запрос

Ответ

В нормальном ответе возвращается адрес подчиненного устройства, код функции, начальный адрес и количество установленных регистров.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Наименование поля	Пример (16-ричн.)
Адрес подчиненного устройства	01
Функция	10
Начальный адрес, старш. байт	04
Начальный адрес, младш. байт	19
Число регистров, старш. байт	00
Число регистров, младш. байт	02
Контроль ошибок (CRC)	–

Таблица 7.33 Ответ

7.10.7 Запись/чтение нескольких регистров (17 16-ричн.)

Описание

Этот код функции выполняет в одной транзакции Modbus комбинацию из одной операции чтения и одной операции записи. Операция записи выполняется до операции чтения.

Запрос

Сообщение с запросом указывает начальный адрес и количество регистров временного хранения для считывания, а также начальный адрес, количество регистров временного хранения и данные для записи. Нумерация адресов регистров временного хранения начинается с 0. Пример запроса для установки параметра *параметр 1-24 Motor Current (Ток двигателя)* = 738 (7,38 A) и считывания параметра *параметр 3-03 Maximum Reference (Максимальное задание)*, который имеет значение 50000 (50000 Гц):

Наименование поля	Пример (16-ричн.)
Адрес подчиненного устройства	01
Функция	17
Начальный адрес чтения, старш. байт	0B (адрес регистра 3029)
Начальный адрес чтения, младш. байт	D5 (адрес регистра 3029)
Количество считываемых регистров, старш. байт	00
Количество считываемых регистров, младш. байт	02 (*Параметр 3-03 Maximum Reference (Максимальное задание)* имеет длину 32 бита, то есть 2 регистра)
Начальный адрес записи, старш. байт	04 (адрес регистра 1239)
Начальный адрес записи, младш. байт	D7 (адрес регистра 1239)
Количество записываемых регистров, старш. байт	00
Количество записываемых регистров, младш. байт	02
Счет записи байтов	04
Значение регистров записи, старш. байт	00
Значение регистров записи, младш. байт	00
Значение регистров записи, старш. байт	02
Значение регистров записи, младш. байт	0E
Контроль ошибок (CRC)	–

Таблица 7.34 Запрос

Ответ

Нормальный ответ содержит данные из группы считанных регистров. Поле счета байтов определяет число байтов для последующего считывания в поле данных.

Наименование поля	Пример (16-ричн.)
Адрес подчиненного устройства	01
Функция	17
Число байтов	04
Значение регистров чтения, старш. байт	00
Значение регистров чтения, младш. байт	00
Значение регистров чтения, старш. байт	C3
Значение регистров чтения, младш. байт	50
Контроль ошибок (CRC)	–

Таблица 7.35 Ответ

7.11 Профиль управления FC Danfoss

7.11.1 Командное слово, соответствующее профилю FC (пар. 8-10 Protocol (Протокол) = Профиль FC)

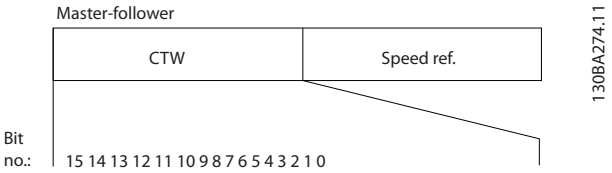


Рисунок 7.15 Командное слово, соответствующее профилю FC

Бит	Значение бита = 0	Значение бита = 1
00	Значение задания	Младший бит внешнего выбора
01	Значение задания	Старший бит внешнего выбора
02	Торможение постоянным током	Изменение скорости
03	Выбег	Нет выбега
04	Быстрый останов	Изменение скорости
05	Фиксация выходной частоты	Использование изменения скорости
06	Останов с изменением скорости	Пуск
07	Нет функции	Сброс
08	Нет функции	Фиксация частоты
09	Изменение скорости 1	Изменение скорости 2
10	Данные не действительны	Данные действительны
11	Реле 01 разомкнуто	Реле 01 включено
12	Реле 02 разомкнуто	Реле 02 включено
13	Настройка параметров	Младший разряд выбора
15	Нет функции	Реверс

Таблица 7.36 Командное слово, соответствующее профилю FC

Расшифровка управляющих битов

Биты 00/01

Биты 00 и 01 используются для выбора одного из четырех значений задания, предварительно запрограммированных в параметре *параметр 3-10 Предустановленное задание* в соответствии с *Таблица 7.37*.

Запрограммированное значение задания	Параметр	Бит 01	Бит 00
1	*Параметр 3-10 Предустановленное задание* [0]	0	0
2	*Параметр 3-10 Предустановленное задание* [1]	0	1
3	*Параметр 3-10 Предустановленное задание* [2]	1	0
4	*Параметр 3-10 Предустановленное задание* [3]	1	1

Таблица 7.37 Биты управления

УВЕДОМЛЕНИЕ

В *параметр 8-56 Выбор предустановленного задания* укажите, как бит 00/01 логически объединяется с соответствующей функцией на цифровых входах.

Бит 02, торможение постоянным током

Бит 02 = 0: приводит к торможению постоянным током и к останову. Установите ток торможения и длительность в параметрах *параметр 2-01 Ток торможения пост. током* и *параметр 2-02 Время торможения пост. током*.

Бит 02 = 1: вызывает изменение скорости.

Бит 03, останов с выбегом

Бит 03 = 0: преобразователь частоты немедленно отпускает двигатель (выходные транзисторы запираются), который выбегом останавливается до состояния покоя.

Бит 03 = 1: если выполняются другие условия запуска, преобразователь частоты запускает двигатель.

В *параметр 8-50 Выбор выбега* укажите, как бит 03 логически объединяется с соответствующей функцией на цифровом входе.

Бит 04, быстрый останов

Бит 04 = 0: вызывает снижение скорости вращения двигателя до останова (устанавливается в параметре *параметр 3-81 Время замедл.для быстр.останова*).

Бит 05, фиксация выходной частоты

Бит 05 = 0: фиксируется текущая выходная частота (в Гц). Изменить зафиксированную выходную частоту можно только с помощью цифровых входов (параметры с (*параметр 5-10 Клемма 18, цифровой вход* по *параметр 5-13 Клемма 29, цифровой вход*)), запрограммированных как *[21] Увеличение скорости* или *[22] Снижение скорости)*.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Если активна фиксация выходной частоты, остановить преобразователь частоты можно только следующими способами:

- **Бит 03, останов выбегом.**
- **Бит 02, торможение постоянным током**
- **Цифровой вход (параметры с *параметр 5-10 Клемма 18, цифровой вход* по *параметр 5-13 Клемма 29, цифровой вход*), запрограммированный на [5] *Торм.пост.током,инв, [2] Выбег, инверсный* или *[3] Выбег+сброс,инверс*.**

Бит 06, останов/пуск с изменением скорости

Бит 06 = 0: вызывает останов и заставляет двигатель снижать скорость до останова с помощью выбранного параметра замедления.

Бит 06 = 1: если выполняются другие условия запуска, бит 06 разрешает преобразователю частоты запустить двигатель.

В *параметр 8-53 Выбор пуска* определите, как бит 06 останова/пуска с изменением скорости логически объединяется с соответствующей функцией на цифровом входе.

Бит 07, сброс

Бит 07 = 0: нет сброса.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Бит 07 = 1: выполняется сброс отключения. Сброс активируется по переднему фронту сигнала, то есть при переходе сигнала от логического 0 к логической 1.

Бит 08, фиксация частоты
Бит 08 = 1: *Параметр 3-11 Фиксированная скорость [Гц]* определяет выходную частоту.

Бит 09, выбор изменения скорости 1/2
Бит 09 = 0: изменение скорости 1 включено (параметры *параметр 3-41 Время разгона 1–параметр 3-42 Время замедления 1*).
Бит 09 = 1: изменение скорости 2 (параметры *параметр 3-51 Время разгона 2–параметр 3-52 Время замедления 2*) включено.

Бит 10, данные недействительны/данные действительны
Указывает преобразователю частоты, использовать или игнорировать командное слово.
Бит 10 = 0: командное слово игнорируется.
Бит 10 = 1: командное слово используется. Эта функция имеет большое значение, поскольку независимо от типа используемой телеграммы в ней всегда содержится командное слово. Отключите командное слово, если не требуется его использование при обновлении или чтении параметров.

Бит 11, реле 01
Бит 11 = 0: реле не активируется.
Бит 11 = 1: реле 01 активируется при условии, что в параметре *параметр 5-40 Реле функций* выбрано значение *[36] Кмнд. слово, бит 11*.

Бит 12, реле 02
Бит 12 = 0: реле 02 не активируется.
Бит 12 = 1: реле 02 активируется при условии, что в параметре *параметр 5-40 Реле функций* выбрано значение *[37] Кмнд. слово, бит 12*.

Бит 13, выбор набора параметров
Бит 13 используется для выбора любого из 2 наборов параметров в соответствии с *Таблица 7.38*.

Набор параметров	Бит 13
1	0
2	1

Таблица 7.38 Меню наборов параметров

Эта функция возможна только в том случае, если в параметре *параметр 0-10 Активный набор* выбрано значение *[9] Несколько наборов*.

Используйте значение параметра *параметр 8-55 Выбор набора*, чтобы указать, как бит 13 логически объединяется с соответствующей функцией на цифровых входах.

Бит 15, реверс
Бит 15 = 0: нет реверса.
Бит 15 = 1: реверс. При заводской настройке значение параметра *параметр 8-54 Выбор реверса* устанавливает управление реверсом с помощью цифрового входа. Бит 15 вызывает реверс только в том случае, если выбран один из следующих вариантов: последовательная связь, *[2] Логическое И* или *[3] Логическое ИЛИ*.

7.11.2 Слово состояния, соответствующее профилю FC (STW)

Установите для *параметр 8-30 Протокол* значение *[0] ПЧ*.

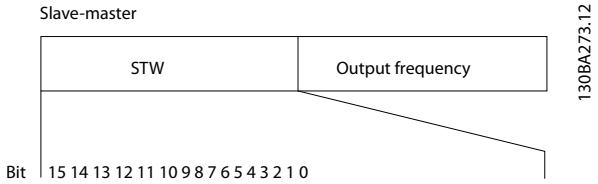


Рисунок 7.16 Слово состояния

Бит	Бит = 0	Бит = 1
00	Управление не готово	Готовность к управлению
01	Преобразователь частоты не готов	Преобразователь частоты готов
02	Выбег	Разрешено
03	Нет ошибки	Отключение
04	Нет ошибки	Ошибка (нет отключения)
05	Зарезервировано	–
06	Нет ошибки	Отключение с блокировкой
07	Нет предупреждения	Предупреждение
08	Скорость вращения ≠ задание	Скорость вращения = задание
09	Местное управление	Упр. по шине
10	Частота вне диапазона	Частота в заданных пределах
11	Не используется	В работе
12	Преобразователь частоты в норме	Останов, автоматический пуск
13	Напряжение в норме	Превышение напряжения
14	Ток OK	Превышен предел по току
15	Тепловой режим в норме	Уровень температуры превышен

Таблица 7.39 Слово состояния, соответствующее профилю FC

Объяснение битов состояния

Бит 00, управление не готово/готово
Бит 00 = 0: преобразователь частоты отключается.
Бит 00 = 1: система управления преобразователя частоты готова, но не гарантируется получение питания силовым блоком (при питании системы управления от внешнего источника 24 В).

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Бит 01, преобразователь частоты готов
Бит 01 = 0: преобразователь частоты не готов к работе.

Бит 01 = 1: преобразователь частоты готов к работе, но через цифровые входы или по последовательной связи подается команда останова выбегом.

