

Руководство по проектированию

# Преобразователи частоты iC2-Micro





## Содержание

<b>1</b>	<b>Введение и безопасность</b>	<b>7</b>
1.1	Цель настоящего руководства по проектированию	7
1.2	Дополнительные ресурсы	7
1.3	Материалы для планирования и проектирования	7
1.4	История изменений документа	7
1.5	Символы безопасности	8
1.6	Медицинские устройства	8
1.7	Общие требования обеспечения безопасности	8
1.8	Квалифицированный персонал	10
<b>2</b>	<b>Разрешения и сертификаты</b>	<b>11</b>
2.1	Разрешения и сертификаты на изделие	11
2.2	Стандарты	12
2.3	Правила экспортного контроля	13
<b>3</b>	<b>Преобразователи частоты iC2-Micro</b>	<b>14</b>
3.1	Применение по назначению	14
3.2	Блок-схема	14
3.3	Конструирование систем силового привода с учетом экологических требований	15
3.3.1	Потери мощности и КПД	15
3.4	Силовое оборудование	16
3.5	Управление и интерфейсы	17
3.5.1	Клеммы управления	17
3.5.2	Разъем RJ45 и переключатель оконечной нагрузки RS485	18
3.5.3	Панель управления и панель управления 2.0 OP2	19
3.5.4	Кнопки и индикаторы панели управления	19
3.5.5	Сдвижная дверца на клеммной крышке	22
3.6	Прикладное программное обеспечение	23
3.6.1	Краткое описание	23
3.6.2	Базовые функции	23
3.6.3	Контроль ввода-вывода и показания	25
3.6.4	Функции управления двигателем	25
3.6.5	Торможение нагрузки	26
3.6.6	Функции защиты	26
3.6.7	Функции контроля	27
3.6.8	Программные средства	27
3.7	Функции торможения	28

3.7.1	Механический удерживающий тормоз	28
3.7.2	Динамическое торможение	28
3.7.3	Выбор тормозного резистора	28
3.7.3.1	Введение	28
3.7.3.2	Расчет тормозного сопротивления	29
3.7.3.3	Расчет тормозного сопротивления, рекомендуемого Danfoss	29
3.7.4	Управление с помощью функции торможения	30
<b>4</b>	<b>Технические характеристики</b>	<b>31</b>
4.1	Электрические характеристики	31
4.1.1	Питание от сети 1 x 200–240 В пер. тока	31
4.1.2	Питание от сети 3 x 380–480 В пер. тока	31
4.2	Общие технические данные	32
4.2.1	Средства и функции защиты	32
4.2.2	Сторона сети	32
4.2.3	Выходная мощность и другие характеристики двигателя	33
4.2.4	Характеристики крутящего момента	33
4.2.5	Входы и выходы управления	33
4.2.5.1	Цифровой и импульсный вход	33
4.2.5.2	Цифровой и импульсный выход	34
4.2.5.3	Аналоговый вход	35
4.2.5.4	Аналоговый выход	35
4.2.5.5	Релейный выход	35
4.2.5.6	Вспомогательное напряжение	36
4.2.6	Интерфейс последовательной связи RS485 (связь с помощью телеграмм)	36
4.2.7	Условия окружающей среды	36
4.2.7.1	Условия окружающей среды при хранении	36
4.2.7.2	Условия окружающей среды при транспортировке	37
4.2.7.3	Условия окружающей среды при эксплуатации	37
4.3	Предохранители и автоматические выключатели	38
4.4	Разъемы питания	39
4.5	Акустический шум	40
4.6	Уровни соответствия ЭМС	41
4.6.1	Требования к излучению	41
4.6.2	Помехозащищенность в соответствии с требованиями ЭМС	42
4.7	Электромагнитная совместимость (ЭМС) и длина кабеля двигателя	43
4.8	Условия dU/dt	44
4.9	Снижение номинальных характеристик	44

4.9.1	Снижение номинальных характеристик вручную	45
4.9.2	Автоматическое снижение номинальных характеристик	46
<b>5</b>	<b>Внешние габариты</b>	<b>47</b>
5.1	Размеры и габариты корпусов IP20/открытого типа	47
5.2	Размеры и габариты корпусов IP21/UL, тип 1	48
5.3	Размеры и габариты корпусов NEMA 1	49
<b>6</b>	<b>Факторы, которые необходимо учитывать при механическом монтаже</b>	<b>50</b>
6.1	Комплект поставки	50
6.2	Этикетки на изделии	50
6.2.1	Этикетки на приводах	50
6.2.2	Этикетки на упаковке	51
6.3	Рекомендуемая утилизация	52
6.4	Хранение до установки	52
6.4.1	Повторная формовка конденсаторов	52
6.4.2	Безопасная транспортировка и хранение	53
6.5	Предварительные условия монтажа	54
6.5.1	Условия эксплуатации	54
6.6	Факторы, которые необходимо учитывать при техническом обслуживании	55
6.6.1	Регулярное техническое обслуживание	55
6.6.2	График технического обслуживания	55
6.6.3	Доступ для обслуживания	55
6.6.4	Техническое и сервисное обслуживание радиатора и вентилятора	56
6.7	Механический монтаж	56
6.7.1	Факторы, которые необходимо учитывать при монтаже	56
6.7.2	Места установки	57
6.7.3	Направления монтажа	57
6.7.4	Рекомендуемые винты и болты	57
6.7.5	Схемы расположения отверстий	58
6.7.6	Размещение привода в установке	59
6.7.7	Охлаждение	59
6.7.8	Рекомендуемое пространство для доступа для обслуживания	60
<b>7</b>	<b>Факторы, которые необходимо учитывать при электромонтаже</b>	<b>61</b>
7.1	Меры предосторожности при электрическом монтаже	61
7.2	Схема соединений	62
7.3	Тип сети и защита	63
7.3.1	Типы сети	63

7.3.2	Токи защитного заземления и выравнивания потенциалов/токи утечки	63
7.3.3	Измерение тока утечки на землю	63
7.3.4	Защита датчиком остаточного тока (RCD)	65
7.3.5	Устройства контроля изоляции	65
7.4	Указания по монтажу в соответствии с требованиями ЭМС	65
7.4.1	Силовые кабели и заземление	67
7.4.2	Кабели управления	68
7.5	Гальваническая развязка	68
7.6	Ток утечки на землю	69
7.7	Факторы, которые необходимо учитывать при монтаже двигателя	70
7.7.1	Поддерживаемые типы двигателей	71
7.7.2	Изоляция двигателя	71
7.7.3	Подшипниковые токи	71
7.7.4	Тепловая защита двигателя	72
7.8	Экстремальные условия работы	73
7.9	Требования в отношении силовых кабелей	74
7.9.1	Требования к моментам затяжки	74
7.10	Электрический монтаж	74
7.10.1	Подключение сетевого питания, двигателя и заземления	74
7.10.2	Подключение двигателя	76
7.10.3	Подключение питающей сети	77
7.10.4	Типы клемм управления	77
7.10.5	Размеры проводов управления и длина зачистки изоляции	79
7.10.6	Подключение экрана кабеля	80
7.10.7	Распределение нагрузки/тормоз	80
<b>8</b>	<b>Порядок заказа</b>	<b>83</b>
8.1	Код модели	83
8.2	Заказ принадлежностей и запасных частей	83
8.3	Заказ тормозных резисторов	85
8.3.1	Введение	85
8.3.2	Заказ тормозных резисторов 10 %	85
8.3.3	Заказ тормозных резисторов 40 %	86

## 1 Введение и безопасность

### 1.1 Цель настоящего руководства по проектированию

Настоящее руководство по проектированию предназначено для квалифицированного персонала, а именно для:

- инженеров-проектировщиков и системных инженеров;
- консультантов по проектированию;
- специалистов по применению и продукции.

Это руководство по проектированию содержит техническую информацию, необходимую для понимания возможностей изделий «iC2-Micro Frequency Converters» при интегрировании в системы управления двигателями и их мониторинга. Оно содержит рекомендации по проектированию и данные для планирования, позволяющие интегрировать привод в систему. Руководство по проектированию содержит информацию, необходимую для выбора приводов и дополнительного оборудования для различных систем и установок. Анализ подробной информации об изделии на этапе проектирования позволяет разработать хорошо спланированную систему с оптимальной функциональностью и эффективностью.

Настоящее руководство предназначено для глобальной аудитории. Поэтому в нем используются как единицы СИ, так и британские единицы измерения.

### 1.2 Дополнительные ресурсы

Для лучшего понимания функций и безопасной установки и эксплуатации изделий «iC2-Micro Frequency Converters» доступны дополнительные ресурсы:

- руководство по эксплуатации, в котором содержится информация о монтаже, вводе в эксплуатацию и техническом обслуживании привода;
- руководство по применению, в котором содержится информация о программировании и полные описания параметров;
- полезные факты о преобразователях частоты (приводах переменного тока), доступные для скачивания на сайте [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com);
- другие дополнительные публикации, чертежи и руководства на сайте [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com).

Последние версии документации к продукции Danfoss можно скачать на сайте <http://drives.danfoss.com/downloads/portal/>.

### 1.3 Материалы для планирования и проектирования

Danfoss обеспечивает доступ к консолидированной среде изделия с поддержкой в течение всего срока его службы.

#### Документы

Руководство по эксплуатации, руководство по применению и руководство по проектированию изделий «iC2-Micro Frequency Converters» можно скачать на сайте [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com). Также можно заказать печатные руководства.

#### Чертежи

К каждому приводу прилагаются двухмерные и трехмерные чертежи и схемы соединений в виде файлов стандартного формата.

#### Программное обеспечение

Для изделий «iC2-Micro Frequency Converters» имеются файлы конфигурации. MyDrive® Suite предоставляет инструменты, которые поддерживают весь жизненный цикл привода, от проектирования системы до обслуживания. Приложение MyDrive® Suite доступно по адресу <https://suite.mydrive.danfoss.com/>.

#### Конфигуратор

Конфигуратор продукта помогает при выборе. По завершении процесса конфигуратор продукта предоставляет список соответствующей документации и принадлежностей.

### 1.4 История изменений документа

Данное руководство регулярно пересматривается и обновляется. Приветствуются любые предложения по его улучшению.

Оригинал руководства составлен на английском языке.

Таблица 1: История изменений документа

Версия	Комментарии
AJ402315027937, версия 0101	Выпуск для корпусов размера MA01c/MA02c/MA01a/MA02a. <sup>(1)</sup>

<sup>1</sup> Данные для MA03a–MA05a будут доступны в следующем выпуске.

## 1.5 Символы безопасности

В этом руководстве используются следующие символы:

### ⚠ О П А С Н О ⚠

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

### ⚠ П Р Е Д У П Р Е Ж Д Е Н И Е ⚠

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

### ⚠ В Н И М А Н И Е ⚠

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

### У В Е Д О М Л Е Н И Е

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

## 1.6 Медицинские устройства

### ⚠ П Р Е Д У П Р Е Ж Д Е Н И Е ⚠

#### **ЗАЩИТА ЛЮДЕЙ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ ЧАСТОТЕ ОТ 0 ГЦ ДО 300 ГЦ**

Преобразователи частоты (приводы переменного тока) и фильтры могут создавать сильные электромагнитные помехи, способные повлиять на работу кардиостимуляторов и других имплантированных медицинских устройств.

## 1.7 Общие требования обеспечения безопасности

При установке или эксплуатации преобразователя частоты (привода переменного тока) соблюдайте указания по технике безопасности, приведенные в инструкциях. Дополнительную информацию о правилах техники безопасности при установке и эксплуатации см. в руководстве по эксплуатации привода.

### Правила безопасной эксплуатации

- Привод не должен использоваться в качестве единственного устройства безопасности в системе. Установите на приводах, двигателях и принадлежностях дополнительные устройства контроля и защиты и убедитесь в том, что они установлены в соответствии с региональными правилами техники безопасности и предотвращения несчастных случаев.
- Перед активацией функций автоматического сброса неисправности или изменением предельных значений убедитесь в том, что после перезапуска не возникнут опасные ситуации. Если активирована функция автоматического сброса неисправности, то после автоматического сброса двигатель запускается также автоматически.
- Если установлено подключение к сети электроснабжения, то во время работы привода все двери и крышки должны быть закрыты, а клеммные коробки привинчены.
- Компоненты привода и принадлежности могут оставаться под напряжением и быть подключенными к сети, даже если индикаторы работы больше не горят.

## ⚠ П Р Е Д У П Р Е Ж Д Е Н И Е ⚠

### ЗНАНИЕ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

В этом руководстве содержится важная информация о том, как предотвратить травмы персонала и повреждение оборудования или системы. Игнорирование этой информации может привести к смерти, серьезной травме или серьезному повреждению оборудования.

- Обязательно полностью ознакомьтесь с информацией об опасностях и мерах безопасности, относящихся к вашему применению.
- Перед выполнением любых электротехнических работ на преобразователе частоты заблокируйте подключения всех источников питания преобразователя частоты и установите предупредительные таблички.