Бит 02, останов выбегом
Бит 02 = 0: преобразователь частоты «отпускает» двигатель.
Бит 02 = 1: преобразователь частоты запускает двигатель командой пуска.

Бит 03, нет ошибки/отключение
Бит 03 = 0: преобразователь частоты не находится в состоянии отказа.
Бит 03 = 1: преобразователь частоты отключается. Для восстановления работы нажмите [Reset] (Сброс).

Бит 04, нет ошибки/ошибка (без отключения)
Бит 04 = 0: преобразователь частоты не находится в состоянии отказа.
Бит 04 = 1: преобразователь частоты отображает ошибку, но не отключается.

Бит 05, не используется
В слове состояния бит 05 не используется.

Бит 06, нет ошибки / отключение с блокировкой
Бит 06 = 0: преобразователь частоты не находится в состоянии отказа.
Бит 06 = 1: преобразователь частоты отключен и блокирован.

Бит 07, нет предупреждения/предупреждение
Бит 07 = 0: предупреждений нет.
Бит 07 = 1: появилось предупреждение.

Бит 08, скорость ≠ задание/скорость = задание
Бит 08 = 0: двигатель работает, но текущая скорость отличается от предустановленного задания скорости. Такая ситуация возможна, когда происходит разгон/замедление при пуске/останове.
Бит 08 = 1: скорость двигателя соответствует предустановленному заданию скорости.

Бит 09, местное управление/управление по шине
Бит 09 = 0: нажата кнопка [Off/Reset] (Стоп/Сброс) на блоке управления или в параметре *параметр 3-13 Место задания* выбрано значение *[2] Местное*. Управлять преобразователем частоты через канал последовательной связи нельзя.
Бит 09 = 1: преобразователь частоты может управляться по периферийной шине или по последовательной связи.

Бит 10, предел частоты вне диапазона
Бит 10 = 0: выходная частота достигла значения, установленного в параметре *параметр 4-12 Нижний предел скорости двигателя [Гц]* или *параметр 4-14 Верхний предел скорости двигателя [Гц]*.
Бит 10 = 1: выходная частота находится в заданных пределах.

Бит 11, не работает/работает
Бит 11 = 0: двигатель не работает.
Бит 11 = 1: преобразователь частоты получает сигнал пуска без останова выбегом.

Бит 12, преобразователь частоты в норме/остановлен, автозапуск
Бит 12 = 0: отсутствует временное превышение температуры преобразователя частоты.
Бит 12 = 1: преобразователь частоты остановлен из-за перегрева, но блок не отключается и возобновляет работу, как только перегрев нормализуется.

Бит 13, напряжение в норме/выход за предел
Бит 13 = 0: нет предупреждений о напряжении.
Бит 13 = 1: Напряжение постоянного тока в цепи постоянного тока преобразователя частоты слишком мало или велико.

Бит 14, ток в норме/предел превышен
Бит 14 = 0: ток двигателя меньше, чем ток предел, установленный в параметре *параметр 4-18 Current Limit*.
Бит 14 = 1: превышен предел по току в *параметр 4-18 Current Limit*.

Бит 15, темп. в норме/предел превышен
Бит 15 = 0: таймеры для тепловой защиты двигателя и тепловой защиты преобразователя частоты не перешли предел 100 %.
Бит 15 = 1: один из таймеров превысил предел 100 %.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

7.11.3 Значение задания скорости передачи по шине

Значение задания скорости передается в преобразователь частоты как относительное значение в процентах. Значение пересылается в виде 16-битного слова. Значение 16384 (4000 в 16-ричном формате) соответствует 100 %. Отрицательные числа форматируются с помощью двоичного дополнения. Текущая выходная частота (MAV) масштабируется таким же образом, как и задание по шине.

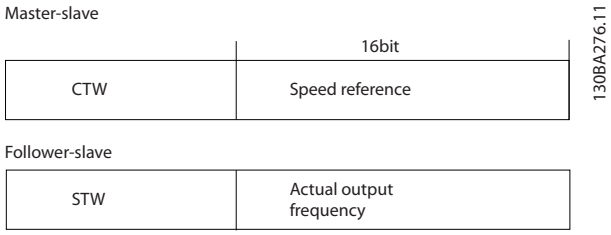


Рисунок 7.17 Текущая выходная частота (MAV)

Задание и MAV масштабируются следующим образом:

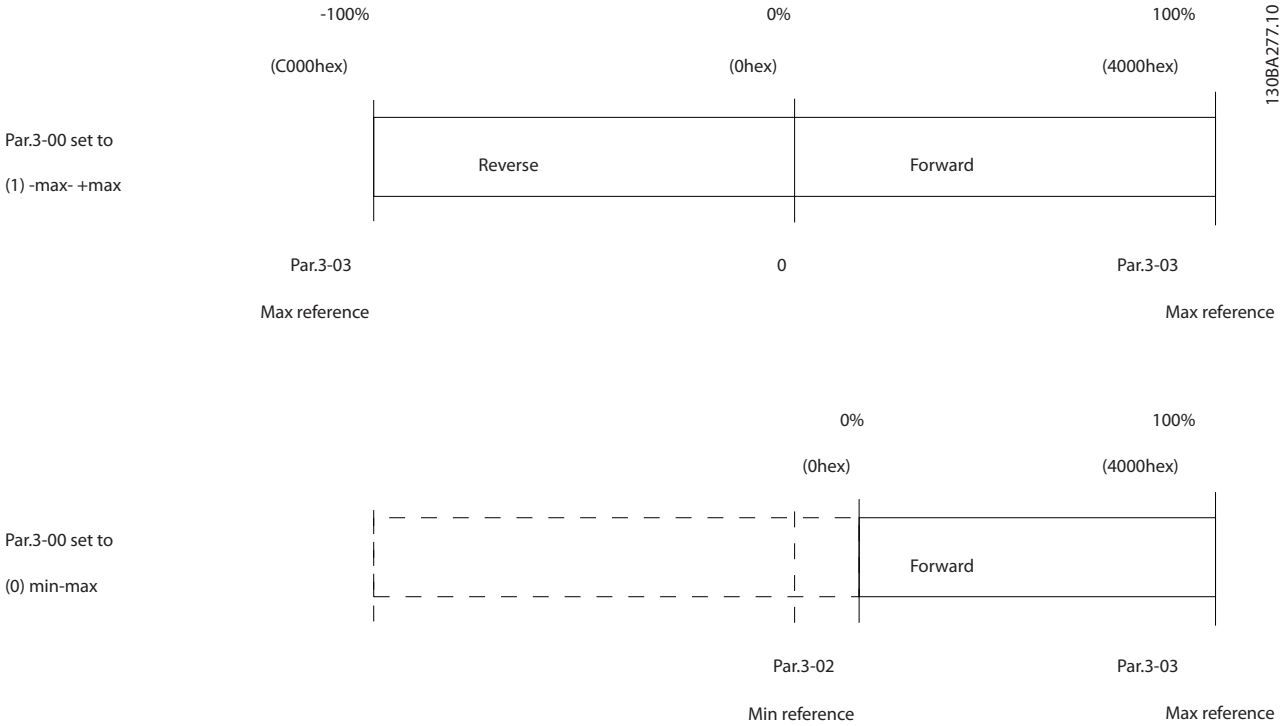


Рисунок 7.18 Задание и MAV

8 Общие технические требования

8.1 Габаритные и присоединительные размеры

8.1.1 Монтаж рядом вплотную

Преобразователи частоты можно устанавливать вплотную друг к другу, но в этом случае для охлаждения требуется свободное пространство над корпусом и под ним.

		Мощность [кВт (л. с.)]			Свободное пространство над корпусом/под ним [мм (дюймы)]
Размер	**Класс IP**	**3 x 200–240 В**	**3 x 380–480 В**	**3 x 525–600 В**	
H1	IP20	0,25–1,5 (0,33–2)	0,37–1,5 (0,5–2)	–	100 (4)
H2	IP20	2,2 (3)	2,2–4 (3–5)	–	100 (4)
H3	IP20	3,7 (5)	5,5–7,5 (7,5–10)	–	100 (4)
H4	IP20	5,5–7,5 (7,5–10)	11–15 (15–20)	–	100 (4)
H5	IP20	11 (15)	18,5–22 (25–30)	–	100 (4)
H6	IP20	15–18,5 (20–25)	30–45 (40–60)	18,5–30 (25–40)	200 (7,9)
H7	IP20	22–30 (30–40)	55–75 (70–100)	37–55 (50–70)	200 (7,9)
H8	IP20	37–45 (50–60)	90 (125)	75–90 (100–125)	225 (8,9)
H9	IP20	–	–	2,2–7,5 (3–10)	100 (4)
H10	IP20	–	–	11–15 (15–20)	200 (7,9)
I2	IP54	–	0,75–4,0 (1–5)	–	100 (4)
I3	IP54	–	5,5–7,5 (7,5–10)	–	100 (4)
I4	IP54	–	11–18,5 (15–25)	–	100 (4)
I6	IP54	–	22–37 (30–50)	–	200 (7,9)
I7	IP54	–	45–55 (60–70)	–	200 (7,9)
I8	IP54	–	75–90 (100–125)	–	225 (8,9)

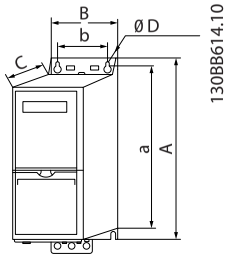
Таблица 8.1 Зазоры, необходимые для охлаждения

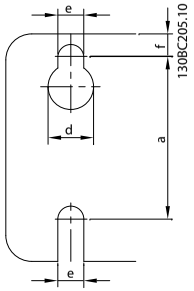
УВЕДОМЛЕНИЕ

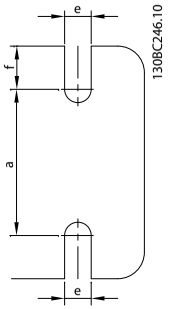
С установленным дополнительным комплектом IP21/Nema тип 1 необходимо расстояние 50 мм (2 дюйма) между блоками.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

8.1.2 Размеры преобразователей частоты



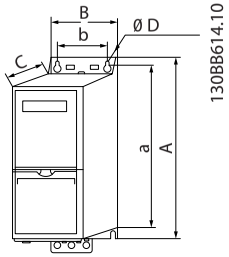


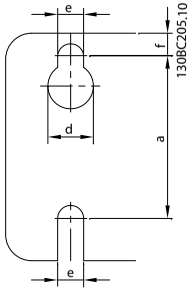


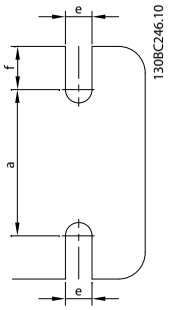
Корпус		Мощность [кВт (л. с.)]			Высота [мм (дюйм)]			Ширина [мм (дюйм)]		Глубина [мм (дюйм)]	Монтажное отверстие [мм (дюйм)]			Макс. вес
Размер	**Класс IP**	**3 x 200–240 В**	**3 x 380–480 В**	**3 x 525–600 В**	**A**	**A[1)]**	**a**	**B**	**b**	**C**	**d**	**e**	**f**	**кг (фунт)**
H1	IP20	0,25–1,5 (0,33–2,0)	0,37–1,5 (0,5–2,0)	–	195 (7,7)	273 (10,7)	183 (7,2)	75 (3,0)	56 (2,2)	168 (6,6)	9 (0,35)	4,5 (0,18)	5,3 (0,21)	2,1 (4,6)
H2	IP20	2,2 (3,0)	2,2–4,0 (3,0–5,0)	–	227 (8,9)	303 (11,9)	212 (8,3)	90 (3,5)	65 (2,6)	190 (7,5)	11 (0,43)	5,5 (0,22)	7,4 (0,29)	3,4 (7,5)
H3	IP20	3,7 (5,0)	5,5–7,5 (7,5–10)	–	255 (10,0)	329 (13,0)	240 (9,4)	100 (3,9)	74 (2,9)	206 (8,1)	11 (0,43)	5,5 (0,22)	8,1 (0,32)	4,5 (9,9)
H4	IP20	5,5–7,5 (7,5–10)	11–15 (15–20)	–	296 (11,7)	359 (14,1)	275 (10,8)	135 (5,3)	105 (4,1)	241 (9,5)	12,6 (0,50)	7 (0,28)	8,4 (0,33)	7,9 (17,4)
H5	IP20	11 (15)	18,5–22 (25–30)	–	334 (13,1)	402 (15,8)	314 (12,4)	150 (5,9)	120 (4,7)	255 (10)	12,6 (0,50)	7 (0,28)	8,5 (0,33)	9,5 (20,9)
H6	IP20	15–18,5 (20–25)	30–45 (40–60)	18,5–30 (25–40)	518 (20,4)	595 (23,4)/635 (25), 45 кВт	495 (19,5)	239 (9,4)	200 (7,9)	242 (9,5)	–	8,5 (0,33)	15 (0,6)	24,5 (54)
H7	IP20	22–30 (30–40)	55–75 (70–100)	37–55 (50–70)	550 (21,7)	630 (24,8)/690 (27,2), 75 кВт	521 (20,5)	313 (12,3)	270 (10,6)	335 (13,2)	–	8,5 (0,33)	17 (0,67)	36 (79)
H8	IP20	37–45 (50–60)	90 (125)	75–90 (100–125)	660 (26)	800 (31,5)	631 (24,8)	375 (14,8)	330 (13)	335 (13,2)	–	8,5 (0,33)	17 (0,67)	51 (112)
H9	IP20	–	–	2,2–7,5 (3,0–10)	269 (10,6)	374 (14,7)	257 (10,1)	130 (5,1)	110 (4,3)	205 (8,0)	11 (0,43)	5,5 (0,22)	9 (0,35)	6,6 (14,6)
H10	IP20	–	–	11–15 (15–20)	399 (15,7)	419 (16,5)	380 (15)	165 (6,5)	140 (5,5)	248 (9,8)	12 (0,47)	6,8 (0,27)	7,5 (0,30)	12 (26,5)

1) С развязывающей панелью

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.







Корпус		Мощность [кВт (л. с.)]			Высота [мм (дюйм)]			Ширина [мм (дюйм)]		Глубина [мм (дюйм)]	Монтажное отверстие [мм (дюйм)]			Макс. вес
Размер	Класс IP	3 x 200–240 В	3 x 380–480 В	3 x 525–600 В	A	A[1)]	a	B	b	C	d	e	f	кг (фунт)

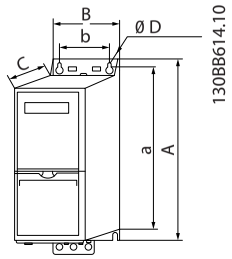
Приведенные размеры относятся к физическим размерам установок.

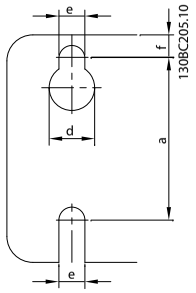
УВЕДОМЛЕНИЕ

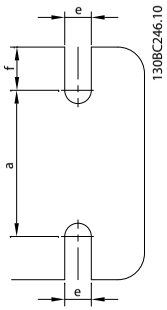
При установке в составе системы оставьте для охлаждения дополнительное пространство под установками и над ними. Количество пространства для свободного доступа воздуха указано в *Таблица 8.1*.

Таблица 8.2 Габаритные размеры, размеры корпусов H1–H10

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.







Корпус		Мощность [кВт (л. с.)]			Высота [мм (дюйм)]			Ширина [мм (дюйм)]		Глубина [мм (дюйм)]	Монтажное отверстие [мм (дюйм)]			Макс. вес
Размер	**Класс IP**	**3 x 200–240 В**	**3 x 380–480 В**	**3 x 525–600 В**	**A**	**A[1)]**	**a**	**B**	**b**	**C**	**d**	**e**	**f**	**кг (фунт)**
I2	IP54	–	0,75–4,0 (1,0–5,0)	–	332 (13,1)	–	318,5 (12,53)	115 (4,5)	74 (2,9)	225 (8,9)	11 (0,43)	5,5 (0,22)	9 (0,35)	5,3 (11,7)
I3	IP54	–	5,5–7,5 (7,5–10)	–	368 (14,5)	–	354 (13,9)	135 (5,3)	89 (3,5)	237 (9,3)	12 (0,47)	6,5 (0,26)	9,5 (0,37)	7,2 (15,9)
I4	IP54	–	11–18,5 (15–25)	–	476 (18,7)	–	460 (18,1)	180 (7,0)	133 (5,2)	290 (11,4)	12 (0,47)	6,5 (0,26)	9,5 (0,37)	13,8 (30,42)
I6	IP54	–	22–37 (30–50)	–	650 (25,6)	–	624 (24,6)	242 (9,5)	210 (8,3)	260 (10,2)	19 (0,75)	9 (0,35)	9 (0,35)	27 (59,5)
I7	IP54	–	45–55 (60–70)	–	680 (26,8)	–	648 (25,5)	308 (12,1)	272 (10,7)	310 (12,2)	19 (0,75)	9 (0,35)	9,8 (0,39)	45 (99,2)
I8	IP54	–	75–90 (100–125)	–	770 (30)	–	739 (29,1)	370 (14,6)	334 (13,2)	335 (13,2)	19 (0,75)	9 (0,35)	9,8 (0,39)	65 (143,3)

1) С развязывающей панелью

Приведенные размеры относятся к физическим размерам установок.

УВЕДОМЛЕНИЕ

При установке в составе системы оставьте для охлаждения дополнительное пространство под установками и над ними. Количество пространства для свободного доступа воздуха указано в *Таблица 8.1*.

Таблица 8.3 Габаритные размеры, размеры корпусов I2–I8

8.1.3 Габариты в упаковке

Типоразмер корпуса Напряжение сети	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
T2 (200–240 В пер. тока) [кВт/л. с.]	0,25–1,5/0,33–2	2,2/3	3,7/5	5,5–7,5/7,5–10	11/15	15–18,5/20–25	22–30/30–40	37–45/50–60	–	–	–	–	–	–	–	–	–
T4 (380–480 В пер. тока) [кВт/л. с.]	0,37–1,5/0,5–2	2,2–4/3–5,5	5,5–7,5/7,5–10	11–15/15–20	18,5–22/25–30	30–45/40–60	55–75/75–100	90/125	–	–	0,75–4,0/1,0–5,0	5,5–7,5/7,5–10	11–18,5/15–25	11–18,5/15–25	22–37/30–50	45–55/60–70	75–90/100–125
T6 (525–600 В пер. тока) [кВт/л. с.]	–	–	–	–	–	18,5–30/25–40	37–55/50–75	75–90/100–125	2,2–7,5/3–10	11–15/15–20	–	–	–	–	–	–	–
Корпус IP	IP20										IP54						
Макс. масса [кг (фунт)]	2,1 (4,6)	3,4 (7,5)	4,5 (9,9)	7,9 (17,4)	9,5 (20,9)	24,5 (54,0)	36 (79,4)	51 (112,4)	6,6 (14,6)	11,5 (25,4)	6,1 (13,4)	7,8 (17,2)	13,8 (30,4)	23,3 (51,4)	28,3 (62,4)	41,5 (91,5)	60,5 (133,4)
Высота [мм/дюйм]	265/10,4	300/11,8	280/11,0	380/15,0	395/15,6	850/33,5	850/33,5	850/33,5	380/15,0	500/19,7	310/12,2	325/12,8	390/15,4	850/33,5	850/33,5	850/33,5	950/37,4
Ширина, [мм/дюйм]	230/9,1	265/10,4	155/6,1	200/7,9	233/9,2	370/15,6	410/16,1	490/19,3	290/11,4	330/13,0	205/8,1	230/9,1	295/11,6	370/15,6	370/15,6	410/16,1	490/19,3
Глубина [мм/дюйм]	135/5,3	155/6,1	320/12,6	315/12,4	380/15,0	460/18,1	540/21,3	490/19,3	200/7,9	350/13,8	435/17,1	480/18,9	635/25,0	460/18,1	460/18,1	540/21,3	490/19,3

Таблица 8.4 Размеры

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

8.1.4 Монтаж на месте эксплуатации

Если из-за условий окружающей среды, качества воздуха или места установки требуется дополнительная защита, для преобразователя частоты можно дополнительно заказать комплект IP21/NEMA тип 1 или преобразователь частоты можно заказать в версии IP54.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Версии с защитой IP20, IP21 и IP54 не предназначены для монтажа вне помещений.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

8.2 Характеристики питания от сети

8.2.1 3 x 200–240 В пер. тока

Преобразователь частоты	PK25	PK37	PK75	P1K5	P2K2	P3K7	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K
Типичная выходная мощность на валу [кВт]	0,25	0,37	0,75	1,5	2,2	3,7	5,5	7,5	11,0	15,0	18,5	22,0	30,0	37,0	45,0
Типичная выходная мощность на валу [л. с.]	0,33	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	40,0	50,0	60,0
Класс защиты корпуса IP20	H1	H1	H1	H1	H2	H3	H4	H4	H5	H6	H6	H7	H7	H8	H8
Макс. поперечное сечение кабеля в клеммах (сеть, двигатель) [мм²/AWG]	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	16 (6)	16 (6)	16 (6)	35 (2)	35 (2)	50 (1)	50 (1)	95 (0)	120 (4/0)
Выходной ток															
Температура окружающей среды 40 °C (104 °F)															
Непрерывный (3 x 200–240 В) [A]	1,5	2,2	4,2	6,8	9,6	15,2	22,0	28,0	42,0	59,4	74,8	88,0	115,0	143,0	170,0
Прерывистый (3 x 200–240 В) [A]	1,7	2,4	4,6	7,5	10,6	16,7	24,2	30,8	46,2	65,3	82,3	96,8	126,5	157,3	187,0
Макс. входной ток															
Непрерывный (3 x 200–240 В) [A]	1,1	1,6	2,8	5,6	8.6/ 7.2	14.1/ 12.0	21.0/ 18.0	28.3/ 24.0	41.0/ 38.2	52,7	65,0	76,0	103,7	127,9	153,0
Прерывистый (3 x 200–240 В) [A]	1,2	1,8	3,1	6,2	9.5/ 7.9	15.5/ 13.2	23.1/ 19.8	31.1/ 26.4	45.1/ 42.0	58,0	71,5	83,7	114,1	140,7	168,3
Максимальный ток сетевых предохранителей	См. *глава 8.3.1 Предохранители и автоматические выключатели*.														
Расчетные потери мощности [Вт], лучший/ типичный вариант[1)]	12/ 14	15/ 18	21/ 26	48/ 60	80/ 102	97/ 120	182/ 204	229/ 268	369/ 386	512	697	879	1149	1390	1500
Масса, корпус с защитой IP20, [кг (фунт)]	2,0 (4,4)	2,0 (4,4)	2,0 (4,4)	2,1 (4,6)	3,4 (7,5)	4,5 (9,9)	7,9 (17,4)	7,9 (17,4)	9,5 (20,9)	24,5 (54)	24,5 (54)	36,0 (79,4)	36,0 (79,4)	51,0 (112,4)	51,0 (112,4)
КПД [%], лучший/ типичный вариант[2)]	97.0/ 96.5	97.3/ 96.8	98.0/ 97.6	97.6/ 97.0	97.1/ 96.3	97.9/ 97.4	97.3/ 97.0	98.5/ 97.1	97.2/ 97.1	97,0	97,1	96,8	97,1	97,1	97,3
Выходной ток															
Температура окружающей среды 50 °C (122 °F)															
Непрерывный (3 x 200–240 В) [A]	1,5	1,9	3,5	6,8	9,6	13,0	19,8	23,0	33,0	41,6	52,4	61,6	80,5	100,1	119
Прерывистый (3 x 200–240 В) [A]	1,7	2,1	3,9	7,5	10,6	14,3	21,8	25,3	36,3	45,8	57,6	67,8	88,6	110,1	130,9

Таблица 8.5 3 x 200–240 В пер. тока, 0,25–45 кВт (0,33–60 л. с.)