## ⚠ П Р Е Д У П Р Е Ж Д Е Н И Е ⚠

### ОПАСНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

Преобразователи частоты, подключенные к сети переменного тока или к клеммам постоянного тока, содержат опасное напряжение. Установка, запуск и техобслуживание оборудования должны выполняться квалифицированным персоналом; несоблюдение этого требования может привести к летальному исходу или получению серьезных травм.

- Установка, запуск и техобслуживание оборудования должны выполняться только квалифицированным персоналом.

## ⚠ П Р Е Д У П Р Е Ж Д Е Н И Е ⚠

### ВРЕМЯ РАЗРЯДКИ

В цепи постоянного тока привода установлены конденсаторы, которые остаются заряженными даже после отключения питания. Высокое напряжение может присутствовать даже в том случае, если индикаторы предупреждений погасли.

- Остановите двигатель, отключите питающую сеть, двигатели с постоянными магнитами, демонтируйте источники питания цепи постоянного тока, в том числе резервные аккумуляторы, ИБП и подключения к сети постоянного тока других приводов.
- Перед выполнением обслуживания и ремонтных работ следует дождаться полной разрядки конденсаторов и выполнить соответствующие измерения.
- Минимальное время ожидания указано в таблице *Время разрядки*.

Таблица 2: Время разрядки

Размер корпуса	Напряжение [В пер. тока]	Диапазон мощности [кВт (л. с.)]	Минимальное время ожидания (мин)
MA01c	1 x 200–240	0,37–0,75 (0,5–1,0)	4
MA02c	1 x 200–240	1,5 (2,0)	4
MA02a	1 x 200–240	2,2 (3,0)	4
MA01a	3 x 380–480	0,37–1,5 (0,5–2,0)	4
MA02a	3 x 380–480	2,2–4,0 (3,0–5,5)	4
MA03a	3 x 380–480	5,5–7,5 (7,5–10)	4
MA04a	3 x 380–480	11–15 (15–20)	15
MA05a	3 x 380–480	18,5–22 (25–30)	15

**⚠ ВНИМАНИЕ ⚠****ОПАСНОСТЬ В СЛУЧАЕ ВНУТРЕННЕГО ОТКАЗА**

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

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

**⚠ ВНИМАНИЕ ⚠****ГОРЯЧИЕ ПОВЕРХНОСТИ**

Некоторые приводы содержат металлические компоненты, которые остаются горячими даже после выключения. Несоблюдение указаний предупреждающего символа высокой температуры (желтый треугольник) на приводе может привести к серьезным ожогам.

- Имейте в виду, что внутренние компоненты могут быть очень горячими даже после выключения питания привода.
- Не прикасайтесь к внешним поверхностям, обозначенным символом высокой температуры (желтым треугольником). Эти поверхности будут горячими во время работы привода и сразу после его выключения.

## 1.8 Квалифицированный персонал

Для обеспечения бесперебойной и безопасной эксплуатации устройства к его транспортировке, хранению, сборке, установке, программированию, вводу в эксплуатацию, обслуживанию и выводу из эксплуатации допускается только квалифицированный персонал с проверенными навыками.

Лица с проверенными навыками:

- квалифицированные инженеры-электрики или лица, проинструктированные квалифицированными инженерами-электриками и имеющие опыт управления устройствами, системами, установками и оборудованием в соответствии с действующим законодательством и нормами;
- хорошо знают основные нормы и правила техники безопасности, относящиеся к предупреждению несчастных случаев;
- ознакомились с инструкциями по технике безопасности, приведенными во всех руководствах, поставляемых с устройством, в особенности с инструкциями в руководстве по эксплуатации привода, и поняли их содержание;
- хорошо знают общие и специальные стандарты, относящиеся к определенной области применения.

## 2 Разрешения и сертификаты

### 2.1 Разрешения и сертификаты на изделие

Изделия «iC2-Micro Frequency Converters» соответствуют требуемым стандартам и директивам. Подробную информацию о разрешениях и сертификатах на изделие см. на фирменной табличке изделия и на сайте [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com).

Сертификаты и декларации соответствия можно получить по запросу или скачать с сайта [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com).

Таблица 3: Разрешения и сертификаты, применимые к приводам

Разрешение	Описание
	Привод отвечает требованиям соответствующих директив и связанных с ними стандартов для расширенного единого рынка Европейской экономической зоны. Подробнее см. гл. <a href="#">Таблица 4</a> .
	Маркировка Underwriters Laboratory (UL) подтверждает безопасность изделий и выполнение экологических требований на основе стандартизированных испытаний. Привод соответствует UL 61800-5-1. Номер файла UL см. на наклейке изделия.
	Допуск CSA/cUL выдается приводам с номинальным напряжением 600 В или ниже. Маркировка конструкции системы безопасности UL/CSA гарантирует, что при установке и обслуживании привода в соответствии с предоставленным руководством по эксплуатации или установке оборудование отвечает стандартам UL по электрической и тепловой безопасности. Этот знак показывает, что изделие соответствует всем необходимым техническим условиям и результатам испытаний. Сертификат соответствия предоставляется по запросу.
	Привод соответствует применимым нормам и стандартам для Великобритании. <b>Контактная информация UKCA:</b> Danfoss, 22 Wycombe End, HP9 1NB, Великобритания
	Знак RCM обозначает соответствие требованиям действующих технических стандартов по электромагнитной совместимости (ЭМС). Наличие знака RCM является обязательным условием для поставки электрических и электронных устройств на рынки Австралии и Новой Зеландии. Нормативы знака RCM относятся только к кондуктивным и излучаемым помехам. К приводам применяются предельные значения излучения согласно EN/IEC 61800-3. По запросу может быть предоставлена декларация соответствия.
	Привод отвечает требованиям соответствующих директив и стандартов для рынка Марокко. Скачать руководства к изделиям на французском языке можно на странице <a href="https://www.danfoss.com/en/service-and-support/">https://www.danfoss.com/en/service-and-support/</a> .
	Знак сертификации в Корее (KC) указывает на то, что изделие соответствует корейским стандартам.

Таблица 4: Директивы ЕС, применимые к приводам

Директива ЕС	Описание
Директива по низковольтному оборудованию (2014/35/ЕС)	Директива по низковольтному оборудованию призвана защитить людей, домашних животных и имущество от опасностей, связанных с электрическим оборудованием, в случаях, когда электрооборудование правильно установлено, обслуживается и эксплуатируется согласно его целевому назначению. Директива относится ко всему электрическому оборудованию, в котором используются напряжения в диапазонах 50–1000 В пер. тока или 75–1500 В пост. тока.
Директива по ЭМС(2014/30/ЕС)	Цель директивы по электромагнитной совместимости (ЭМС) — уменьшить электромагнитные помехи и улучшить устойчивость электрооборудования и установок к таким помехам. Базовое

Директива ЕС	Описание
	<p>требование по защите из директивы по электромагнитной совместимости 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.</p>
<p>Директива о машинном оборудовании (2006/42/EC)</p>	<p>Цель директивы о машинном оборудовании — обеспечить безопасность людей и исключить повреждение имущества при использовании механического оборудования согласно его целевому назначению. Директива о машинном оборудовании относится к машинам, состоящим из набора соединенных между собой компонентов или устройств, по меньшей мере одно из которых способно физически двигаться. Приводы с интегрированными функциями безопасности должны отвечать требованиям директивы о машинном оборудовании. Приводы без функций безопасности не подпадают под действие директивы о машинном оборудовании. Если привод входит в состав системы механизмов, Danfoss может предоставить информацию по вопросам безопасности, связанным с приводом. В случае использования приводов в машинах, в которых имеется по меньшей мере одна движущаяся часть, производитель машины должен представить декларацию, подтверждающую соответствие всем применимым законодательным нормам и мерам предосторожности.</p>
<p>Директива ErP (2009/125/EC)</p>	<p>Директива ErP — это европейская директива по экологичному дизайну для связанных с энергетикой изделий. Директива устанавливает требования экодизайна для электрооборудования, включая преобразователи частоты, и нацелена на снижение энергопотребления и сокращение воздействия продукции на окружающую среду путем установления минимальных стандартов энергоэффективности.</p>
<p>Директива RoHS</p>	<p>The Restriction of Hazardous Substances (RoHS) Directive is an EU directive that restricts the use of hazardous materials in the manufacturing of electronic and electrical products. Read more on <a href="http://www.danfoss.com">www.danfoss.com</a>.</p>
<p>Директива об отходах электрического и электронного оборудования (2012/19/EC)</p> 	<p>Директива об отходах электрического и электронного оборудования (WEEE) устанавливает цели в области сбора, переработки и утилизации всех видов электрического оборудования.</p>

## 2.2 Стандарты

Установку следует выполнять в соответствии с национальными правилами, например стандартами NEC NFPA 70 или IEC 60364.

В качестве руководства по установке и эксплуатации приводов рекомендуется соблюдать следующие стандарты:

- **EN IEC 61800-2:2015 «Системы силовых электроприводов с регулируемой скоростью. Часть 2. Общие требования. Номинальные технические характеристики низковольтных систем силовых электроприводов переменного тока с регулируемой скоростью».**
- **EN IEC 61800-3:2018 «Системы силовых электроприводов с регулируемой скоростью. Часть 3. Требования к электромагнитной совместимости и специальные методы испытаний».**
- **EN IEC 61800-5-1:2017 «Системы силовых электроприводов с регулируемой скоростью. Часть 5-1. Требования к электрической, термической и энергетической безопасности».**
- **EN IEC 61800-9-2:2017 «Системы силовых электроприводов с регулируемой скоростью. Часть 9-2. Экодизайн систем силовых электроприводов, пускателей электродвигателя, силовой электроники и ее приводов. Показатели энергоэффективности систем силовых электроприводов и пускателей электродвигателя».**

Декларации соответствия доступны по адресу [www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/](http://www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/).

## 2.3 Правила экспортного контроля

В отношении преобразователей частоты (приводов переменного тока) могут действовать региональные и (или) национальные нормы экспортного контроля. В ЕС и США действуют нормативные акты в отношении так называемой продукции двойного назначения (невоенная продукция, которая может использоваться в военных целях). В настоящее время преобразователи частоты (приводы переменного тока), способные работать с частотой 600 Гц и выше, считаются продукцией двойного назначения. Их можно продавать, но для продажи требуется соблюдение ряда требований, например необходима лицензия или заявление для конечного пользователя.

В США также действуют нормативные акты в отношении преобразователей частоты (приводов переменного тока), способных работать с частотой 300–600 Гц, ограничивающие их продажи в определенных странах. Нормативные акты США распространяются на всю продукцию, произведенную в США, экспортируемую из США или через США или более чем на 25 % (в некоторых странах — более чем на 10 %) состоящую из компонентов, произведенных в США.

Для обозначения преобразователей частоты (приводов переменного тока), в отношении которых действуют правила экспортного контроля, используется номер ECCN. Номер ECCN указывается в сопроводительной документации преобразователя частоты (привода переменного тока). В случае повторного экспорта преобразователя частоты (привода переменного тока) соответствие действующим правилам экспортного контроля обеспечивается экспортером.

Для получения дополнительной информации обратитесь в Danfoss Drives Global или местный офис продаж.

## 3 Преобразователи частоты iC2-Micro

### 3.1 Применение по назначению

Привод представляет собой электронный контроллер электродвигателей, который:

- Регулирует скорость двигателя в соответствии с сигналами обратной связи системы или в соответствии с дистанционно подаваемыми командами внешних контроллеров. Система силового привода состоит из привода и двигателя.
- Контролирует состояние системы и двигателя.

Привод может также использоваться для защиты двигателя от перегрузки.

В зависимости от конфигурации, привод может использоваться как для автономного применения, так и в качестве компонента более крупного устройства или установки.

Привод предназначен для использования в жилом, торговом и производственном окружении в соответствии с местными законами и стандартами.

## У В Е Д О М Л Е Н И Е

В жилых районах эти изделия могут стать причиной радиопомех. В этом в случае могут потребоваться соответствующие меры защиты.

### Предсказуемое неправильное использование

Не используйте привод для целей применения, не соответствующих указанным условиям эксплуатации и требованиям к окружающей среде. Обеспечьте соответствие условиям, указанным в гл. *Технические характеристики*.

### 3.2 Блок-схема

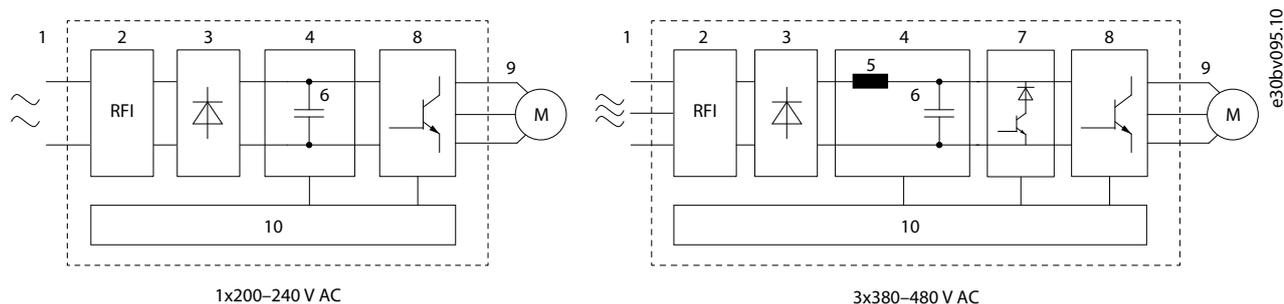


Рисунок 1: Блок-схема для изделий «iC2-Micro Frequency Converters»

Таблица 5: Функции каждого компонента

Область	Компонент	Функции
1	Вход сетевого питания	Питание привода от сети переменного тока.
2	Фильтр ВЧ-помех	Фильтр ВЧ-помех используется для соответствия нормативным требованиям электромагнитной совместимости.
3	Выпрямитель	Выпрямительный мост преобразовывает переменный ток на входе в постоянный ток для подачи питания на инвертор.
4	Шина постоянного тока	Промежуточная цепь шины постоянного тока использует постоянный ток.
5	Реактор линии постоянного тока <sup>(1)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Фильтрует ток в цепи постоянного тока.</li> <li>• Обеспечивает защиту от переходных процессов в сети.</li> <li>• Уменьшает среднеквадратичное значение тока.</li> <li>• Повышает коэффициент мощности, передаваемой обратно в сеть.</li> <li>• Уменьшает гармоники на входе переменного тока.</li> </ul>

Область	Компонент	Функции
6	Конденсаторная батарея	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сохраняет энергию постоянного тока.</li> <li>• Обеспечивает защиту от скачков при краткосрочной потере мощности.</li> </ul>
7	Тормозной прерыватель <sup>(2)</sup>	Тормозной прерыватель используется в цепи постоянного тока для управления напряжением постоянного тока, когда нагрузка отдает энергию.
8	Инвертор	Преобразовывает постоянный ток в переменный ток с формой кривой напряжения, регулируемой широтно-импульсной модуляцией (ШИМ (PWM)), для обеспечения контролируемой изменяемой мощности на выходе электродвигателя.
9	Выход на двигатель	Регулируемое трехфазное питание на выходе для двигателя.
10	Цепь (схема) управления	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Мониторинг входного питания, внутренней обработки, выходного тока и тока двигателя для обеспечения эффективной работы и управления.</li> <li>• Мониторинг и исполнение команд интерфейса пользователя и внешних команд.</li> <li>• Вывод информации о состоянии и контроль работы.</li> </ul>

<sup>1</sup> Реактор постоянного тока используется только для MA05a.

<sup>2</sup> Тормозной прерыватель не используется с MA01a.

### 3.3 Конструирование систем силового привода с учетом экологических требований

Энергоэффективность всей системы имеет большое значение, поэтому на расширенном едином рынке Европейской экономической зоны необходимо соблюдать соответствующее законодательство.

Согласно IEC 61800-9-2 и EN 50598-2, преобразователям частоты присваивается класс эффективности от IE0 до IE2. Согласно стандарту, потери мощности измеряются в процентах от номинальной полной выходной мощности в восьми точках приложения нагрузки, как показано на [Рисунок 2](#). Вместе с информацией о других элементах системы эти данные можно использовать для расчета КПД на уровне системы (IES).

Элементы, вызывающие потери, описаны в главе [3.3.1 Потери мощности и КПД](#).

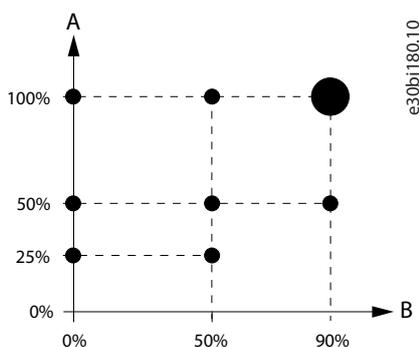


Рисунок 2: Рабочая точка в соответствии с IEC 61800-9-2 (EN 50598)

Преобразователь частоты имеет маркировку класса эффективности и потери мощности при 100 % номинального тока, создающего крутящий момент, и 90 % номинальной частоты статора двигателя.

[MyDrive® ecoSmart™](#) можно использовать для:

- просмотра данных частичной нагрузки в соответствии со стандартом IEC 61800-9-2;
- расчета класса эффективности и эффективности при частичной нагрузке на преобразователь частоты и систему силового привода;
- формирования отчета с данными о потерях при частичной нагрузке и классом эффективности IE и IES.

#### 3.3.1 Потери мощности и КПД

Элементы, вызывающие потерю мощности в системе, представлены на [Рисунок 3](#).

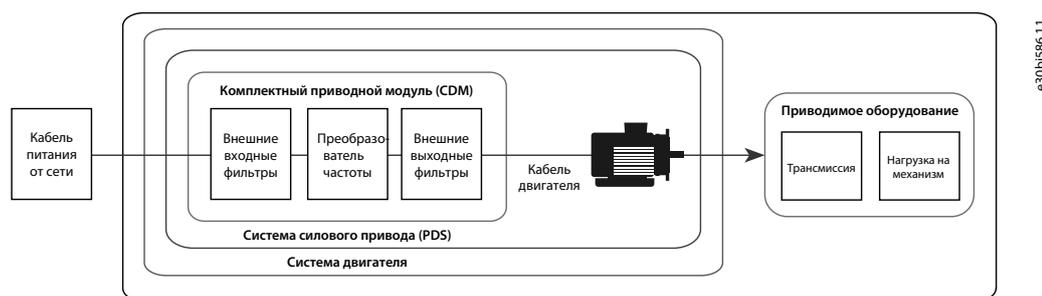


Рисунок 3: Дизайн системы привода

К потерям в системе могут привести следующие компоненты:

- кабель питания от сети;
- внешний входной фильтр (если установлен);
- преобразователь частоты со встроенными фильтрами;
- внешний выходной фильтр (если установлен);
- кабель двигателя;
- двигатель.

Сам преобразователь частоты обеспечивает только часть общих потерь в системе.

#### Кабель питания от сети

Потери в кабеле питания от сети в основном вызваны омическим сопротивлением кабеля. Чтобы свести потери к минимуму, кабель должен быть настолько возможно коротким и по параметрам должен соответствовать номинальному току.

#### Внешний входной фильтр

Внешние входные фильтры увеличивают потери в системе. Входные дроссели, используемые для балансировки нагрузки между несколькими приводами в схеме распределения нагрузки, как правило, демонстрируют спад напряжения приблизительно на 1 %, что приводит к потерям до 1 % при полной нагрузке.

Потери в выделенных фильтрах гармоник обычно составляют 2–5 %.

#### Преобразователь частоты

Потери преобразователя частоты зависят от нагрузки. Определенные классификации и данные о потерях мощности указаны на этикетке изделия, подробности можно увидеть в [MyDrive® ecoSmart™](#).

#### Внешний выходной фильтр

Внешние выходные фильтры увеличивают потери в системе.

- Синусоидные фильтры подавляют схему ШИМ (PWM) выходной частоты, что приводит к образованию синусоидального сигнала на выходе. Полученные потери зависят от нагрузки и могут составлять до 1–1,5 % от максимальной мощности. Использование синусоидного фильтра в установках с длинными кабелями двигателя может повысить общую эффективность.
- Фильтры  $dU/dt$  ограничивают время нарастания напряжения в схеме ШИМ (PWM). В результате фильтры приводят к потерям в системе, которые зависят от нагрузки и могут составлять до 0,5–1 % максимальной мощности.
- Синфазные сердечники уменьшают высокочастотные помехи в кабеле двигателя. В результате в систему добавляется ограниченная потеря.

#### Кабель двигателя

Потери в кабеле двигателя в основном вызваны омическими потерями, но из-за частоты коммутации преобразователя частоты потери также обуславливаются емкостной связью с землей. Потери из-за емкостной связи можно уменьшить, тщательно выбирая кабель двигателя и максимально сокращая его длину. Если на выходе преобразователя частоты используется синусоидный фильтр, потери, вызванные емкостной нагрузкой, снижаются.

#### Двигатель

Потери двигателя зависят от типа двигателя и выбранной категории КПД. В стандарте IEC 60034-30-1 определены классы эффективности от IE1 до IE4.

## 3.4 Силовое оборудование

Изделия «iC2-Micro Frequency Converters» подходят для установки в различных местах. Узлы поставляются с разными классами защиты, что делает их пригодными для установки в шкафах, непосредственно на машинах и в специальных помещениях управления, а также отдельно.

## Руководство по проектированию

- Оборудование класса IP20/открытого типа предназначено для установки в закрытых шкафах и аналогичных местах.
- Оборудование класса IP21/UL, тип 1 (комплект для переоборудования в IP21/тип 1 в качестве опции) предназначено для установки внутри помещений.

Изделия «iC2-Micro Frequency Converters» подходят для использования в широком диапазоне температур. Стандартный диапазон рабочих температур:  $-10 - +50\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $14 - +122\text{ }^{\circ}\text{F}$ ). При снижении номинальных характеристик диапазон рабочих температур составляет  $-20 - +55\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $-4 - +131\text{ }^{\circ}\text{F}$ ).

Изделия «iC2-Micro Frequency Converters» предназначены для работы на высоте до 2000 м (6562 футов). Если высота над уровнем моря превышает 1000 м (3280 футов), следует применить снижение номинальных характеристик.

Выход двигателя изделий «iC2-Micro Frequency Converters» защищен от короткого замыкания, замыкания на землю и перегрузки. Для защиты двигателя также предусмотрен контроль температуры. Неограниченное число включений на выходе позволяет использовать контактор или отсоединять привод от двигателя.

Встроенные фильтры оптимизируют характеристики ЭМС, снижают гармоники в сети и соответствуют требованиям к выходной мощности. Встроенные фильтры ЭМС можно настроить в соответствии с требованиями к установке, связанными с ЭМС. Предложение включает в себя:

- Приводы без фильтра (варианты, соответствующие C4).
- Приводы с фильтром, используемые в промышленных (варианты, соответствующие C2) и домашних сетях (варианты, соответствующие C1).

### 3.5 Управление и интерфейсы

#### 3.5.1 Клеммы управления

- Все клеммы для подсоединения кабелей управления размещаются под клеммной крышкой на передней стороне привода.
- Сверяйтесь со схемами клемм управления и переключателей, приведенными на задней стороне клеммной крышки.

## У В Е Д О М Л Е Н И Е

Снимите клеммную крышку с помощью отвертки, см. [Рисунок 4](#).

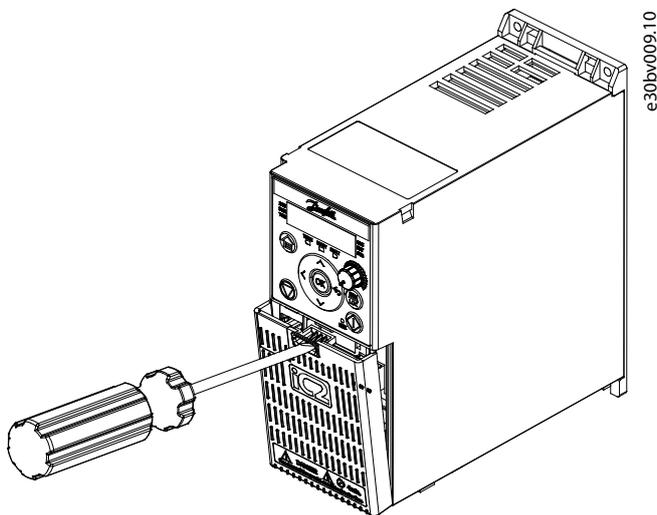


Рисунок 4: Снятие клеммной крышки

Все клеммы управления изделий «iC2-Micro Frequency Converters» изображены на [Рисунок 5](#).

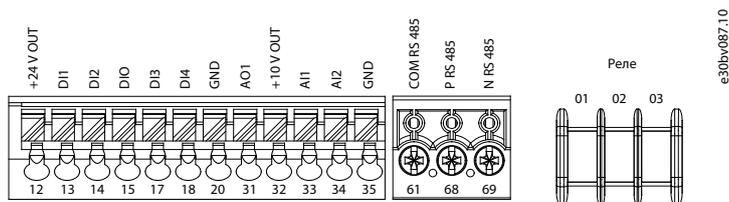


Рисунок 5: Обзор клемм управления

### 3.5.2 Разъем RJ45 и переключатель оконечной нагрузки RS485

В приводе имеется разъем RJ45, соответствующий протоколу Modbus 485. Разъем RJ45 используется для подключения следующих компонентов:

- внешняя панель управления (в настоящее время недоступна);
- инструмент для ПК (MyDrive® Insight) через опцию адаптера (в настоящее время недоступен);
- автономный инструмент конфигурации для настройки параметров при выключенном питании привода (в настоящее время недоступен).