1) Относится к мощности охлаждения преобразователя частоты. Если частота коммутации превышает установленную по умолчанию, возможен существенный рост потерь. Приведенные данные учитывают мощность, потребляемую LCP и типовыми платами управления. Данные о потерях мощности в соответствии с EN 50598-2 см. –drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

2) КПД, измеренный при номинальном токе. Класс энергоэффективности см. в глава 8.4.12 Условия окружающей среды. Потери при частичной нагрузке см. на сайте –drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

8.2.2 3 x 380–480 В пер. тока

Преобразователь частоты	PK37	PK75	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5	P11K	P15K
Типичная выходная мощность на валу [кВт]	0,37	0,75	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5	11,0	15,0
Типичная выходная мощность на валу [л. с.]	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0
Класс защиты корпуса IP20	H1	H1	H1	H2	H2	H2	H3	H3	H4	H4
Макс. поперечное сечение кабеля в клеммах (сеть, двигатель) [мм²/AWG]	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	16 (6)	16 (6)
Выходной ток, температура окружающей среды - 40 °C (104 °F)										
Непрерывный (3 x 380–440 В) [A]	1,2	2,2	3,7	5,3	7,2	9,0	12,0	15,5	23,0	31,0
Прерывистый (3 x 380–440 В) [A]	1,3	2,4	4,1	5,8	7,9	9,9	13,2	17,1	25,3	34,0
Непрерывный (3 x 441–480 В) [A]	1,1	2,1	3,4	4,8	6,3	8,2	11,0	14,0	21,0	27,0
Прерывистый (3 x 441–480 В) [A]	1,2	2,3	3,7	5,3	6,9	9,0	12,1	15,4	23,1	29,7
Макс. входной ток										
Непрерывный (3 x 380–440 В) [A]	1,2	2,1	3,5	4,7	6,3	8,3	11,2	15,1	22,1	29,9
Прерывистый (3 x 380–440 В) [A]	1,3	2,3	3,9	5,2	6,9	9,1	12,3	16,6	24,3	32,9
Непрерывный (3 x 441–480 В) [A]	1,0	1,8	2,9	3,9	5,3	6,8	9,4	12,6	18,4	24,7
Прерывистый (3 x 441–480 В) [A]	1,1	2,0	3,2	4,3	5,8	7,5	10,3	13,9	20,2	27,2
Максимальный ток сетевых предохранителей	См. *глава 8.3.1 Предохранители и автоматические выключатели.*									
Расчетные потери мощности [Вт], лучший/типичный вариант[1)]	13/15	16/21	46/57	46/58	66/83	95/118	104/131	159/198	248/274	353/379
Масса, корпус с защитой IP20, [кг (фунт)]	2,0 (4,4)	2,0 (4,4)	2,1 (4,6)	3,3 (7,3)	3,3 (7,3)	3,4 (7,5)	4,3 (9,5)	4,5 (9,9)	7,9 (17,4)	7,9 (17,4)
КПД [%], лучший/типичный вариант[2)]	97.8/97.3	98.0/97.6	97.7/97.2	98.3/97.9	98.2/97.8	98.0/97.6	98.4/98.0	98.2/97.8	98.1/ 97.9	98.0/ 97.8
Выходной ток, температура окружающей среды - 50 °C (122 °F)										
Непрерывный (3 x 380–440 В) [A]	1,04	1,93	3,7	4,85	6,3	8,4	10,9	14,0	20,9	28,0
Прерывистый (3 x 380–440 В) [A]	1,1	2,1	4,07	5,4	6,9	9,2	12,0	15,4	23,0	30,8
Непрерывный (3 x 441–480 В) [A]	1,0	1,8	3,4	4,4	5,5	7,5	10,0	12,6	19,1	24,0
Прерывистый (3 x 441–480 В) [A]	1,1	2,0	3,7	4,8	6,1	8,3	11,0	13,9	21,0	26,4

Таблица 8.6 3 x 380–480 В пер. тока, 0,37–15 кВт (0,5–20 л. с.), корпуса размера H1–H4

1) Относится к мощности охлаждения преобразователя частоты. Если частота коммутации превышает установленную по умолчанию, возможен существенный рост потерь. Приведенные данные учитывают мощность, потребляемую LCP и типовыми платами управления. Данные о потерях мощности в соответствии с EN 50598-2 см. –drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

2) Типичный вариант: в условиях, предумотренных номинальными параметрами.

Лучший вариант: используются оптимальные условия, например более высокое входное напряжение и низкая частота коммутации.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Преобразователь частоты	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Типичная выходная мощность на валу [кВт]	18,5	22,0	30,0	37,0	45,0	55,0	75,0	90,0
Типичная выходная мощность на валу [л. с.]	25,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	100,0	125,0
Класс защиты корпуса IP20	H5	H5	H6	H6	H6	H7	H7	H8
Макс. поперечное сечение кабеля в клеммах (сеть, двигатель) [мм²/AWG]	16 (6)	16 (6)	35 (2)	35 (2)	35 (2)	50 (1)	95 (0)	120 (250 MCM)
Выходной ток, температура окружающей среды - 40 °C (104 °F)								
Непрерывный (3 x 380–440 В) [A]	37,0	42,5	61,0	73,0	90,0	106,0	147,0	177,0
Прерывистый (3 x 380–440 В) [A]	40,7	46,8	67,1	80,3	99,0	116,0	161,0	194,0
Непрерывный (3 x 441–480 В) [A]	34,0	40,0	52,0	65,0	80,0	105,0	130,0	160,0
Прерывистый (3 x 441–480 В) [A]	37,4	44,0	57,2	71,5	88,0	115,0	143,0	176,0
Макс. входной ток								
Непрерывный (3 x 380–440 В) [A]	35,2	41,5	57,0	70,0	84,0	103,0	140,0	166,0
Прерывистый (3 x 380–440 В) [A]	38,7	45,7	62,7	77,0	92,4	113,0	154,0	182,0
Непрерывный (3 x 441–480 В) [A]	29,3	34,6	49,2	60,6	72,5	88,6	120,9	142,7
Прерывистый (3 x 441–480 В) [A]	32,2	38,1	54,1	66,7	79,8	97,5	132,9	157,0
Максимальный ток сетевых предохранителей	См. *глава 8.3.1 Предохранители и автоматические выключатели*.							
Расчетные потери мощности [Вт], лучший/типичный вариант[1)]	412/456	475/523	733	922	1067	1133	1733	2141
Масса, корпус с защитой IP20, [кг (фунт)]	9,5 (20,9)	9,5 (20,9)	24,5 (54)	24,5 (54)	24,5 (54)	36,0 (79,4)	36,0 (79,4)	51,0 (112,4)
КПД [%], лучший/типичный вариант[2)]	98.1/97.9	98.1/97.9	97,8	97,7	98	98,2	97,8	97,9
Выходной ток, температура окружающей среды - 50 °C (122 °F)								
Непрерывный (3 x 380–440 В) [A]	34,1	38,0	48,8	58,4	72,0	74,2	102,9	123,9
Прерывистый (3 x 380–440 В) [A]	37,5	41,8	53,7	64,2	79,2	81,6	113,2	136,3
Непрерывный (3 x 441–480 В) [A]	31,3	35,0	41,6	52,0	64,0	73,5	91,0	112,0
Прерывистый (3 x 441–480 В) [A]	34,4	38,5	45,8	57,2	70,4	80,9	100,1	123,2

Таблица 8.7 3 x 380–480 В перем. тока, 18,5–90 кВт (25–125 л. с.), корпуса размера H5–H8

1) Относится к мощности охлаждения преобразователя частоты. Если частота коммутации превышает установленную по умолчанию, возможен существенный рост потерь. Приведенные данные учитывают мощность, потребляемую LCP и типовыми платами управления. Данные о потерях мощности в соответствии с EN 50598-2 см. –drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

2) КПД, измеренный при номинальном токе. Класс энергоэффективности см. в глава 8.4.12 Условия окружающей среды. Потери при частичной нагрузке см. на сайте –drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Преобразователь частоты	PK75	P1K5	P2K2	P3K0	P4KO	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K
Типичная выходная мощность на валу [кВт]	0,75	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5	11	15	18,5
Типичная выходная мощность на валу [л. с.]	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	7,5	10,0	15	20	25
Класс защиты корпуса IP54	I2	I2	I2	I2	I2	I3	I3	I4	I4	I4
Макс. поперечное сечение кабеля в клеммах (сеть, двигатель) [мм²/AWG]	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	16 (6)	16 (6)	16 (6)
Выходной ток										
Температура окружающей среды 40 °C (104 °F)										
Непрерывный (3 x 380–440 В) [A]	2,2	3,7	5,3	7,2	9,0	12,0	15,5	23,0	31,0	37,0
Прерывистый (3 x 380–440 В) [A]	2,4	4,1	5,8	7,9	9,9	13,2	17,1	25,3	34,0	40,7
Непрерывный (3 x 441–480 В) [A]	2,1	3,4	4,8	6,3	8,2	11,0	14,0	21,0	27,0	34,0
Прерывистый (3 x 441–480 В) [A]	2,3	3,7	5,3	6,9	9,0	12,1	15,4	23,1	29,7	37,4
Макс. входной ток										
Непрерывный (3 x 380–440 В) [A]	2,1	3,5	4,7	6,3	8,3	11,2	15,1	22,1	29,9	35,2
Прерывистый (3 x 380–440 В) [A]	2,3	3,9	5,2	6,9	9,1	12,3	16,6	24,3	32,9	38,7
Непрерывный (3 x 441–480 В) [A]	1,8	2,9	3,9	5,3	6,8	9,4	12,6	18,4	24,7	29,3
Прерывистый (3 x 441–480 В) [A]	2,0	3,2	4,3	5,8	7,5	10,3	13,9	20,2	27,2	32,2
Максимальный ток сетевых предохранителей	См. *глава 8.3.1 Предохранители и автоматические выключатели*.									
Расчетные потери мощности [Вт], лучший/типичный вариант[1)]	21/16	46/57	46/58	66/83	95/118	104/131	159/198	248/274	353/379	412/456
Масса, корпус с защитой IP54 [кг (фунт)]	5,3 (11,7)	5,3 (11,7)	5,3 (11,7)	5,3 (11,7)	5,3 (11,7)	7,2 (15,9)	7,2 (15,9)	13,8 (30,4)	13,8 (30,4)	13,8 (30,4)
КПД [%], лучший/типичный вариант[2)]	98.0/97.6	97.7/97.2	98.3/97.9	98.2/97.8	98.0/97.6	98.4/98.0	98.2/97.8	98.1/97.9	98.0/97.8	98.1/97.9
Выходной ток, температура окружающей среды - 50 °C (122 °F)										
Непрерывный (3 x 380–440 В) [A]	1,93	3,7	4,85	6,3	7,5	10,9	14,0	20,9	28,0	33,0
Прерывистый (3 x 380–440 В) [A]	2,1	4,07	5,4	6,9	9,2	12,0	15,4	23,0	30,8	36,3
Непрерывный (3 x 441–480 В) [A]	1,8	3,4	4,4	5,5	6,8	10,0	12,6	19,1	24,0	30,0
Прерывистый (3 x 441–480 В) [A]	2,0	3,7	4,8	6,1	8,3	11,0	13,9	21,0	26,4	33,0