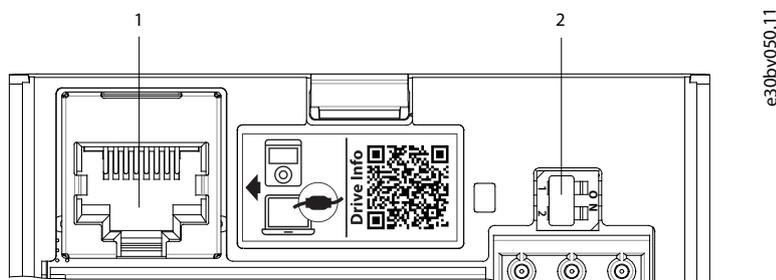


Рисунок 6: Разъем RJ45 и переключатель оконечной нагрузки RS485

- |   |   |
|---|---|
| 1 | Разъем RJ45   |
| 2 | Переключатель оконечной нагрузки RS485 (ON = оконечная нагрузка RS485, OFF = разомкнут) |

## УВЕДОМЛЕНИЕ

Разъем RJ45 поддерживает экранированный кабель CAT5e длиной до 3 м (9,8 фута), который **НЕ** используется для прямого подключения привода к ПК. Несоблюдение этого требования может привести к повреждению ПК.

## УВЕДОМЛЕНИЕ

- Если привод находится на конце промышленной шины, переключатель оконечной нагрузки RS485 должен быть установлен в положение ON (ВКЛ.).
- Не используйте переключатель оконечной нагрузки RS485 при включенном питании привода.

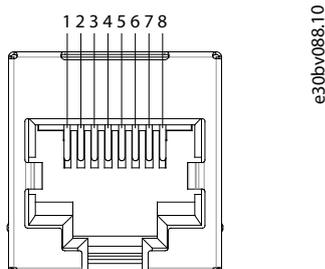


Рисунок 7: Назначение контактов RJ45

1	Источник питания 5 В	5	RS485_N
2	Источник питания 5 В	6	GND
3	GND	7	Зарезервировано
4	RS485_P	8	Зарезервировано

### 3.5.3 Панель управления и панель управления 2.0 OP2

Привод имеет два следующих типа панелей управления.

- **Панель управления:** встроена и поставляется с приводом в серийной комплектации. Кнопки и индикаторы панели управления описаны в гл. [3.5.4 Кнопки и индикаторы панели управления](#).
- **Панель управления 2.0 OP2:** дополнительная (доступная в качестве опции) панель управления, более удобная для пользователей. На панели управления этого типа можно с легкостью настроить параметры привода, проверить состояние привода и вывести на экран визуализацию уведомлений о событиях.

Ниже представлен более подробный обзор панели управления 2.0 OP2:

- монохромный пользовательский интерфейс, 2,03 дюйма;
- светодиоды для визуального определения состояния привода;
- управление приводом и удобное переключение между локальным и дистанционным режимами работы;
- многоязычный экран, на котором отображаются параметры, выбранные позиции и состояние;
- экран параметров поддерживает буквы, цифры, специальные символы, целые числа, плавающие запятые, списки выбора и команды для настройки данных технологического процесса;
- чтобы упростить ввод в эксплуатацию, настройки параметров привода можно копировать в другие приводы;
- установка на дверцу шкафа с помощью дополнительного монтажного комплекта.

## У В Е Д О М Л Е Н И Е

Панель управления 2.0 OP2 в настоящее время недоступна.

### 3.5.4 Кнопки и индикаторы панели управления

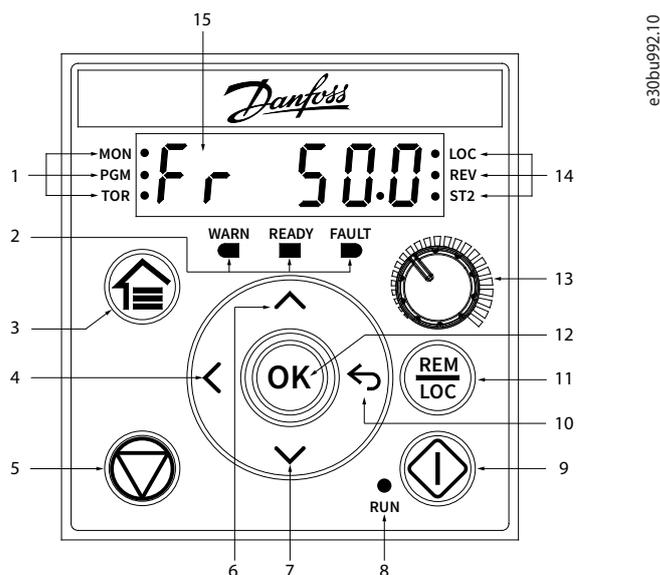


Рисунок 8: Панель управления

1	Индикаторы состояния	9	Пуск
2	Индикаторы работы	10	Назад
3	Домашний экран/меню	11	Дистанционно/локально
4	Влево	12	ОК
5	Останов/сброс	13	Потенциометр
6	Вверх	14	Индикаторы состояния
7	Вниз	15	Главный экран
8	Индикатор рабочего состояния		

Таблица 6: Кнопки управления и потенциометр

Название	Функция
Домашний экран/меню	Переключение между главным меню и окном состояния. Долгое нажатие открывает контекстное меню для быстрого чтения и редактирования параметров. <sup>(1)</sup>
Вверх/вниз	Переключение номеров состояний/групп параметров/параметров и настройка значений параметров.
Влево	Перемещение курсора на 1 бит влево.
Назад	Переход к предыдущему шагу в структуре меню или отмена установки во время настройки значений параметров.
ОК	Подтверждение операции.
Дистанционно/локально	Переключение между дистанционным и локальным режимами.
Пуск	Запуск привода в локальном режиме.
Останов/сброс	Останов привода в локальном режиме.
	Сброс привода, чтобы квитировать неисправность.
Потенциометр	Изменение значений задания, когда значение задания выбрано в качестве потенциометра.

<sup>1</sup> Контекстное меню в настоящее время недоступно.

Таблица 7: Световые индикаторы состояния

Название	Функция
MON	Вкл.: на главном экране отображается состояние привода.
PGM	Вкл.: привод находится в состоянии программирования.
TOR	Вкл.: привод находится в режиме крутящего момента.
	Выкл.: привод находится в режиме скорости.
LOC	Вкл.: привод находится в локальном режиме.
	Выкл.: привод находится в дистанционном режиме.

Название	Функция
REV	Вкл.: привод работает в обратном направлении.
	Выкл.: привод работает в прямом направлении.
ST2	См. <a href="#">Таблица 10.</a>

Таблица 8: Индикаторы работы

Название	Функция
WARN («ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ»)	Горит непрерывно при наличии предупреждения.
READY («ГОТОВ»)	Горит непрерывно, когда привод готов к работе.
FAULT («ОТКАЗ»)	Мигает при возникновении неисправности.

Таблица 9: Индикатор рабочего состояния

Название	Функция
RUN («ПУСК»)	Вкл.: привод в режиме нормальной работы.
	Выкл.: привод остановлен.
	Мигает: выполняется процесс остановки двигателя или привод получил команду <i>RUN</i> («ПУСК»), но не выдал частотный сигнал.

Таблица 10: Несколько установок индикатора

ST2	Выкл.	Вкл.	Мигает	Быстро мигает
Активная установка <sup>(1)</sup>	Установка 1	Установка 2	Установка 1	Установка 2
Программируемая установка <sup>(2)</sup>	Установка 1	Установка 2	Установка 2	Установка 1

<sup>1</sup> Выберите активную установку в параметре P6.6.1 «Активная установка».

<sup>2</sup> Выберите программируемую установку в параметре P6.6.2 «Программируемая установка».

### 3.5.5 Сдвижная дверца на клеммной крышке

Сдвижная дверца, представляющая собой защитную крышку порта RJ45, расположена на клеммной крышке привода. Если привод подключен к опциональной панели управления 2.0 OP2, которая может быть установлена на дверце шкафа, просто снимите сдвижную дверцу, чтобы убедиться в том, что клеммная крышка остается на приводе, и обеспечить безопасность эксплуатации.

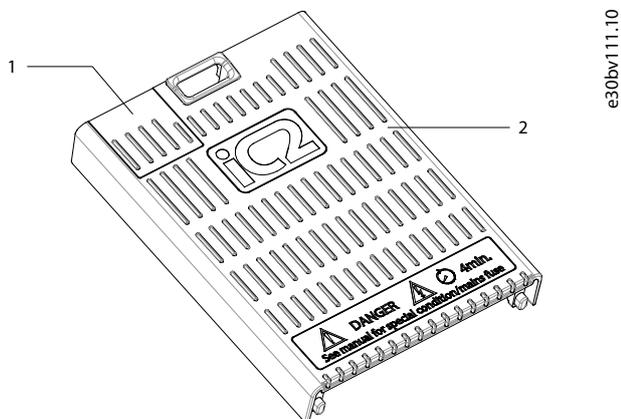


Рисунок 9: Сдвижная дверца на клеммной крышке

1	Сдвижная дверца
2	Клеммная крышка

#### Демонтаж

1. Снимите клеммную крышку с помощью отвертки, см. [3.5.1 Клеммы управления](#).
2. Нажмите отверткой на гнездо с внутренней стороны клеммной крышки, чтобы освободить сдвижную дверцу и выдвинуть ее наружу.

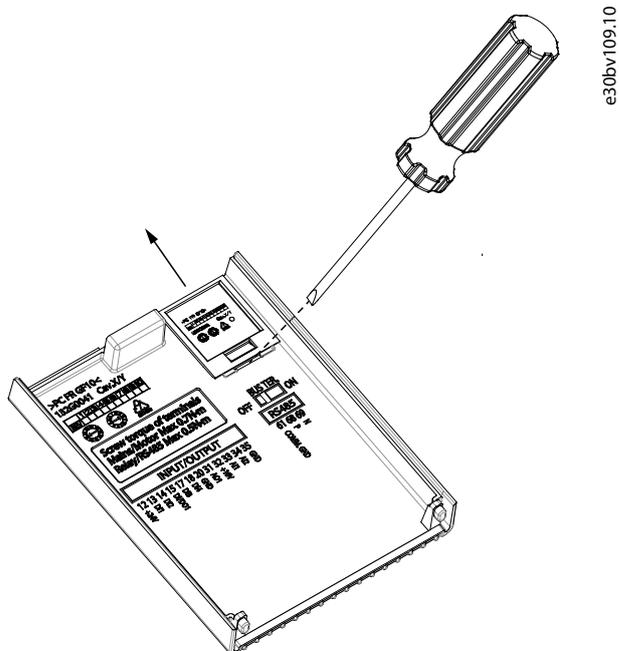
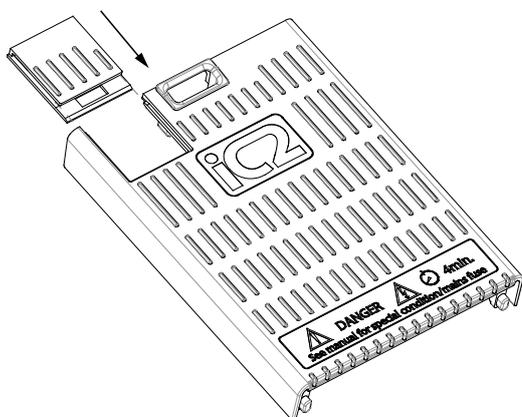


Рисунок 10: Демонтаж сдвижной дверцы

**Повторный монтаж**

1. Вставьте сдвижную дверцу в клеммную крышку.



e30bv110.10

Рисунок 11: Установка сдвижной дверцы

**3.6 Прикладное программное обеспечение****3.6.1 Краткое описание**

Прикладное программное обеспечение входит в стандартный комплект поставки изделий «iC2-Micro Frequency Converters». Функции этого ПО кратко описаны в следующих разделах:

- базовые функции;
- контроллеры;
- функции защиты;
- программные средства.

**3.6.2 Базовые функции**

Прикладное программное обеспечение включает в себя широкий спектр базовых функций, позволяющих управлять любым технологическим процессом с помощью привода iC2-Micro.

**3.6.2.1 Формирование задания**

Задания из нескольких источников, соответствующие потребностям управления технологическим процессом, можно определить по своему усмотрению.

Источники задания:

- аналоговые входы;
- цифровые входы, каждый в качестве импульсного входа;
- задание с полевой шины;
- внутренние настройки;
- местное задание с панели управления;
- встроенный потенциометр на панели управления.

Можно добавить сигналы задания для формирования задания в преобразователе частоты. Окончательное задание масштабируется в диапазоне –100–100 %.

**3.6.2.2 Два варианта установок**

Преобразователь частоты имеет два варианта установок. Настроить параметры каждого из вариантов установок можно отдельно, в соответствии с требованиями технологического процесса. Можно переключаться между вариантами установок во время эксплуатации, чтобы быстро реализовать изменения.

### 3.6.2.3 Параметры изменения скорости

Преобразователь частоты поддерживает линейное изменение скорости, синусоиду и две синусоиды. При линейном изменении скорости выполняется постоянное ускорение. Синусоидальные изменения скорости обеспечивают нелинейное ускорение с плавным переходом в начале и в конце процесса ускорения.

### 3.6.2.4 Быстрый останов

Иногда возникает необходимость быстро остановить технологический процесс. На такой случай привод поддерживает специальное время линейного замедления со скорости синхронного двигателя до 0 об/мин.