Таблица 8.8 3 x 380–480 В перем. тока, 0,75–18,5 кВт (1–25 л. с.), корпуса размера I2–I4

1) Относится к мощности охлаждения преобразователя частоты. Если частота коммутации превышает установленную по умолчанию, возможен существенный рост потерь. Приведенные данные учитывают мощность, потребляемую LCP и типовыми платами управления. Данные о потерях мощности в соответствии с EN 50598-2 см. –drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

2) КПД, измеренный при номинальном токе. Класс энергоэффективности см. в глава 8.4.12 Условия окружающей среды. Потери при частичной нагрузке см. на сайте –drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Преобразователь частоты	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Типичная выходная мощность на валу [кВт]	22,0	30,0	37,0	45,0	55,0	75,0	90,0
Типичная выходная мощность на валу [л. с.]	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	100,0	125,0
Класс защиты корпуса IP54	I6	I6	I6	I7	I7	I8	I8
Макс. размер кабеля в клеммах (сеть, двигатель) [мм² (AWG)]	35 (2)	35 (2)	35 (2)	50 (1)	50 (1)	95 (3/0)	120 (4/0)
Выходной ток							
Температура окружающей среды 40 °C (104 ° F)							
Непрерывный (3 x 380–440 В) [A]	44,0	61,0	73,0	90,0	106,0	147,0	177,0
Прерывистый (3 x 380–440 В) [A]	48,4	67,1	80,3	99,0	116,6	161,7	194,7
Непрерывный (3 x 441–480 В) [A]	40,0	52,0	65,0	80,0	105,0	130,0	160,0
Прерывистый (3 x 441–480 В) [A]	44,0	57,2	71,5	88,0	115,5	143,0	176,0
Макс. входной ток							
Непрерывный (3 x 380–440 В) [A]	41,8	57,0	70,3	84,2	102,9	140,3	165,6
Прерывистый (3 x 380–440 В) [A]	46,0	62,7	77,4	92,6	113,1	154,3	182,2
Непрерывный (3 x 441–480 В) [A]	36,0	49,2	60,6	72,5	88,6	120,9	142,7
Прерывистый (3 x 441–480 В) [A]	39,6	54,1	66,7	79,8	97,5	132,9	157,0
Максимальный ток сетевых предохранителей							
Расчетные потери мощности [Вт], лучший/типичный вариант[1)]	496	734	995	840	1099	1520	1781
Масса, корпус с защитой IP54 [кг (фунт)]	27 (59,5)	27 (59,5)	27 (59,5)	45 (99,2)	45 (99,2)	65 (143,3)	65 (143,3)
КПД [%], лучший/типичный вариант[2)]	98,0	97,8	97,6	98,3	98,2	98,1	98,3
Выходной ток, температура окружающей среды - 50 °C (122 °F)							
Непрерывный (3 x 380–440 В) [A]	35,2	48,8	58,4	63,0	74,2	102,9	123,9
Прерывистый (3 x 380–440 В) [A]	38,7	53,9	64,2	69,3	81,6	113,2	136,3
Непрерывный (3 x 441–480 В) [A]	32,0	41,6	52,0	56,0	73,5	91,0	112,0
Прерывистый (3 x 441–480 В) [A]	35,2	45,8	57,2	61,6	80,9	100,1	123,2

Таблица 8.9 3 x 380–480 В перем. тока, 22–90 кВт (30–125 л. с.), корпуса размера I6–I8

1) Относится к мощности охлаждения преобразователя частоты. Если частота коммутации превышает установленную по умолчанию, возможен существенный рост потерь. Приведенные данные учитывают мощность, потребляемую LCP и типовыми платами управления. Данные о потерях мощности в соответствии с EN 50598-2 см. –drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

2) КПД, измеренный при номинальном токе. Класс энергоэффективности см. в глава 8.4.12 Условия окружающей среды. Потери при частичной нагрузке см. на сайте –drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

8.2.3 3 x 525–600 В пер. тока

Преобразователь частоты	P2K2	P3K0	P3K7	P5K5	P7K5	P11K	P15K	P18K	P22K	P30K	P37K	P45K	P55K	P75K	P90K
Типичная выходная мощность на валу [кВт]	2,2	3,0	3,7	5,5	7,5	11,0	15,0	18,5	22,0	30,0	37	45,0	55,0	75,0	90,0
Типичная выходная мощность на валу [л. с.]	3,0	4,0	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	100,0	125,0
Класс защиты корпуса IP20	H9	H9	H9	H9	H9	H10	H10	H6	H6	H6	H7	H7	H7	H8	H8
Макс. размер кабеля в клеммах (сеть, двигатель) [мм² (AWG)]	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	4 (10)	10 (8)	10 (8)	35 (2)	35 (2)	35 (2)	50 (1)	50 (1)	50 (1)	95 (0)	120 (4/0)
Выходной ток, температура окружающей среды - 40 °C (104 ° F)															
Непрерывный (3 x 525–550 В) [A]	4,1	5,2	6,4	9,5	11,5	19,0	23,0	28,0	36,0	43,0	54,0	65,0	87,0	105,0	137,0
Прерывистый (3 x 525–550 В) [A]	4,5	5,7	7,0	10,5	12,7	20,9	25,3	30,8	39,6	47,3	59,4	71,5	95,7	115,5	150,7
Непрерывный (3 x 551–600 В) [A]	3,9	4,9	6,1	9,0	11,0	18,0	22,0	27,0	34,0	41,0	52,0	62,0	83,0	100,0	131,0
Прерывистый (3 x 551–600 В) [A]	4,3	5,4	6,7	9,9	12,1	19,8	24,2	29,7	37,4	45,1	57,2	68,2	91,3	110,0	144,1
Макс. входной ток															
Непрерывный (3 x 525–550 В) [A]	3,7	5,1	5,0	8,7	11,9	16,5	22,5	27,0	33,1	45,1	54,7	66,5	81,3	109,0	130,9
Прерывистый (3 x 525–550 В) [A]	4,1	5,6	6,5	9,6	13,1	18,2	24,8	29,7	36,4	49,6	60,1	73,1	89,4	119,9	143,9
Непрерывный (3 x 551–600 В) [A]	3,5	4,8	5,6	8,3	11,4	15,7	21,4	25,7	31,5	42,9	52,0	63,3	77,4	103,8	124,5
Прерывистый (3 x 551–600 В) [A]	3,9	5,3	6,2	9,2	12,5	17,3	23,6	28,3	34,6	47,2	57,2	69,6	85,1	114,2	137,0
Максимальный ток сетевых предохранителей	См. *глава 8.3.1 Предохранители и автоматические выключатели*.														
Расчетные потери мощности [Вт], лучший/типичный вариант[1)]	65	90	110	132	180	216	294	385	458	542	597	727	1092	1380	1658
Масса, корпус с защитой IP54 [кг (фунт)]	6,6 (14,6)	6,6 (14,6)	6,6 (14,6)	6,6 (14,6)	6,6 (14,6)	11,5 (25,3)	11,5 (25,3)	24,5 (54)	24,5 (54)	24,5 (54)	36,0 (79,3)	36,0 (79,3)	36,0 (79,3)	51,0 (112, 4)	51,0 (112, 4)
КПД [%], лучший/типичный вариант[2)]	97,9	97	97,9	98,1	98,1	98,4	98,4	98,4	98,4	98,5	98,5	98,7	98,5	98,5	98,5
Выходной ток, температура окружающей среды - 50 °C (122 °F)															
Непрерывный (3 x 525–550 В) [A]	2,9	3,6	4,5	6,7	8,1	13,3	16,1	19,6	25,2	30,1	37,8	45,5	60,9	73,5	95,9
Прерывистый (3 x 525–550 В) [A]	3,2	4,0	4,9	7,4	8,9	14,6	17,7	21,6	27,7	33,1	41,6	50,0	67,0	80,9	105,5
Непрерывный (3 x 551–600 В) [A]	2,7	3,4	4,3	6,3	7,7	12,6	15,4	18,9	23,8	28,7	36,4	43,3	58,1	70,0	91,7
Прерывистый (3 x 551–600 В) [A]	3,0	3,7	4,7	6,9	8,5	13,9	16,9	20,8	26,2	31,6	40,0	47,7	63,9	77,0	100,9

Таблица 8.10 3 x 525–600 В перем. тока, 2,2–90 кВт (3–125 л. с.), корпуса размера H6–H10

1) Относится к мощности охлаждения преобразователя частоты. Если частота коммутации превышает установленную по умолчанию, возможен существенный рост потерь. Приведенные данные учитывают мощность, потребляемую LCP и типовыми платами управления. Данные о потерях мощности в соответствии с EN 50598-2 см. –drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

2) КПД, измеренный при номинальном токе. Класс энергоэффективности см. в глава 8.4.12 Условия окружающей среды. Потери при частичной нагрузке см. на сайте –drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

8.3 Предохранители и автоматические выключатели

Защита параллельных цепей
Во избежание пожара все параллельные цепи в установке (коммутационные устройства, механизмы и т. д.) должны иметь защиту от короткого замыкания и перегрузки по току. Соблюдайте государственные и местные нормы и правила.

Защита от короткого замыкания
Для защиты персонала и оборудования в случае внутренней неисправности в блоке или короткого замыкания в цепи постоянного тока, Danfoss рекомендует применять предохранители и автоматические выключатели, указанные в *Таблица 8.11*. Преобразователь частоты обеспечивает полную защиту от короткого замыкания в случае короткого замыкания в двигателе.

Защита от перегрузки по току
Во избежание перегрева кабелей в установке необходимо обеспечить защиту от перегрузки. Защита от перегрузки по току должна выполняться в соответствии с местными и государственными правилами. Автоматические выключатели и предохранители должны быть рассчитаны на защиту в цепях, допускающих максимальный симметричный ток 100 000 А эфф. при максимальном напряжении 480 В.

Соответствие UL/без соответствия UL
Чтобы обеспечить соответствие требованиям UL или IEC 61800-5-1, используйте автоматические выключатели или предохранители, указанные в *Таблица 8.11*. Автоматические выключатели должны быть рассчитаны на защиту в цепях, допускающих максимальный симметричный ток 10 000 А эфф. при максимальном напряжении 480 В.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Несоблюдение приведенных рекомендаций может в случае неисправности привести к повреждению преобразователя частоты.