### 3.6.2.5 Ограничение направления вращения

Можно установить фиксированное направление вращения двигателя (по часовой стрелке или против часовой стрелки), чтобы предотвратить вращение в ненужном направлении.

### 3.6.2.6 Переключатель фазы двигателя

Если во время монтажа кабеля фазы двигателя были установлены в неправильном порядке, направление вращения можно изменить. Благодаря этому нет необходимости менять порядок расположения фаз двигателя.

### 3.6.2.7 Медленное перемещение в толчковом режиме

Преобразователь частоты имеет предустановленные настройки скорости для использования во время ввода в эксплуатацию, технического и сервисного обслуживания. Толчковый режим задается на предустановленной скорости.

### 3.6.2.8 Пропуск частоты

Во время работы можно пропустить определенные частоты двигателя. Эта функция помогает свести к минимуму и предотвратить механический резонанс оборудования, ограничивая вибрацию и шум.

### 3.6.2.9 Автоматический перезапуск

В случае незначительного отказа и отключения привод может выполнить автоматический перезапуск без ручного сброса. Это расширяет возможности автоматизированной работы систем с дистанционным управлением. Убедитесь в том, что при использовании автоматического перезапуска не возникнут опасные ситуации.

### 3.6.2.10 Пуск на ходу

Пуск на ходу позволяет приводу синхронизироваться со свободно вращающимся двигателем, перед тем как начать им управлять. Начало управления двигателем на его фактической скорости сводит к минимуму механические нагрузки на систему. Эта функция важна, например, при использовании в вентиляторах и центрифугах.

### 3.6.2.11 Пропадание напряжения сети

В случае пропадания напряжения сети, когда привод не может продолжать работу, можно выбрать заранее определенные действия, например отключение, остановку выбегом или выполнение управляемого замедления.

### 3.6.2.12 Возврат кинетической энергии, запасенной в нагрузке

Функция возврата кинетической энергии, запасенной в нагрузке, позволяет приводу сохранять контроль в случае, если в системе имеется достаточно энергии, например в форме инерции или при снижении нагрузки. Это позволяет осуществлять контролируемый останов машины.

### 3.6.2.13 Подавление резонанса

Высокочастотный резонанс в двигателе можно устранить путем подавления резонанса. Доступны как автоматическое, так и ручное подавление частоты.

### 3.6.2.14 Управление механическим тормозом

В таких устройствах, как простые подъемники, палетизаторы, стереоскопические склады и нисходящие конвейеры, механический тормоз используется для удержания груза в неподвижном состоянии, когда двигатель не управляется приводом или отключено питание.

Функция управления механическим тормозом обеспечивает плавный переход между механическим тормозом и двигателем, удерживающим нагрузку, путем управления активацией и деактивацией механического тормоза.

### 3.6.2.15 Контроллеры

Привод оснащен тремя контроллерами, что оптимизирует управление фактическим технологическим процессом. Контроллеры выполняют следующие функции:

- управление технологическим процессом;
- регулирование скорости в разомкнутом контуре;
- регулирование крутящего момента в разомкнутом контуре.

#### 3.6.2.15.1 Контроллер процесса

Контроллер процесса может управлять технологическим процессом, например в системе, где требуется постоянное давление, расход или температура. Сигнал обратной связи из установки подается на привод, передавая фактическое выходное значение. Контроллер обеспечивает согласование выходного сигнала с заданием, полученным при помощи функции регулирования скорости двигателя. Источник задания и сигналы обратной связи преобразуются и масштабируются в управляемые фактические значения.

#### 3.6.2.15.2 Контроллер скорости

Регулирование скорости в разомкнутом контуре обеспечивает точный контроль скорости вращения двигателя. В режиме разомкнутого контура (без внешнего сигнала обратной связи по скорости) нет необходимости во внешних датчиках, что делает установку и ввод в эксплуатацию очень простыми и устраняет риск повреждения датчиков.

#### 3.6.2.15.3 Контроллер крутящего момента

Встроенный контроллер крутящего момента обеспечивает оптимизированное управление крутящим моментом и поддерживает контроль в разомкнутом контуре.

### 3.6.3 Контроль ввода-вывода и показания

В зависимости от аппаратной конфигурации привод имеет цифровые и аналоговые входы, цифровые и аналоговые выходы, а также релейные выходы. Конфигурацию входов и выходов можно настроить, чтобы использовать их для управления технологическим процессом с помощью привода.

Все входы и выходы могут использоваться в качестве удаленных узлов ввода-вывода, поскольку все они адресуются по промышленной шине привода.

### 3.6.4 Функции управления двигателем

Система управления двигателем подходит для применения в широком спектре областей, от самых простых до требующих высокоэффективного управления двигателем.

#### 3.6.4.1 Типы двигателей

Привод поддерживает стандартные двигатели, такие как:

- асинхронные двигатели;
- двигатели с постоянными магнитами.

#### 3.6.4.2 Характеристики нагрузки

Поддерживаются различные характеристики нагрузки, соответствующие фактическим потребностям области применения.

- **Переменный крутящий момент:** типичная характеристика нагрузки вентиляторов и центробежных насосов, где нагрузка пропорциональна квадрату скорости.
- **Постоянный крутящий момент:** характеристика нагрузки, используемая в механизмах, где требуется крутящий момент во всем диапазоне скоростей. Типичными примерами применения являются конвейеры, экструдеры, декантеры, компрессоры и лебедки.

#### 3.6.4.3 Принцип управления двигателем

Принципы управления двигателем можно выбрать соответственно потребностям области применения:

- управление U/f для специальных функций контроля;
- управление VVC+ для решения задач общего назначения.

### 3.6.4.4 Паспортная табличка двигателя и каталог

Ориентировочные характеристики двигателя для конкретного привода задаются на заводе-изготовителе, что позволяет использовать его с большинством двигателей. В процессе ввода в эксплуатацию в настройки привода вводятся фактические характеристики двигателя, что позволяет оптимизировать управление двигателем.

### 3.6.4.5 Автоматическая адаптация двигателя (ААД)

Автоматическая адаптация двигателя (ААД) оптимизирует параметры двигателя для улучшения характеристик вала. На основании данных паспортной таблички и показателей измерений остановленного двигателя ключевые параметры двигателя перерасчитываются и используются для точной настройки алгоритма управления двигателем.

### 3.6.4.6 Автоматическая оптимизация энергопотребления (АОЭ)

Функция автоматической оптимизации энергопотребления (АОЭ) оптимизирует управление, снижая энергопотребление в точке приложения нагрузки.

## 3.6.5 Торможение нагрузки

При торможении двигателя, управляемого приводом, можно использовать различные функции. Выбор функции зависит от области применения и необходимой скорости остановки.

### 3.6.5.1 Резисторное торможение

При необходимости быстрого или длительного торможения обычно используется привод с тормозным прерывателем. Избыточная энергия, генерируемая двигателем во время торможения, рассеивается в подключенном тормозном резисторе. Эффективность торможения зависит от номинальной мощности привода и выбранного тормозного резистора.

### 3.6.5.2 Контроль перенапряжения (OVC)

Если время торможения не является критически важным или нагрузка имеет переменное значение, то для контроля останова используется функция контроля перенапряжения (OVC). Если торможение в течение заданного периода замедления невозможно, привод увеличивает время замедления. Эту функцию не следует использовать в подъемных механизмах, системах с высокой инерцией и в тех случаях, когда требуется длительное торможение.

### 3.6.5.3 Торможение постоянным током

На низкой скорости торможение двигателя можно улучшить с помощью функции торможения постоянным током. Она добавляет небольшой постоянный ток поверх переменного тока, немного увеличивая тормозную способность.

### 3.6.5.4 Торможение переменным током

Торможение переменным током поддерживается только для асинхронных двигателей и может применяться в системах с нециклической эксплуатацией двигателя для сокращения времени торможения. Избыточная энергия рассеивается за счет увеличения потерь в двигателе во время торможения.

### 3.6.5.5 Удержание постоянным током

Удержание постоянным током обеспечивает ограниченный удерживающий крутящий момент ротора во время остановки.

### 3.6.5.6 Распределение нагрузки

В некоторых случаях для управления оборудованием одновременно используются два или более привода. Если один из приводов выполняет торможение двигателя, избыточная энергия может подаваться в цепь постоянного тока привода, который приводит двигатель в движение, и общее энергопотребление снижается. Эта функция полезна, например, в декантерных центрифугах и чесальных машинах, где привод меньшего типоразмера работает в режиме генератора.

## 3.6.6 Функции защиты

### 3.6.6.1 Защита сети

Привод защищает электросеть от состояний, которые могут нарушить бесперебойную работу.

Сеть контролируется на предмет асимметрии напряжения питания и потери фазы. Если асимметрия превышает внутренние пределы, выдается предупреждение и пользователь может предпринять необходимые действия.

В случае пониженного напряжения или перенапряжения в сети привод выдает предупреждение и останавливает работу, если ситуация не меняется или выходит за критические пределы.

### 3.6.6.2 Функции защиты привода

Во время работы осуществляются контроль и защита привода.

Встроенные датчики измеряют фактическую температуру и предоставляют необходимую информацию для защиты привода. Если температура превышает номинальные температурные условия, применяется снижение номинальных характеристик. Если температура выходит за пределы допустимого рабочего диапазона, привод прекращает работу.

Ток двигателя непрерывно контролируется на всех трех фазах. В случае короткого замыкания между двумя фазами или замыкания на землю привод обнаружит это и немедленно выключится. Если во время работы выходной ток превышает номинальные значения в течение более длительных периодов, чем разрешено, привод останавливается и выдает аварийный сигнал перегрузки.

Напряжение в цепи постоянного тока привода контролируется. Если он превышает критические уровни, выдается предупреждение и привод останавливается. Если ситуация не устранена, привод выдает аварийный сигнал.

### 3.6.6.3 Функции защиты двигателя

Привод имеет различные функции защиты двигателя и технологического процесса.

Измерение выходного тока предоставляет информацию для защиты двигателя. Можно выявлять перегрузку по току, короткое замыкание, замыкание на землю и потерю фазы двигателя, чтобы запустить защитные функции.

Контроль предельных значений скорости, тока и крутящего момента обеспечивает дополнительную защиту двигателя и системы.

Защитная блокировка ротора гарантирует, что привод не запустится при заблокированном роторе двигателя.

Тепловая защита двигателя функционирует путем расчета температуры двигателя на основании фактической нагрузки или при помощи внешних датчиков температуры, например РТС.

### 3.6.6.4 Защита подключенных внешних компонентов

Имеется возможность контролировать внешние опциональные компоненты, такие как тормозные резисторы.

Тормозные резисторы контролируются на предмет тепловой перегрузки, короткого замыкания и отсутствия соединения.

### 3.6.6.5 Автоматическое снижение номинальных характеристик

Автоматическое снижение номинальных характеристик привода позволяет продолжать работу даже в случае нарушения номинальных условий эксплуатации. Типичными факторами, влияющими на это, являются температура, высокое напряжение в цепи постоянного тока, высокая нагрузка на двигатель и работа с частотой, близкой к 0 Гц. Снижение номинальных характеристик обычно реализуется в форме снижения частоты коммутации или изменения метода коммутации, что приводит к снижению тепловых потерь.

## 3.6.7 Функции контроля

Привод оснащен различными функциями контроля, которые предоставляют информацию об условиях эксплуатации, состоянии сети, а также исторические данные о приводе. Доступ к этой информации помогает анализировать условия эксплуатации и выявлять неисправности.

### 3.6.7.1 Мониторинг скорости

Во время работы можно контролировать скорость двигателя. Когда скорость выходит за минимальный или максимальный предел, пользователь получает уведомление и может предпринять необходимые действия.

### 3.6.7.2 Журнал событий и эксплуатационные счетчики

Журнал событий обеспечивает доступ к последним зарегистрированным неисправностям, предоставляя информацию для анализа того, что произошло в приводе.

Эксплуатационные счетчики предоставляют информацию об использовании привода. Примеры выводимых на дисплей показаний: время работы, израсходованные кВт·ч, количество включений питания, случаев перенапряжения и перегрева.

## 3.6.8 Программные средства

MyDrive® Insight — это программное средство для ввода в эксплуатацию, проектирования и мониторинга приводов. MyDrive® Insight можно использовать для настройки параметров, обновления программного обеспечения и функций настройки.

## 3.7 Функции торможения

### 3.7.1 Механический удерживающий тормоз

Механический удерживающий тормоз, устанавливаемый непосредственно на валу двигателя, обычно выполняет статическое торможение.

## УВЕДОМЛЕНИЕ

Если удерживающий тормоз включен в цепь безопасности, привод не может обеспечить безопасное управление механическим тормозом.

- В полную схему установки должна быть включена цепь избыточности для управления тормозом.

### 3.7.2 Динамическое торможение

Динамическое торможение обеспечивается следующими функциями.