8

	Автоматический выключатель		Предохранитель				
	UL	Без соответствия UL	UL				Без соответствия UL
			Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Макс. ток предохранителя
Мощность [кВт (л. с.)]			Тип RK5	Тип RK1	Тип J	Тип T	Тип G
3 x 200–240 В, IP20							
0,25 (0,33)	–	–	FRS-R-10	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	10
0,37 (0,5)			FRS-R-10	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	10
0,75 (1,0)			FRS-R-10	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	10
1,5 (2,0)			FRS-R-10	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	10
2,2 (3,0)			FRS-R-15	KTN-R15	JKS-15	JJN-15	16
3,7 (5,0)			FRS-R-25	KTN-R25	JKS-25	JJN-25	25
5,5 (7,5)			FRS-R-50	KTN-R50	JKS-50	JJN-50	50
7,5 (10)			FRS-R-50	KTN-R50	JKS-50	JJN-50	50
11 (15)			FRS-R-80	KTN-R80	JKS-80	JJN-80	65
15 (20)	Cutler-Hammer EGE3100FFG	Moeller NZMB1-A125	FRS-R-100	KTN-R100	JKS-100	JJN-100	125
18,5 (25)			FRS-R-100	KTN-R100	JKS-100	JJN-100	125
22 (30)	Cutler-Hammer JGE3150FFG	Moeller NZMB1-A160	FRS-R-150	KTN-R150	JKS-150	JJN-150	160
30 (40)			FRS-R-150	KTN-R150	JKS-150	JJN-150	160
37 (50)	Cutler-Hammer JGE3200FFG	Moeller NZMB1-A200	FRS-R-200	KTN-R200	JKS-200	JJN-200	200
45 (60)			FRS-R-200	KTN-R200	JKS-200	JJN-200	200
3 x 380–480 В, IP20							

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

	Автоматический выключатель		Предохранитель				
	UL	Без соответствия UL	UL				Без соответствия UL
			Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Макс. ток предохранителя
Мощность [кВт (л. с.)]			**Тип RK5**	**Тип RK1**	**Тип J**	**Тип T**	**Тип G**
0,37 (0,5)	–	–	FRS-R-10	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	10
0,75 (1,0)			FRS-R-10	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	10
1,5 (2,0)			FRS-R-10	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	10
2,2 (3,0)			FRS-R-15	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	16
3,0 (4,0)			FRS-R-15	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	16
4,0 (5,0)			FRS-R-15	KTS-R15	JKS-15	JJS-15	16
5,5 (7,5)			FRS-R-25	KTS-R25	JKS-25	JJS-25	25
7,5 (10)			FRS-R-25	KTS-R25	JKS-25	JJS-25	25
11 (15)			FRS-R-50	KTS-R50	JKS-50	JJS-50	50
15 (20)			FRS-R-50	KTS-R50	JKS-50	JJS-50	50
18,5 (25)			FRS-R-80	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	65
22 (30)			FRS-R-80	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	65
30 (40)	Cutler-Hammer EGE3125FFG	Moeller NZMB1-A125	FRS-R-125	KTS-R125	JKS-R125	JJS-R125	80
37 (50)			FRS-R-125	KTS-R125	JKS-R125	JJS-R125	100
45 (60)			FRS-R-125	KTS-R125	JKS-R125	JJS-R125	125
55 (70)	Cutler-Hammer JGE3200FFG	Moeller NZMB1-A200	FRS-R-200	KTS-R200	JKS-R200	JJS-R200	150
75 (100)			FRS-R-200	KTS-R200	JKS-R200	JJS-R200	200
90 (125)	Cutler-Hammer JGE3250FFG	Moeller NZMB2-A250	FRS-R-250	KTS-R250	JKS-R250	JJS-R250	250
3 x 525–600 В, IP20							
2,2 (3)	–	–	FRS-R-20	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	20
3,0 (4,0)			FRS-R-20	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	20
3,7 (5,0)			FRS-R-20	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	20
5,5 (7,5)			FRS-R-20	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	20
7,5 (10)			FRS-R-20	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	30
11 (15)	–	–	FRS-R-30	KTS-R30	JKS-30	JJS-30	35
15 (20)			FRS-R-30	KTS-R30	JKS-30	JJS-30	35
18,5 (25)	Cutler-Hammer EGE3080FFG	Cutler-Hammer EGE3080FFG	FRS-R-80	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	80
22 (30)			FRS-R-80	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	80
30 (40)			FRS-R-80	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	80
37 (50)	Cutler-Hammer JGE3125FFG	Cutler-Hammer JGE3125FFG	FRS-R-125	KTS-R125	JKS-125	JJS-125	125
45 (60)			FRS-R-125	KTS-R125	JKS-125	JJS-125	125
55 (70)			FRS-R-125	KTS-R125	JKS-125	JJS-125	125
75 (100)	Cutler-Hammer JGE3200FAG	Cutler-Hammer JGE3200FAG	FRS-R-200	KTS-R200	JKS-200	JJS-200	200
90 (125)		–	FRS-R-200	KTS-R200	JKS-200	JJS-200	200
3 x 380–480 В, IP54							

8

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

	Автоматический выключатель		Предохранитель				
	UL	Без соответствия UL	UL				Без соответствия UL
			Bussmann	Bussmann	Bussmann	Bussmann	Макс. ток предохранителя
Мощность [кВт (л. с.)]			Тип RK5	Тип RK1	Тип J	Тип T	Тип G
0,75 (1,0)	–	PKZM0-16	FRS-R-10	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	16
1,5 (2,0)		PKZM0-16	FRS-R-10	KTS-R-10	JKS-10	JJS-10	16
2,2 (3,0)		PKZM0-16	FRS-R-15	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	16
3,0 (4,0)		PKZM0-16	FRS-R-15	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	16
4,0 (5,0)		PKZM0-16	FRS-R-15	KTS-R-15	JKS-15	JJS-15	16
5,5 (7,5)		PKZM0-25	FRS-R-25	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	25
7,5 (10)		PKZM0-25	FRS-R-25	KTS-R-25	JKS-25	JJS-25	25
11 (15)		PKZM4-63	FRS-R-50	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	63
15 (20)		PKZM4-63	FRS-R-50	KTS-R-50	JKS-50	JJS-50	63
18,5 (25)		PKZM4-63	FRS-R-80	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	63
22 (30)	Moeller NZMB1-A125	–	FRS-R-80	KTS-R-80	JKS-80	JJS-80	125
30 (40)			FRS-R-125	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	125
37 (50)			FRS-R-125	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	125
45 (60)	Moeller NZMB2-A160	–	FRS-R-125	KTS-R-125	JKS-125	JJS-125	160
55 (70)			FRS-R-200	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	160
75 (100)	Moeller NZMB2-A250	–	FRS-R-200	KTS-R-200	JKS-200	JJS-200	200
90 (125)			FRS-R-250	KTS-R-250	JKS-200	JJS-200	200

Таблица 8.11 Автоматические выключатели и предохранители

8

8.4 Общие технические данные

Средства и функции защиты

- Электронная тепловая защита электродвигателя от перегрузки.
- Контроль температуры радиатора обеспечивает отключение преобразователя частоты в случае перегрева.
- Преобразователь частоты защищен от короткого замыкания клемм электродвигателя U, V, W.
- При потере фазы электродвигателя преобразователь частоты отключается и выдает аварийный сигнал.
- При потере фазы сети питания преобразователь частоты отключается или выдает предупреждение (в зависимости от нагрузки).
- Контроль напряжения в звене постоянного тока обеспечивает отключение преобразователя частоты при значительном понижении или повышении напряжения в звене постоянного тока.
- Преобразователь частоты защищен от короткого замыкания на землю клемм двигателя U, V, W.

8.4.1 Питание от сети (L1, L2, L3)

Напряжение питания	200–240 В ±10 %
Напряжение питания	380–480 В ±10 %
Напряжение питания	525–600 В ±10 %
Частота сети питания	50/60 Гц
Макс. кратковременная асимметрия фаз сети питания	3,0 % от номинального напряжения питающей сети
Коэффициент активной мощности (λ)	≥ 0,9 номинального значения при номинальной нагрузке
Коэффициент реактивной мощности (cosφ) около единицы	(> 0,98)
Число включений входного питания L1, L2, L3, корпуса размеров H1–H5, I2, I3, I4	Макс. 1 раз/30 с
Число включений входного питания L1, L2, L3, корпуса размеров H6–H10, I6–I8	Не более 1 раза в минуту

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Условия окружающей среды согласно стандарту EN60664-1	Категория по перенапряжению III/степень загрязнения 2

Устройство может использоваться в схеме, способной выдавать симметричный ток не более 100 000 ампер (эфф. значение) при макс. напряжении 240/480 В.

8.4.2 Мощность двигателя (U, V, W)

Выходное напряжение	0–100 % от напряжения питания
Вых. частота	0–400 Гц
Число коммутаций на выходе	Без ограничения
Длительность изменения скорости	0,05–3600 с

8.4.3 Длина и сечение кабелей

Макс. длина экранированного/защищенного кабеля двигателя (в соответствии с требованиями ЭМС)	См. *глава 3.4.3 Результаты испытаний на соответствие требованиям ЭМС по излучению*
Макс. длина неэкранированного/незащищенного кабеля двигателя	50 м (164 фута)
Макс. поперечное сечение кабеля к двигателю, сеть[1)]	
Поперечное сечение клемм постоянного тока для фильтра в цепи обратной связи на корпусах размеров H1–H3, I2, I3, I4	4 мм²/11 AWG
Поперечное сечение клемм постоянного тока для фильтра в цепи обратной связи на корпусах размеров H4–H5	16 мм²/6 AWG
Макс. сечение проводов, подключаемых к клеммам управления при монтаже жестким проводом	2,5 мм²/14 AWG
Макс. сечение проводов, подключаемых к клеммам управления при монтаже гибким кабелем	2,5 мм²/14 AWG
Мин. сечение проводов, подключаемых к клеммам управления	0,05 мм²/30 AWG

1) Дополнительную информацию см. в *глава 8.2.2 3 x 380–480 В пер. тока*.

8.4.4 Цифровые входы

Программируемые цифровые входы	4
Номер клеммы	18, 19, 27, 29
Логика	PNP или NPN
Уровень напряжения	0–24 В пост. тока
Уровень напряжения, логический «0» PNP	< 5 В пост. тока
Уровень напряжения, логическая «1» PNP	> 10 В пост. тока
Уровень напряжения, логический «0» NPN	> 19 В пост. тока
Уровень напряжения, логическая «1» NPN	< 14 В пост. тока
Максимальное напряжение на входе	28 В пост. тока
Входное сопротивление, R_i	Приблизительно 4 кОм
Цифровой вход 29 в качестве входа термистора	Отказ: > 2,9 кОм и без отказа: < 800 Ом
Цифровой вход 29 в качестве импульсного входа	Максимальная частота 32 кГц (двухтактное управление) и 5 кГц (разомкнутый контур)

8.4.5 Аналоговые входы

Количество аналоговых входов	2
Номер клеммы	53, 54
Режим клеммы 53	*Параметр 16-61 Terminal 53 Setting (Клемма 53, настройка)*: 1 = напряжение, 0 = ток
Режим клеммы 54	*Параметр 16-63 Terminal 54 Setting (Клемма 54, настройка)*: 1 = напряжение, 0 = ток
Уровень напряжения	0–10 В
Входное сопротивление, R_i	Приблизительно 10 кОм
Максимальное напряжение	20 В
Уровень тока	0/4–20 мА (масштабируемый)
Входное сопротивление, R_i	< 500 Ом
Максимальный ток	29 мА

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Разрешающая способность на аналоговом входе	10 битов

8.4.6 Аналоговый выход

Количество программируемых аналоговых выходов	2
Номер клеммы	42, 45[1)]
Диапазон тока аналогового выхода	0/4–20 мА
Максимальная нагрузка на аналоговом выходе относительно общего провода	500 Ом
Максимальное напряжение на аналоговом выходе	17 В
Точность на аналоговом выходе	Максимальная погрешность: 0,4 % от полной шкалы
Разрешающая способность на аналоговом выходе	10 битов

1) Клеммы 42 и 45 можно также запрограммировать в качестве цифровых выходов.

8.4.7 Цифровой выход

Число цифровых выходов	4
Клеммы 27 и 29	
Номер клеммы	27, 29[1)]
Уровень напряжения на цифровом выходе	0–24 В
Макс. выходной ток (потребитель и источник)	40 мА
Клеммы 42 и 45	
Номер клеммы	42, 45[2)]
Уровень напряжения на цифровом выходе	17 В
Максимальный выходной ток на цифровом выходе	20 mA (20 мА)
Максимальная нагрузка на цифровом выходе	1 кОм

1) Клеммы 27 и 29 можно запрограммировать как вход.

2) Клеммы 42 и 45 можно также запрограммировать как аналоговый выход.

Цифровые выходы гальванически изолированы от напряжения питания (PELV) и других высоковольтных клемм.

8.4.8 Плата управления, последовательная связь через интерфейс RS485

Номер клеммы	68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
Номер клеммы	61, общая для клемм 68 и 69

8.4.9 Плата управления, выход 24 В пост. тока

Номер клеммы	12
Максимальная нагрузка	80 мА

8.4.10 Релейный выход [двоичный]

Программируемые выходы реле	2
Реле 01 и 02 (размеры корпусов H1–H5 и I2–I4)	01–03 (нормально замкнутый контакт), 01–02 (нормально разомкнутый контакт), 04–06 (нормально замкнутый контакт), 04–05 (нормально разомкнутый контакт)
Макс. нагрузка (AC-1)[1)] на клеммах 01–02/04–05 (нормально разомкнутый контакт) (резистивная нагрузка)	250 В перем. тока, 3 А
Макс. нагрузка (AC-15)[1)] на клеммах 01–02/04–05 (нормально разомкнутый контакт) (индуктивная нагрузка при cosφ = 0,4)	250 В перем. тока, 0,2 А
Макс. нагрузка (DC-1)[1)] на клеммах 01–02/04–05 (нормально разомкнутый контакт) (резистивная нагрузка)	30 В пост. тока, 2 А
Макс. нагрузка (DC-13)[1)] на клеммах 01–02/04–05 (нормально разомкнутый контакт) (индуктивная нагрузка)	24 В пост. тока, 0,1 А

Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Макс. нагрузка (AC-1)[1] на клеммах 01–03/04–06 (нормально замкнутый контакт) (резистивная нагрузка)	250 В перем. тока, 3 А
Макс. нагрузка (AC-15)[1] на клеммах 01–03/04–06 (нормально замкнутый контакт) (индуктивная нагрузка при cosφ = 0,4)	250 В перем. тока, 0,2 А
Макс. нагрузка (DC-1)[1] на клеммах 01–03/04–06 (нормально замкнутый контакт) (резистивная нагрузка)	30 В пост. тока, 2 А
Мин. нагрузка на клеммах 01–03 (нормально замкнутый контакт), 01–02 (нормально разомкнутый контакт)	24 В пост. тока, 10 мА, 24 В перем. тока, 20 мА
Условия окружающей среды согласно стандарту EN60664-1	Категория по перенапряжению III/степень загрязнения 2

1) IEC 60947 части 4 и 5. Срок службы реле зависит от типа нагрузки, тока переключения, температуры окружающей среды, конфигурации преобразователя частоты, рабочего профиля и т. д. При подключении к реле индуктивных нагрузок рекомендуется установить демпфирующую цепь.

Программируемые выходы реле	
Номер клеммы реле 01 (размер корпуса H9)	01–03 (нормально замкнутый), 01–02 (нормально разомкнутый)
Макс. нагрузка (AC-1)[1] на клеммах 01–03 (нормально замкнутый контакт), 01–02 (нормально разомкнутый контакт) (резистивная нагрузка)	240 В перем. тока, 2 А
Макс. нагрузка на клемме (AC-15)[1] (индуктивная нагрузка при cosφ 0,4)	240 В перем. тока, 0,2 А
Макс. нагрузка (DC-1)[1] на клеммах 01–02 (нормально разомкнутый контакт), 01–03 (нормально замкнутый контакт) (резистивная нагрузка)	60 В пост. тока, 1 А
Макс. нагрузка на клемме (DC-13)[1] (индуктивная нагрузка)	24 В пост. тока, 0,1 А
Номер клеммы реле 01 и 02 (размер корпуса H6, H7, H8, H9 (только реле 2), H10 и I6–I8)	01–03 (нормально замкнутый контакт), 01–02 (нормально разомкнутый контакт), 04–06 (нормально замкнутый контакт), 04–05 (нормально разомкнутый контакт)
Макс. нагрузка (AC-1)[1] на клеммах 04–05 (нормально разомкнутый контакт) (резистивная нагрузка)[2][3]	400 В перем. тока, 2 А
Макс. нагрузка (AC-15)[1] на клеммах 04–05 (нормально разомкнутый контакт) (индуктивная нагрузка при cosφ 0,4)	240 В перем. тока, 0,2 А
Макс. нагрузка (DC-1)[1] на клеммах 04–05 (нормально разомкнутый контакт) (резистивная нагрузка)	80 В пост. тока, 2 А
Макс. нагрузка (DC-13)[1] на клеммах 04–05 (нормально разомкнутый контакт) (индуктивная нагрузка)	24 В пост. тока, 0,1 А
Макс. нагрузка (AC-1)[1] на клеммах 04–06 (нормально замкнутый контакт) (резистивная нагрузка)	240 В перем. тока, 2 А
Макс. нагрузка (AC-15)[1] на клеммах 04–06 (нормально разомкнутый контакт) (индуктивная нагрузка при cosφ 0,4)	240 В перем. тока, 0,2 А
Макс. нагрузка (DC-1)[1] на клеммах 04–06 (нормально замкнутый контакт) (резистивная нагрузка)	50 В пост. тока, 2 А
Макс. нагрузка (DC-13)[1] на клеммах 04–06 (нормально замкнутый контакт) (индуктивная нагрузка)	24 В пост. тока, 0,1 А
Мин. нагрузка на клеммах 01–03 (нормально замкнутый контакт), 01–02 (нормально разомкнутый контакт), 04–06 (нормально замкнутый контакт), 04–05 (нормально разомкнутый контакт)	24 В пост. тока, 10 мА, 24 В перем. тока, 20 мА
Условия окружающей среды согласно стандарту EN60664-1	Категория по перенапряжению III/степень загрязнения 2

1) IEC 60947 части 4 и 5. Срок службы реле зависит от типа нагрузки, тока переключения, температуры окружающей среды, конфигурации преобразователя частоты, рабочего профиля и т. д. При подключении к реле индуктивных нагрузок рекомендуется установить демпфирующую цепь.
2) Категория по перенапряжению II.
3) Аттестованные по UL применения при 300 В перем. тока, 2 А.

8.4.11 Плата управления, выход 10 В пост. тока

Номер клеммы	50
Выходное напряжение	10,5 В ±0,5 В
Максимальная нагрузка	25 мА

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

8.4.12 Условия окружающей среды

Класс защиты корпуса	IP20, IP54
Комплект принадлежностей для корпуса	IP 21, TYPE 1
Испытание на вибрацию	1,0 g
Макс. относительная влажность	5–95 % (IEC 60721-3-3; класс 3K3 (без конденсации)) во время работы
Агрессивная внешняя среда (IEC 60721-3-3), корпус размера H1–H5 с покрытием (стандартный)	Класс 3C3
Агрессивная внешняя среда (IEC 60721-3-3), корпус размера H6–H10 без покрытия	Класс 3C2
Агрессивная внешняя среда (IEC 60721-3-3), корпус размера H6–H10 с покрытием (по заказу)	Класс 3C3
Агрессивная внешняя среда (IEC 60721-3-3), корпус размера I2–I8 без покрытия	Класс 3C2
Метод испытаний соответствует требованиям стандарта IEC 60068-2-43 H^2S (10 дней)	
Температура окружающей среды	См. макс. выходной ток при 40/50 °C (104/122 °F) в *глава 8.2.2 3 x 380–480 В пер. тока*.
Мин. температура окружающей среды во время работы с полной нагрузкой	0 °C (32 °F)
Мин. температура окружающей среды при работе с пониженной производительностью, корпуса H1–H5 и I2–I4	-20 °C (-4 °F)
Мин. температура окружающей среды при работе с пониженной производительностью, корпуса H6–H10 и I6–I8	-10 °C (14 °F)
Температура при хранении/транспортировке	от -30 до +65/70 °C (от -22 до +149/158 °F)
Макс. высота над уровнем моря без снижения номинальных характеристик	1000 м (3281 фут)
Макс. высота над уровнем моря со снижением номинальных характеристик	3000 м (9843 фута)
Нормы безопасности	EN/IEC 61800-5-1, UL 508C
Стандарты ЭМС, излучение	EN 61800-3, EN 61000-6-3/4, EN 55011, IEC 61800-3
Стандарты ЭМС, помехоустойчивость	EN 61800-3, EN 61000-3-12, EN 61000-6-1/2, EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN 61000-4-6
Класс энергоэффективности[1)]	IE2

1) Определяется в соответствии с требованием стандарта EN 50598-2 при следующих условиях:

- *Номинальная нагрузка.*
- *Частота 90 % от номинальной.*
- *Заводская настройка частоты коммутации.*
- *Заводская настройка метода коммутации.*

8.5 dU/dt

	Длина кабеля [м (фут)]	Линейное напряжение переменного тока [В]	Время нарастания [мкс]	$V_{пиковое}$ [кВ]	dU/dt [kV/µсек]
200 В 0,25 кВт (0,34 л. с.)	5 (16)	240	0,121	0,498	3,256
	25 (82)	240	0,182	0,615	2,706
	50 (164)	240	0,258	0,540	1,666
200 В 0,37 кВт (0,5 л. с.)	5 (16)	240	0,121	0,498	3,256
	25 (82)	240	0,182	0,615	2,706
	50 (164)	240	0,258	0,540	1,666
200 В 0,75 кВт (1,0 л. с.)	5 (16)	240	0,121	0,498	3,256
	25 (82)	240	0,182	0,615	2,706
	50 (164)	240	0,258	0,540	1,666
200 В 1,5 кВт (2,0 л. с.)	5 (16)	240	0,121	0,498	3,256
	25 (82)	240	0,182	0,615	2,706
	50 (164)	240	0,258	0,540	1,666
200 В 2,2 кВт (3,0 л. с.)	5 (16)	240	0,18	0,476	2,115
	25 (82)	240	0,230	0,615	2,141
	50 (164)	240	0,292	0,566	1,550

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

	Длина кабеля [м (фут)]	Линейное напряжение переменного тока [В]	Время нарастания [мкс]	$V_{пиковое}$ [кВ]	dU/dt [kV/µсек]
200 В 3,7 кВт (5,0 л. с.)	5 (16)	240	0,168	0,570	2,714
	25 (82)	240	0,205	0,615	2,402
	50 (164)	240	0,252	0,620	1,968
200 В 5,5 кВт (7,4 л. с.)	5 (16)	240	0,128	0,445	2,781
	25 (82)	240	0,224	0,594	2,121
	50 (164)	240	0,328	0,596	1,454
200 В 7,5 кВт (10 л. с.)	5 (16)	240	0,18	0,502	2,244
	25 (82)	240	0,22	0,598	2,175
	50 (164)	240	0,292	0,615	1,678
200 В 11 кВт (15 л. с.)	36 (118)	240	0,176	0,56	2,545
	50 (164)	240	0,216	0,599	2,204
400 В 0,37 кВт (0,5 л. с.)	5 (16)	400	0,160	0,808	4,050
	25 (82)	400	0,240	1,026	3,420
	50 (164)	400	0,340	1,056	2,517
400 В 0,75 кВт (1,0 л. с.)	5 (16)	400	0,160	0,808	4,050
	25 (82)	400	0,240	1,026	3,420
	50 (164)	400	0,340	1,056	2,517
400 В 1,5 кВт (2,0 л. с.)	5 (16)	400	0,160	0,808	4,050
	25 (82)	400	0,240	1,026	3,420
	50 (164)	400	0,340	1,056	2,517
400 В 2,2 кВт (3,0 л. с.)	5 (16)	400	0,190	0,760	3,200
	25 (82)	400	0,293	1,026	2,801
	50 (164)	400	0,422	1,040	1,971
400 В 3,0 кВт (4,0 л. с.)	5 (16)	400	0,190	0,760	3,200
	25 (82)	400	0,293	1,026	2,801
	50 (164)	400	0,422	1,040	1,971
400 В 4,0 кВт (5,4 л. с.)	5 (16)	400	0,190	0,760	3,200
	25 (82)	400	0,293	1,026	2,801
	50 (164)	400	0,422	1,040	1,971
400 В 5,5 кВт (7,4 л. с.)	5 (16)	400	0,168	0,81	3,857
	25 (82)	400	0,239	1,026	3,434
	50 (164)	400	0,328	1,05	2,560
400 В 7,5 кВт (10 л. с.)	5 (16)	400	0,168	0,81	3,857
	25 (82)	400	0,239	1,026	3,434
	50 (164)	400	0,328	1,05	2,560
400 В 11 кВт (15 л. с.)	5 (16)	400	0,116	0,69	4,871
	25 (82)	400	0,204	0,985	3,799
	50 (164)	400	0,316	1,01	2,563
400 В 15 кВт (20 л. с.)	5 (16)	400	0,139	0,864	4,955
	50 (82)	400	0,338	1,008	2,365
400 В 18,5 кВт (25 л. с.)	5 (16)	400	0,132	0,88	5,220
	25 (82)	400	0,172	1,026	4,772
	50 (164)	400	0,222	1,00	3,603
400 В 22 кВт (30 л. с.)	5 (16)	400	0,132	0,88	5,220
	25 (82)	400	0,172	1,026	4,772
	50 (164)	400	0,222	1,00	3,603