- Резисторное торможение: тормозной IGBT поддерживает перенапряжение ниже определенного порога путем направления энергии торможения от двигателя к подключенному тормозному резистору (*параметр P3.2.1 «Включить тормозной прерыватель» = [1] «Включить»*). Настройте пороговое значение в *параметре P3.2.2 «Снижение напряжения тормозного прерывателя»* с диапазоном 70 В для 3 x 380–480 В.
- Торможение переменным током: энергия торможения распределяется в двигателе путем изменения состояний потерь в двигателе. Функцию торможения переменным током нельзя использовать при высокой частоте циклических операций, поскольку это приводит к перегреву двигателя (*параметр P3.2.1 «Включить тормозной прерыватель» = [1] «Включить»*).
- Торможение постоянным током: постоянный ток со сверхмодуляцией, добавляемый к переменному току, действует в качестве вихретокового тормоза (*параметр P5.7.3 «Время торможения постоянным током» ≠ 0 с*).

### 3.7.3 Выбор тормозного резистора

#### 3.7.3.1 Введение

Тормозной резистор необходим для рассеивания повышенной мощности, выделяемой при торможении в генераторном режиме. Применение тормозного резистора обеспечивает поглощение тепла тормозным резистором, а не приводом.

Если кинетическая энергия, передаваемая на резистор в каждом интервале торможения, неизвестна, среднюю мощность можно рассчитать на основе времени цикла и времени торможения. Прерывистый рабочий цикл резистора показывает интервал времени, в течение которого резистор включен. Типичный цикл торможения представлен на [Рисунок 12](#).

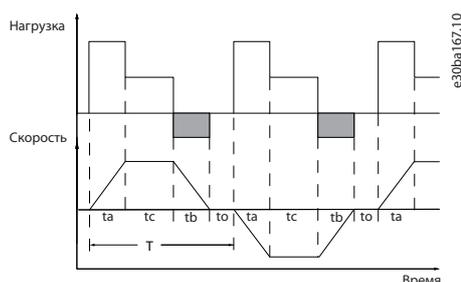


Рисунок 12: Типичный цикл торможения

Прерывистый рабочий цикл для резистора рассчитывается следующим образом.

$$\text{Рабочий цикл} = t_b / T$$

$t_b$  — время торможения в секундах.

$T$  = время цикла в секундах.

Таблица 11: Торможение при высоком уровне перегрузки по моменту

Диапазон мощности: 0,37–22 кВт (0,5–30 л. с.) 3 x 380–480 В	
Время цикла (с)	120
Рабочий цикл торможения при 100 %-ном крутящем моменте	Непрерывный
Рабочий цикл торможения при повышенном крутящем моменте (150/160 %)	40 %

Компания Danfoss предлагает тормозные резисторы с рабочим циклом 10 % и 40 %. Если используется 10 %-ный рабочий цикл, тормозные резисторы поглощают мощность торможения в течение 10 % времени цикла. Остальные 90 % времени цикла используются для рассеяния избыточного тепла.

## У В Е Д О М Л Е Н И Е

Убедитесь, что резистор подходит для требуемого времени торможения.

### 3.7.3.2 Расчет тормозного сопротивления

Максимально допустимая нагрузка на тормозной резистор определяется пиковой мощностью при заданном прерывистом рабочем цикле и может быть вычислена следующим образом.

$$R_{\text{торм.}} [\text{Ом}] = \frac{U_{\text{пост. тока, торм.}}^2 \times 0,83}{P_{\text{пик.}}}$$

где

$$P_{\text{пик.}} = P_{\text{двиг.}} \times M_{\text{торм.}} [\%] \times \eta_{\text{двиг.}} \times \eta_{\text{VLT}} [\text{Вт}]$$

Как показано в формуле, тормозное сопротивление зависит от напряжения в цепи постоянного тока ( $U_{\text{пост. тока}}$ ).

Таблица 12: Порог тормозного сопротивления

Размер	Тормоз активен $U_{\text{пост. тока, торм.}}$	Предупреждение перед отключением	Отключение (защитное)
3 x 380–480 В	770 В	800 В	800 В

Порог можно регулировать в параметре P3.2.2 «Снижение напряжения тормозного прерывателя» с диапазоном 70 В.

## У В Е Д О М Л Е Н И Е

Чем больше величина уменьшения, тем быстрее реакция на перегрузку генератора. Применяется только в том случае, когда имеются проблемы с перенапряжением в цепи постоянного тока.

## У В Е Д О М Л Е Н И Е

Убедитесь в том, что тормозной резистор выдерживает напряжение 800 В.

### 3.7.3.3 Расчет тормозного сопротивления, рекомендуемого Danfoss

Danfoss рекомендует рассчитывать тормозное сопротивление  $R_{\text{рек.}}$  по следующей формуле. Рекомендуемое тормозное сопротивление гарантирует, что привод будет способен к торможению при наибольшем тормозном моменте ( $M_{\text{торм.}(\%)}$ ) 150 %.

$$R_{\text{рек.}} [\text{Ом}] = \frac{U_{\text{пост. тока}}^2 \times 100 \times 0,83}{P_{\text{двиг.}} \times M_{\text{торм.}(\%)} \times \eta_{\text{VLT}} \times \eta_{\text{двиг.}}}$$

$\eta_{\text{двиг.}}$  обычно составляет 0,80 ( $\leq 7,5$  кВт/10 л. с.); 0,85 (11–22 кВт/15–30 л. с.).

$\eta_{\text{VLT}}$  обычно составляет 0,97.

Для iC2-Micro Frequency Converters  $R_{\text{рек.}}$  при тормозном моменте 150 % записывается как:

$$480 \text{ В} : R_{\text{рек.}} = \frac{396349}{P_{\text{двиг.}}} [\text{Ом}]$$

для приводов с выходной мощностью на валу  $\leq 7,5$  кВт (10 л. с.).

$$480В : R_{рек.} = \frac{397903}{P_{двиг.}} [Ом]$$

для приводов с выходной мощностью на валу 11–22 кВт (15–30 л. с.).

### У В Е Д О М Л Е Н И Е

Сопротивление тормозного резистора не должно превышать значение, рекомендованное Danfoss. Для тормозных резисторов с более высоким омическим сопротивлением тормозной момент может не достигать 150 %, поскольку привод может отключиться из соображений безопасности. Сопротивление должно превышать  $R_{мин.}$

### У В Е Д О М Л Е Н И Е

Если в тормозном транзисторе возникнет короткое замыкание, то мощность рассеивания в тормозном резисторе можно предотвратить с помощью сетевого выключателя или контактора, чтобы отключить привод от сети. Привод может управлять контактором.

### У В Е Д О М Л Е Н И Е

Тормозной резистор может нагреться во время торможения — не прикасайтесь к нему. Во избежание пожара тормозной резистор следует размещать в безопасном окружении.

#### 3.7.4 Управление с помощью функции торможения

Тормоз защищен от короткого замыкания тормозного резистора, а тормозной транзистор контролируется с целью обнаружения короткого замыкания. Для защиты тормозного резистора от перегрузки, вызванной неисправностью привода, можно использовать релейный/цифровой выход.

Кроме того, тормоз обеспечивает возможность вывода на дисплей значений мгновенной мощности и средней мощности за последние 120 с. Тормоз может также контролировать подачу мощности и предотвращать ее выход за предел, установленный в параметре P3.3.3 «Предел мощности тормозного резистора».

### ⚠ П Р Е Д У П Р Е Ж Д Е Н И Е ⚠

Контроль мощности тормоза не является функцией безопасности. Для предотвращения превышения предельного значения мощности торможения требуется термовыключатель. Цепь тормозного резистора не защищена от утечки на землю.

Вместо функции торможения можно с помощью параметра P2.3.1 «Включить контроллер перенапряжения» выбрать контроль перенапряжения (OVC) (единственный тормозной резистор). Данная функция активна для всех блоков. Функция дает возможность избежать отключения при возрастании напряжения в цепи постоянного тока. Это достигается путем увеличения выходной частоты с целью ограничения напряжения, поступающего из цепи постоянного тока. Эта функция полезна, например, если время замедления слишком мало для предотвращения отключения привода. В этом случае время замедления увеличивается.

### У В Е Д О М Л Е Н И Е

OVC (контроль перенапряжения) можно включить при работающем двигателе с постоянными магнитами (когда в параметре P4.2.1.1 «Тип двигателя» установлено значение [1] «PM, неявнополюсной с постоянными магнитами»).

## 4 Технические характеристики

### 4.1 Электрические характеристики

#### 4.1.1 Питание от сети 1 x 200–240 В пер. тока

Таблица 13: Питание от сети 1 x 200–240 В пер. тока

Нормальная перегрузка 150 % в течение 1 мин				
Привод	02A2	04A2	06A8	09A6
Типичная выходная мощность на валу [кВт]	0,37	0,75	1,5	2,2
Типичная выходная мощность на валу [л. с.]	0,5	1,0	2,0	3,0
Класс защиты корпуса IP20	MA01c	MA01c	MA02c	MA02a
Выходной ток				
Непрерывный (3 x 200–240 В пер. тока) [A]	2,2	4,2	6,8	9,6
Прерывистый (3 x 200–240 В пер. тока) [A]	3,3	6,3	10,2	14,4
Макс. размер кабеля				
(сеть, двигатель) [мм <sup>2</sup> /AWG]	4/10			
Максимальный входной ток				
Непрерывный (1 x 200–240 В) [A]	6,1	11,6	18,7	26,4
Прерывистый (1 x 200–240 В) [A]	8,3	15,6	26,4	37
Окружение				
Потери мощности [Вт] <sup>(1)</sup>	16	31	46	61
КПД [%] <sup>(1)</sup>	97,5	97,6	97,6	97,9

<sup>1</sup> Это значение измеряется при 100 % номинального тока, создающего крутящий момент, и 90 % номинальной частоты статора двигателя согласно IEC 61800-9-2 и EN 50598-2.

#### 4.1.2 Питание от сети 3 x 380–480 В пер. тока

Таблица 14: Питание от сети 3 x 380–480 В пер. тока, MA01a–MA02a

Нормальная перегрузка 150 % в течение 1 мин						
Привод	01A2	02A2	03A7	05A3	07A2	09A0
Типичная выходная мощность на валу [кВт]	0,37	0,75	1,5	2,2	3,0	4,0
Типичная выходная мощность на валу [л. с.]	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,5
Класс защиты корпуса IP20	MA01a	MA01a	MA01a	MA02a	MA02a	MA02a
Выходной ток						
Непрерывный (3 x 380–440 В) [A]	1,2	2,2	3,7	5,3	7,2	9,0
Прерывистый (3 x 380–440 В) [A]	1,8	3,3	5,6	8,0	10,8	13,7
Непрерывный (3 x 440–480 В) [A]	1,1	2,1	3,4	4,8	6,3	8,2

Прерывистый (3 x 440–480 В) [A]	1,7	3,2	5,1	7,2	9,5	12,3
<b>Макс. размер кабеля</b>						
(сеть, двигатель) [мм <sup>2</sup> /AWG]	4/10					
<b>Максимальный входной ток</b>						
Непрерывный (3 x 380–440 В) [A]	1,9	3,5	5,9	8,5	11,5	14,4
Прерывистый (3 x 380–440 В) [A]	2,6	4,7	8,7	12,6	16,8	20,2
Непрерывный (3 x 440–480 В) [A]	1,7	3,0	5,1	7,3	9,9	12,4
Прерывистый (3 x 440–480 В) [A]	2,3	4,0	7,5	10,8	14,4	17,5
<b>Окружение</b>						
Потери мощности [Вт] <sup>(1)</sup>	17	25	34	48	58	74
КПД [%] <sup>(1)</sup>	97,3	97,8	98,0	98,3	98,5	98,3

<sup>1</sup> Это значение измеряется при 100 % номинального тока, создающего крутящий момент, и 90 % номинальной частоты статора двигателя согласно IEC 61800-9-2 и EN 50598-2.

## 4.2 Общие технические данные

### 4.2.1 Средства и функции защиты

- Электронная тепловая защита электродвигателя от перегрузки.
- Контроль температуры радиатора обеспечивает отключение привода в случае перегрева.
- Привод защищен от короткого замыкания клемм электродвигателя U, V, W.
- При потере фазы двигателя привод отключается и сигнализирует о неисправности.
- При потере фазы сети питания привод отключается или выдает предупреждение (в зависимости от нагрузки).
- Контроль напряжения в цепи постоянного тока обеспечивает отключение привода при значительном понижении или повышении напряжения в цепи постоянного тока.
- Привод защищен от короткого замыкания на землю клемм электродвигателя U, V, W.