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

	Длина кабеля [м (фут)]	Линейное напряжение переменного тока [В]	Время нарастания [мкс]	$V_{пиковое}$ [кВ]	dU/dt [kV/µсек]
400 В 30 кВт (40 л. с.)	10 (33)	400	0,376	0,92	1,957
	50 (164)	400	0,536	0,97	1,448
	100 (328)	400	0,696	0,95	1,092
	150 (492)	400	0,8	0,965	0,965
	10 (33)	480	0,384	1,2	2,5
	50 (164)	480	0,632	1,18	1,494
	100 (328)	480	0,712	1,2	1,348
	150 (492)	480	0,832	1,17	1,125
	10 (33)	500	0,408	1,24	2,431
	50 (164)	500	0,592	1,29	1,743
	100 (328)	500	0,656	1,28	1,561
	150 (492)	500	0,84	1,26	1,2
400 В 37 кВт (50 л. с.)	10 (33)	400	0,276	0,928	2,69
	50 (164)	400	0,432	1,02	1,889
	10 (33)	480	0,272	1,17	3,441
	50 (164)	480	0,384	1,21	2,521
	10 (33)	500	0,288	1,2	3,333
	50 (164)	500	0,384	1,27	2,646
400 В 45 кВт (60 л. с.)	10 (33)	400	0,3	0,936	2,496
	50 (164)	400	0,44	0,924	1,68
	100 (328)	400	0,56	0,92	1,314
	150 (492)	400	0,8	0,92	0,92
	10 (33)	480	0,3	1,19	3,173
	50 (164)	480	0,4	1,15	2,3
	100 (328)	480	0,48	1,14	1,9
	150 (492)	480	0,72	1,14	1,267
	10 (33)	500	0,3	1,22	3,253
	50 (164)	500	0,38	1,2	2,526
	100 (328)	500	0,56	1,16	1,657
	150 (492)	500	0,74	1,16	1,254
400 В 55 кВт (74 л. с.)	10 (33)	400	0,46	1,12	1,948
		480	0,468	1,3	2,222
400 В 75 кВт (100 л. с.)	10 (33)	400	0,502	1,048	1,673
		480	0,52	1,212	1,869
		500	0,51	1,272	1,992
400 В 90 кВт (120 л. с.)	10 (33)	400	0,402	1,108	2,155
		400	0,408	1,288	2,529
		400	0,424	1,368	2,585
600 В 7,5 кВт (10 л. с.)	5 (16)	525	0,192	0,972	4,083
	50 (164)	525	0,356	1,32	2,949
	5 (16)	600	0,184	1,06	4,609
	50 (164)	600	0,42	1,49	2,976

Таблица 8.12 Данные dU/Dt

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Алфавитный указатель

I

IGV ... 21

IND ... 96

L

L1, L2, L3 ... 128

LCP ... 8, 9, 31, 70

M

Modbus RTU ... 99, 104

P

PELV, защитное сверхнизкое напряжение ... 48

PNU ... 96

R

RCD ... 8

RS485 ... 92

T

THD ... 45

V

VAV ... 21

VVC+ ... 10

А

Автоматический выключатель ... 126

Агрессивная среда ... 39

Акустический шум ... 39

Б

Балансировка контактора ... 27

Более высокое качество управления ... 18

Быстрое меню ... 71

Быстрый перенос ... 90

В

Вентилятор градирни ... 24

Вибрация ... 24, 39

Влажность воздуха ... 34

Внесенные изменения ... 71

Время разрядки ... 14

Вторичный насос ... 29

Входы
- Аналоговый вход ... 8, 129
- Цифровой вход ... 129

Выбег ... 8, 110, 112

Вывод на дисплей и программирование, индексированный параметр ... 90

Высокое напряжение ... 13

Выходы
- Аналоговый выход ... 130
- Цифровой выход ... 130

Г

Гальваническая развязка ... 48

Гармоники
- Гармонические искажения ... 40
- Излучение гармоник ... 45
- Результаты проверки на гармоники (излучение) ... 45
- Ток гармоник ... 45
- Требования к излучению гармоник ... 45

Д

Датчик CO2 ... 22

Двигатель
- Выход (U, V, W) ... 129
- Защита двигателя от перегрузки ... 128
- Кабель двигателя ... 41
- Короткое замыкание (фаза - фаза двигателя) ... 49
- Настройка двигателя ... 71
- Превышение напряжения, создаваемое двигателем ... 49
- Тепловая защита двигателя ... 50, 112
- Фаза двигателя ... 49

Директива
- ErP ... 11
- по низковольтному оборудованию ... 11
- по электромагнитной совместимости ... 11
- Низковольтное оборудование ... 10
- ЭМС ... 10

Дисплей ... 70

Дистанционное (в автоматическом режиме) управление ... 31

Длина телеграммы (LGE) ... 95

Дополнительный модуль ... 57

Дроссельный клапан ... 26

З

Замкнутый контур структуры управления ... 31

Заслонки ... 21

Защита ... 40, 48, 126, 128

Защита от перегрузки по току ... 126

Защита от утечки на землю ... 40

Знак EAC ... 12

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

И

Индекс (IND) 96
Инициализация 90
Инициализация в два касания 91
Инициализация, в два касания 91
Искажение напряжения 45
Исключительные коды Modbus 104

К

Кабель
Длина кабеля 129
двигателя 40
Катушка 106
Квалифицированный персонал 13
Класс энергоэффективности 132
Клеммы
Клемма 50 131
Кнопка меню 70
Кнопка управления 70
Код функции 104
Команды Modbus RTU 106
Коммунальная электросеть 45
Коммутация на выходе 49
Комплект для корпуса IP21/NEMA Тип 1 54
Конфигурация сети 99
Копирование с LCP 90
Коэффициент мощности 10
КПД 121
Краткое описание Modbus RTU 98
Крыльчатка насоса 26

М

Мастер настройки параметров замкнутого контура 71
Мастер настройки параметров замкнутого контура 71
Мастер настройки параметров применений с разомкнутым контуром 71
Меню состояния 71
Местное (в ручном режиме) управление 31
Момент инерции 49
Момент срыва 8
Монтаж и настройка RS485 92
Монтаж рядом вплотную 114

Н

Навигационная кнопка 70
Насос конденсатора 26
Настройка аппаратного обеспечения 92
Настройка ПИ-регулятора, ручная 34
Настройка, аппаратное обеспечение 92
Непреднамеренный пуск 13
Несколько насосов 29
Низкая температура испарителя 27
Номер параметра (PNU) 96
Номинальная скорость двигателя 8

О

Обход частотного диапазона 24
Общее искажение напряжения 45
Окружающая среда
Жилая 42
Промышленные условия 42
Определение 8, 42
Определение локальной скорости 27
Опции и принадлежности 53
Отключение напряжения сети 50

П

Первичный насос 27
Переменное управление, расход и давление 18
Переменный объем воздуха 21
Переменный расход (в течение 1 года) 17
Перепад давления 29
Период окупаемости 17
Питание от сети 10
Питание от сети (L1, L2, L3) 128
Питание от сети 3 x 200–240 В перем. тока 120
Питание от сети 3 x 380–480 В перем. тока 121
Питание от сети 3 x 525–600 В перем. тока 125
Плата управления
Интерфейс последовательной связи RS485 130
Плата управления, выход 10 В пост. тока 131
Плата управления, выход 24 В пост. тока 130
Подключение к двигателю 62
Подключение сети 92
Поперечное сечение 129
Порт последовательной связи 8
Постоянный объем воздуха 22
Потенциал управления 29
Предохранитель 126
Преобразование обратной связи 31
Пример энергосбережения 15
Принадлежность 57

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

Программирование
Программирование... 70
Удаленное программирование с помощью средства конфигурирования MCT 10... 70

Программируемая настройка минимальной частоты... 24

Промежуточная цепь... 39, 49

Профиль FC
FC с Modbus RTU... 94
Общие сведения о протоколе... 94
Профиль FC... 109

Пускатель типа «звезда/треугольник»... 18

Р

Развязывающая панель... 55

Разделение нагрузки... 13

Расход в испарителе... 27

Расходомер... 27

Регистры... 106

Регулятор с обратной связью, настройка... 34

Рекомендуемый порядок инициализации... 90

Ручная настройка ПИ-регулятора... 34

С

Световой индикатор... 70

Связь по протоколу Modbus... 93

Сертификат UKrSEPRO... 12

Система CAV... 22

Система управления зданием, (Building management system, BMS)... 16

Слово состояния... 111

Сокращение... 7

Соответствие
Маркировка CE... 10, 11
Сертификация UL-listed... 11

Соответствие техническим условиям UL... 126

Список литературы... 8

Сравнение, показатели энергосбережения... 16

Строка кода типа... 52

Структура управления с разомкнутым контуром... 30

Схема подключений... 60

Считывание катушки... 106

Т

Тепловая защита... 11

Тепловая защита, двигатель... 50

Термистор... 8

Техника безопасности... 14

Тип данных, поддерживаемый... 97

Ток
Номинальный ток... 42
утечки... 40
Токовый контур... 41

Ток утечки... 14, 49

Ток утечки на землю... 49

Торможение постоянным током... 110

Требования к излучению... 41, 42

Требования к помехозащищенности... 41, 48

Требования, излучение гармоник... 45

У

Ударное воздействие... 39

Управление
Командное слово... 109

Управление вентилятором... 15

Управление насосом... 15

Условия окружающей среды... 132

Усовершенствованное векторное управление... 8

Устройство плавного пуска... 18

Ф

Фиксация выходной частоты... 8, 110

Фиксация частоты... 8, 111

Формирование задания... 33

Ц

Централизованные системы VAV... 21

Ч

Чтение регистров временного хранения (03 16-ричн.)... 107

Э

Экстремальные рабочие условия... 49

Электрический монтаж... 60

Электрический монтаж, с учетом требований ЭМС... 67

ЭМС
План обеспечения ЭМС... 42
Помехи... 40
Электрический монтаж с учетом требований ЭМС... 67
ЭМС... 40, 42

Энергосбережение... 15, 17

Энергоэффективность... 120, 122, 123, 124, 125

 Danfoss A/S © 04/2018 Все права защищены.

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

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

130R0222 MG18C850 04/2018