### 4.2.2 Сторона сети

Таблица 15: Питание от сети

Функция	Данные
Напряжение питания	1 x 200–240 В пер. тока ± 10 %, –15 % при сниженном крутящем моменте, в зависимости от типа двигателя.
	3 x 380–480 В пер. тока ± 10 %, –15 % при сниженном крутящем моменте, в зависимости от типа двигателя.
Типы сети	TN, TT, IT, заземленные сети с топологией «треугольник». Подробнее см. в гл. <a href="#">7.3.1 Типы сети</a> . Подробнее о параметрах типа сети см. в руководстве по применению.
Частота сети	50/60 Гц ± 5 %
Максимальная кратковременная асимметрия фаз сети питания	3 % от номинального напряжения, в зависимости от импеданса сети.
Коэффициент активной мощности (λ)	≥ 0,9 номинального значения при номинальной нагрузке

Функция	Данные
Коэффициент реактивной мощности	Около 1 (> 0,98)
Включение входного питания от разряженного привода	MA01a–MA03a: не более двух раз в минуту
	MA04a–MA05a: не более одного раза в минуту
Окружение	Категория по перенапряжению III/степень загрязнения 2

### 4.2.3 Выходная мощность и другие характеристики двигателя

Таблица 16: Выходная мощность двигателя (U, V, W)

Функция	Данные
Выходное напряжение	0–100 % напряжения питания
Выходная частота <sup>(1)</sup>	Асинхронный двигатель <ul style="list-style-type: none"> <li>0–200 Гц (режим VVC+)</li> <li>0–500 Гц (режим U/f)</li> </ul> Двигатель с постоянными магнитами (PM) <ul style="list-style-type: none"> <li>0–400 Гц (режим VVC+)</li> </ul>
Разрешение по частоте	0,001 Гц
Частота коммутации выходного напряжения	±0,003 Гц

<sup>1</sup> Зависит от напряжения, тока и режима управления.

### 4.2.4 Характеристики крутящего момента

Таблица 17: Характеристики крутящего момента

Функция	Данные
Перегрузка по моменту	150 % в течение 60 с каждые 10 мин
Перегрузка по моменту при запуске	200 % в течение 1 с
Время нарастания крутящего момента (VVC+)	50 мс

### 4.2.5 Входы и выходы управления

В этой главе описаны общие технические характеристики входов и выходов управления.

Стандартная конфигурация изделий «iC2-Micro Frequency Converters»:

- четыре цифровых входа;
- один цифровой вход/выход (цифровой вход или выход выбирается пользователем);
- два аналоговых входа (напряжение или ток);
- один аналоговый выход (ток);
- один релейный выход (НЗ/НО);
- задание 24 В и 10 В для цифрового и аналогового входа/выхода.

Все входы и выходы управления имеют гальваническую развязку от напряжения питания и других высоковольтных клемм с использованием защитного сверхнизкого напряжения, если не указано иное.

#### 4.2.5.1 Цифровой и импульсный вход

Входы и выходы управления гальванически изолированы от напряжения питания и других высоковольтных клемм с использованием защитного сверхнизкого напряжения, если не указано иное.

Таблица 18: Цифровой и импульсный вход

Функция		Данные
Номер клеммы		T13, T14, T15 <sup>(1)</sup> T17 и T18 <sup>(2)</sup>
Цифровой вход	Логика	Возможность выбора PNP или NPN
	Уровни напряжения	0/24 В
	PNP	<ul style="list-style-type: none"> <li>0: &lt; 5 В пост. тока</li> <li>1: &gt; 11 В пост. тока</li> </ul>
	NPN	<ul style="list-style-type: none"> <li>0: &gt; 19 В пост. тока</li> <li>1: &lt; 13 В пост. тока</li> </ul>
	Максимально допустимое напряжение	28 В пост. тока
	Входное сопротивление	Приблизительно 4 кОм
Вход термистора	PTC <sup>(3)</sup>	Согласно DIN 44081/DIN 44082
Импульсный вход	Диапазон частоты повторения импульсов	4 Гц – 32 кГц
	Минимальный рабочий цикл	40 %
	Точность	1 % от полной шкалы

<sup>1</sup> T15 можно выбрать в качестве цифрового входа, цифрового выхода или импульсного выхода. Установка по умолчанию в качестве цифрового входа.

<sup>2</sup> T18 также можно использовать в качестве импульсного входа.

<sup>3</sup> Для соответствия требованиям защитного сверхнизкого напряжения требуется внешняя изоляция датчика.

#### 4.2.5.2 Цифровой и импульсный выход

Входы и выходы управления гальванически изолированы от напряжения питания и других высоковольтных клемм с использованием защитного сверхнизкого напряжения, если не указано иное.

Таблица 19: Цифровой и импульсный выход

Функция		Данные
Номер клеммы		T15 <sup>(1)</sup>
Цифровой выход (24 В)	Уровень напряжения	0/24 В
	Максимальная выходная нагрузка (приемник/источник)	40 мА
	Диапазон частот — импульсный выход	4 Гц – 32 кГц
	Максимальная нагрузка	1 кОм
	Максимальная емкостная нагрузка при максимальной частоте	10 нФ
	Точность импульсного выхода	0,1 % от полной шкалы
	Разрешающая способность импульсного выхода	10 бит

<sup>1</sup> T15 можно выбрать в качестве цифрового входа, цифрового выхода или импульсного выхода. Установка по умолчанию в качестве цифрового входа.

### 4.2.5.3 Аналоговый вход

Входы и выходы управления гальванически изолированы от напряжения питания и других высоковольтных клемм с использованием защитного сверхнизкого напряжения, если не указано иное.

Таблица 20: Аналоговый вход

Функция	Данные
Номер клеммы	T33 и T34
Режим входа	Ток или напряжение <sup>(1)</sup>
Режим напряжения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Диапазон напряжения: 0–10 В (масштабируемый)</li> <li>• Входной импеданс: 10 кОм</li> <li>• Максимальное напряжение: +20/–12 В</li> </ul>
Режим тока	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Диапазон тока: 0/4–20 мА (масштабируемый)</li> <li>• Входной импеданс: 200 Ом</li> <li>• Максимальный ток: 30 мА</li> </ul>
Разрешение	0,1 % от полной шкалы
Точность	1 % от полной шкалы
Полоса частот	100 Гц

<sup>1</sup> Выбор осуществляется в программном обеспечении. Подробнее см. в руководстве по применению.

### 4.2.5.4 Аналоговый выход

Входы и выходы управления гальванически изолированы от напряжения питания и других высоковольтных клемм с использованием защитного сверхнизкого напряжения, если не указано иное.

Таблица 21: Аналоговый выход

Функция	Данные
Номер клеммы	T31
Выходной диапазон: ток	0/4–20 мА
Резистор максимальной нагрузки на GND	500 Ом
Разрешение	0,1 % от полной шкалы
Точность	1 % от полной шкалы

### 4.2.5.5 Релейный выход

Реле изолированы защитным сверхнизким напряжением от напряжения питания, других высоковольтных клемм и управления низким напряжением.

Таблица 22: Релейный выход

Функция	Данные
Номер клеммы	01, 02 и 03
Настройка реле	SPDT (НО/НЗ)
Максимальная нагрузка на клеммах (AC-1): резистивная нагрузка	250 В пер. тока, 2 А
Максимальная нагрузка на клеммах (AC-15): индуктивная нагрузка при $\cos\phi = 0,4$	250 В пер. тока, 0,2 А

Функция	Данные
Максимальная нагрузка на клеммах (DC-1): резистивная нагрузка	30 В пост. тока, 2 А
Максимальная нагрузка на клеммах (DC-13): индуктивная нагрузка	24 В пост. тока, 0,1 А
Минимальная нагрузка	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 24 В пост. тока, 10 мА</li> <li>• 24 В пер. тока, 20 мА</li> </ul>

#### 4.2.5.6 Вспомогательное напряжение

Вспомогательные выходы напряжения используются в качестве опорных сигналов для аналоговых и цифровых входов.

Таблица 23: Вспомогательное напряжение

Функция	Данные	
Выход 10 В	Выходное напряжение	+10,5 В ± 0,5 В
	Максимальная нагрузка	25 мА
Выход 24 В	Выходное напряжение	+24 В ± 20 %
	Максимальная нагрузка	100 мА

#### 4.2.6 Интерфейс последовательной связи RS485 (связь с помощью телеграмм)

Таблица 24: Интерфейс последовательной связи RS485 (связь с помощью телеграмм)

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

Подробнее о функциях обмена данными через интерфейс RS485 и настройке его конфигурации см. в руководстве по применению iC2-Micro Frequency Converters.

#### 4.2.7 Условия окружающей среды

Изделия «iC2-Micro Frequency Converters» предназначены для установки и эксплуатации в защищенных от атмосферных воздействий условиях. Доступные классы защиты:

- IP20/открытый тип;
- IP21/UL, тип 1 (комплект для переоборудования в IP21/тип 1 в качестве опции).

Среды, используемые в качестве образца для критериев проектирования, описаны в стандартах IEC 60721-3-1:2019, IEC 60721-3-2:2018 и IEC 60721-3-3:2019, если не указано иное.

Описаны условия:

- хранения (см. [4.2.7.1 Условия окружающей среды при хранении](#));
- транспортировки (см. [4.2.7.2 Условия окружающей среды при транспортировке](#));
- эксплуатации (см. [4.2.7.3 Условия окружающей среды при эксплуатации](#)).

##### 4.2.7.1 Условия окружающей среды при хранении

Таблица 25: Условия окружающей среды при хранении

Функция	Данные
Температура окружающей среды	-25 – +65 °C (-13 – +149 °F)
Климатические условия	1K21, не более 95 % без конденсации

Функция	Данные
Химически активные вещества	1C2
Твердые частицы (только непроводящие частицы/пыль)	1S11
Вибрация	1M11
Ударное воздействие	1M11
Биологическая среда	1B1

#### 4.2.7.2 Условия окружающей среды при транспортировке

Таблица 26: Условия окружающей среды при транспортировке

Функция	Данные
Температура окружающей среды	-25 – +70 °C (-13 – +158 °F)
Климатические условия	2K11, не более 95 % без конденсации
Химически активные вещества	2C2
Твердые частицы (только непроводящие частицы или пыль)	2S5
Вибрация	2M5
Ударное воздействие	2M4
Биологическая среда	2B1

#### 4.2.7.3 Условия окружающей среды при эксплуатации

Таблица 27: Условия окружающей среды при эксплуатации

Функция	Данные
Температура окружающей среды	-10 – +50 °C (14 – +122 °F)
	Со снижением номинальных характеристик: -20 – +55 °C (-4 – +131 °F)
Климатические условия	3K22, не более 95 % без конденсации <sup>(1)</sup>
Химически активные вещества	С3
Твердые частицы (непроводящие частицы/пыль)	3S6
Вибрация	3M11
Ударное воздействие	3M11
Биологическая среда	3B1

Функция	Данные
Максимальная высота над уровнем моря	Без снижения номинальных характеристик: 1000 м (3280 футов)
	Со снижением номинальных характеристик: 1000–3000 м (3280–9243 фута) со снижением номинальных характеристик на 1 %/100 м (328 футов).
	Если высота монтажа превышает 2000 м (6562 фута) над уровнем моря, обратитесь на горячую линию Danfoss относительно требований к защитному сверхнизкому напряжению.

<sup>1</sup> Во избежание конденсации скорость изменения температуры не должна превышать 0,1 °C/мин (0,18 °F/мин).

### 4.3 Предохранители и автоматические выключатели

Для надежной защиты монтажного кабеля и привода следует использовать предохранители и (или) автоматические выключатели. В случае короткого замыкания предохранители и автоматические выключатели защищают силовую кабель и ограничивают повреждение привода и подключенных к нему компонентов.

При использовании автоматических выключателей учитывайте ограничение мощности короткого замыкания источника питания и следуйте инструкциям производителя по установке. Номинал тока короткого замыкания должен соответствовать значениям, указанным в [Таблица 28](#).

Чтобы обеспечить соответствие действующим нормам, соблюдайте рекомендации по предохранителям и автоматическим выключателям. Несоблюдение рекомендаций может привести к аннулированию гарантии при возникновении проблемы. Для получения более подробной информации обратитесь в Danfoss.

Таблица 28: Предохранители и автоматические выключатели

iC2-Micro	Без шкафа				Шкаф				
	Предохранители UL				Предохранители CE	Автоматический выключатель UL	Автоматический выключатель CE	Размер испытательного шкафа [высота x ширина x глубина] [мм (дюйм)]	Минимальный объем шкафа [л]
кВт (л. с.)	RK1	T	J	CC	gG	ABB MS165, максимальный уровень срабатывания	Eaton PKZM4, максимальный уровень срабатывания		
Стандартный ток короткого замыкания SCCR	5 кА	5 кА			5 кА	5 кА	5 кА	500 x 400 x 260 (19,7 x 15,7 x 10,2)	52
Высокий ток короткого замыкания SCCR	–	100 кА			–	65 кА	–		
<b>1 x 200–240 В</b>									
0,37 (0,5)	25 А				25 А	25 А	25 А	500 x 400 x 260 (19,7 x 15,7 x 10,2)	52
0,75 (1,0)									
1,5 (2,0)	35 А				35 А	32 А	32 А		
2,2 (3,0)	40 А				50 А	42 А	50 А		
<b>3 x 380–480 В</b>									
0,37 (0,5)	15 А				16 А	16 А	16 А	500 x 400 x 260 (19,7 x 15,7 x 10,2)	52
0,75 (1,0)									

1,5 (2,0)						
2,2 (3,0)	30 A	40 A	32 A	32 A		
3,0 (4,0)						
4,0 (5,5)						

#### 4.4 Разъемы питания

Чтобы обеспечить надлежащую работу, выбирайте провода подходящего сечения, соблюдайте длину зачистки и моменты затяжки.

Размеры относятся как к сплошным, так и к многожильным кабелям. Приводы рассчитаны на использование медных кабелей с номиналом 70 °C (158 °F). Если не указано иное, температура окружающей среды привода соответствует номинальным характеристикам кабеля. Можно использовать алюминиевые кабели с сечением от 35 мм<sup>2</sup>. Для того чтобы обеспечить надлежащее соединение, удалите оксидный слой и нанесите шовный герметик.

### У В Е Д О М Л Е Н И Е

При использовании кабеля с максимально допустимым поперечным сечением требуется больше усилий во время монтажа.

Таблица 29: Размеры силового кабеля

Размер корпуса	Клемма	Поперечное сечение [мм <sup>2</sup> (AWG)]	Усилие при затяжке [Н·м (фунт-дюйм)]	Длина зачистки [мм (дюйм)]	Тип разъема	Тип винта/проушины
MA01c	Подключение сети, двигателя и источника постоянного тока	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Клеммная коробка	Гнездо
	Устанавливаемое заказчиком реле	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Клеммная коробка	Гнездо
MA02c	Подключение сети, двигателя и источника постоянного тока	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Клеммная коробка	Гнездо
	Устанавливаемое заказчиком реле	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Клеммная коробка	Гнездо
MA01a	Сеть и двигатель	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Клеммная коробка	Гнездо
	Подключение постоянного тока	2,1–5,3 (14–10)	–	6–7 (0,24–0,28)	Прямые гнездовые части	–
	Устанавливаемое заказчиком реле	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Клеммная коробка	Гнездо
MA02a	Сеть и двигатель	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Клеммная коробка	Гнездо
	Тормоз <sup>(1)</sup> и подключение постоянного тока	2,1–5,3 (14–10)	–	6–7 (0,24–0,28)	Прямые гнездовые части	–
	Устанавливаемое заказчиком реле	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Клеммная коробка	Гнездо

Размер корпуса	Клемма	Поперечное сечение [мм <sup>2</sup> (AWG)]	Усилие при затяжке [Н·м (фунт-дюйм)]	Длина зачистки [мм (дюйм)]	Тип разъема	Тип винта/проушины
MA03a	Сеть и двигатель	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Клеммная коробка	Гнездо
	Подключение тормоза и постоянного тока	2,1–5,3 (14–10)	–	6–7 (0,24–0,28)	Прямые гнездовые части	–
	Устанавливаемое заказчиком реле	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Клеммная коробка	Гнездо
MA04a	Питающая сеть	0,5–16 (22–6)	1,2 (10,6)	12–13 (0,47–0,51)	Клеммная коробка	Гнездо
	Подключение двигателя, тормоза и источника постоянного тока	0,5–16 (20–6)	1,2 (10,6)	12–15 (0,47–0,59)	Клеммная коробка	Гнездо
	Устанавливаемое заказчиком реле	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Клеммная коробка	Гнездо
MA05a	Питающая сеть	0,5–16 (22–6)	1,2 (10,6)	12–13 (0,47–0,51)	Клеммная коробка	Гнездо
	Подключение двигателя, тормоза и источника постоянного тока	0,5–16 (20–6)	1,2 (10,6)	12–15 (0,47–0,59)	Клеммная коробка	Гнездо
	Устанавливаемое заказчиком реле	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Клеммная коробка	Гнездо

<sup>1</sup> В случае MA02a функцию торможения имеют только приводы 3 x 380–480 В.

#### 4.5 Акустический шум

Акустический шум привода создается тремя источниками:

- катушки постоянного тока;
- встроенный вентилятор;
- дроссель фильтра ВЧ-помех.

Ниже приведены типичные значения, измеренные на расстоянии 1 м (3,3 фута) от блока.

Таблица 30: Типичные данные измерений

Размер корпуса	При полной скорости вентилятора [дБА]	Фоновый шум [дБА]
MA01c	–	–
MA02c	50,3	31,2
MA01a	42,5	31,2
MA02a	57,6	31,2

Результаты испытаний на интенсивность акустического шума в контролируемой среде, выполненных в соответствии с ISO 3744. Тон шума был количественно определен для регистрации аппаратных характеристик в соответствии с ISO 1996-2, Приложение D.

## 4.6 Уровни соответствия ЭМС

Приводы спроектированы и испытаны в соответствии с применимыми стандартами ЭМС. Уровень эффективности зависит от конкретного привода и выбранного уровня соответствия ЭМС.

Уровни соответствия ЭМС проверяются при следующих условиях:

- привод (с дополнительными устройствами, если применимо);
- экранированные кабели управления и связи;
- внешнее управление с помощью цифровых входов и выходов и аналогового управления;
- один двигатель, подключенный с помощью экранированного кабеля для испытания на излучение и неэкранированного кабеля для испытания на помехоустойчивость;
- кабели разделения нагрузки и кабели тормозного резистора;
- стандартные настройки привода.

### У В Е Д О М Л Е Н И Е

Согласно Директиве по электромагнитной совместимости (ЭМС), система определяется как сочетание нескольких типов оборудования, готовых изделий и (или) компонентов, скомпонованных, спроектированных и (или) смонтированных одним лицом (изготовителем системы), предназначенных для продажи на рынке в качестве единого функционального блока для конечного пользователя и для совместной установки и эксплуатации с целью выполнения определенной задачи.

Директива по ЭМС относится к изделиям/системам и установкам; если установка состоит из изделий/систем с маркировкой CE, установка также может считаться соответствующей Директиве по ЭМС. Установки не имеют маркировки CE.

Согласно Директиве по ЭМС, компания Danfoss как производитель изделий (систем) несет ответственность за соблюдение основных требований Директивы по ЭМС и нанесение маркировки CE. В системах с разделением нагрузки и другими клеммами постоянного тока Danfoss может обеспечивать соответствие требованиям Директивы по ЭМС только при использовании комбинаций изделий Danfoss согласно описанию в технической документации.

При установке в бытовой среде не в соответствии с классом C1 привод не может обеспечить надлежащую защиту для приема радиосигнала.

- В таких случаях могут потребоваться дополнительные меры по снижению воздействия, например использование экранирования или увеличение расстояния между изделиями, испытываемыми воздействием.

### 4.6.1 Требования к излучению

Согласно стандарту по электромагнитной совместимости (ЭМС) EN/IEC 61800-3 для преобразователей частоты (приводов переменного тока), требования к ЭМС зависят от области применения привода. В стандарте по ЭМС определены четыре категории. Определения этих четырех категорий и требования к кондуктивному излучению напряжения питания от сети приведены в [Таблица 31](#).

Таблица 31: Требования к излучению

Класс соответствия	Назначение привода
C1	Приводы, рассчитанные на напряжение ниже 1000 В и предназначенные для работы в первых условиях эксплуатации (в жилых помещениях и офисах).
C2	Приводы, рассчитанные на напряжение ниже 1000 В, предназначенные для работы в первых условиях эксплуатации (в жилых помещениях и офисах) и не являющиеся съемными или передвижными, монтаж и ввод в эксплуатацию которых должен осуществляться профессионалом.
C3	Приводы, рассчитанные на напряжение ниже 1000 В и предназначенные для работы во вторых условиях эксплуатации (производственная среда).
C4	Приводы, рассчитанные на напряжение 1000 В и выше и номинальный ток 400 А и выше, предназначенные для работы во вторых условиях эксплуатации (производственная среда) или использования в сложных системах.

Конструкция приводов соответствует одной из четырех следующих категорий, определенных промышленным стандартом электромагнитной совместимости EN/IEC 61800-3.

#### 4.6.2 Помехозащищенность в соответствии с требованиями ЭМС

Требования к помехоустойчивости для приводов зависят от условий, в которых они установлены. Требования для производственной среды являются более высокими, чем для среды в жилых помещениях или офисах. Все приводы Danfoss соответствуют требованиям к производственной среде. Таким образом, они также соответствуют более низким требованиям, действующим в жилой и офисной среде, с большим запасом по безопасности.

Для того чтобы подтвердить устойчивость к переходным процессам электрических явлений, были проведены перечисленные ниже испытания системы, состоящей из следующих компонентов:

- привод (с дополнительными устройствами, если применимо);
- экранированный кабель управления;
- блок управления с потенциометром, кабелем двигателя и двигателем.

Испытания проводились в соответствии со следующими базовыми стандартами:

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2). Устойчивость к электростатическим разрядам:** воспроизведение электростатических разрядов, связанных с присутствием человека;
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3). Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю:** воспроизведение воздействий радиолокационного оборудования и оборудования связи, а также мобильных средств связи, с использованием амплитудной модуляции;
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4). Устойчивость к наносекундным импульсным помехам:** моделирование помех, вызываемых переключением контактора, реле или аналогичных устройств;
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5). Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии:** воспроизведение переходных процессов, связанных, например, с ударом молнии вблизи установок;
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6). Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями:** моделирование воздействия радиопередающего оборудования, соединенного между собой кабелями.

Требования к помехоустойчивости должны соответствовать стандарту IEC 61800-3. Подробнее см. [Таблица 32](#).

Таблица 32: Помехозащищенность в соответствии с требованиями ЭМС

Стандарт на изделие	61800-3				
	Электростатические разряды (ESD)	Устойчивость к излучению	Импульсы	Броски напряжения	Устойчивость к кондуктивным помехам
Критерий приемки	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>A</b>
Сетевой кабель	–	–	2 кВ CN	1 кВ/2 Ом DM 2 кВ/12 Ом CM	10 В <sub>Скз</sub>
Кабель двигателя	–	–	2 кВ CCC	–	10 В <sub>Скз</sub>
Кабель тормозного резистора	–	–	2 кВ CCC	–	10 В <sub>Скз</sub>
Кабель распределения нагрузки	–	–	2 кВ CCC	–	10 В <sub>Скз</sub>
Релейный кабель	–	–	2 кВ CCC	–	10 В <sub>Скз</sub>
Кабель управления	–	–	Длина > 2 м (6,6 фута) 1 кВ CCC	Неэкранированный: 1 кВ/42 Ом CM	10 В <sub>Скз</sub>

Стандарт на изделие	61800-3				
Проверка	Электростатические разряды (ESD)	Устойчивость к излучению	Импульсы	Броски напряжения	Устойчивость к кондуктивным помехам
Кабель для стандартной/промышленной шины	–	–	Длина > 2 м (6,6 фута) 1 кВ ССС	Неэкранированный: 1 кВ/42 Ом СМ	10 В <sub>Скз</sub>
Кабель панели управления	–	–	Длина > 2 м (6,6 фута) 1 кВ ССС	–	10 В <sub>Скз</sub>
Корпус	4 кВ CD 8 кВ AD	10 В/м	–	–	–
<b>Определения</b>					
CD: электростатический разряд при контакте AD: электростатический разряд через воздух		DM: дифференциальный способ CM: синфазный режим		CN: ввод через прямое соединение сети ССС: ввод через емкостный зажим соединения	

#### 4.7 Электромагнитная совместимость (ЭМС) и длина кабеля двигателя

Доступны два варианта привода в зависимости от типа фильтра ЭМС:

- привод со встроенным фильтром ЭМС;
- привод с внешним фильтром ЭМС.

Таблица 33: Электромагнитная совместимость (ЭМС) и длина кабеля двигателя

Привод со встроенным фильтром ЭМС	Максимальная длина кабеля двигателя (экранированного), при 4 кГц	
	C1 (проводящий)	C2 (проводящий)
1 x 200–240 В	5 м (16,4 фута)	–
3 x 400–480 В	–	15 м (49,2 фута)

Таблица 34: Максимальная длина кабеля двигателя

Максимальная длина кабеля двигателя (экранированного)	Максимальная длина кабеля двигателя (неэкранированного)
50 м (164 фута)	75 м (246 футов)

- Привод со встроенным фильтром ЭМС соответствует требованиям к ограничениям по электромагнитному излучению C2.
- Привод с внешним фильтром ЭМС соответствует требованиям к кондуктивному/электромагнитному излучению C4.
- Оптимальные эксплуатационные характеристики привода достигаются при максимальной длине кабеля двигателя согласно [Таблица 34](#).

## 4.8 Условия dU/dt

При переключении транзистора в перемычке привода напряжение на двигателе увеличивается в соотношении dU/dt в зависимости от следующих факторов:

- тип кабеля двигателя;
- сечение кабеля двигателя;
- длина кабеля двигателя;
- наличие экранирования на кабеле двигателя;
- индуктивность.

Самоиндукция вызывает перерегулирование напряжения двигателя  $U_{\text{пик}}$ , после чего оно стабилизируется на уровне, зависящем от напряжения в цепи постоянного тока. Время нарастания и пиковое напряжение  $U_{\text{пик}}$  влияют на срок службы двигателя.

Слишком высокое пиковое напряжение негативно сказывается на двигателях без междуфазной изоляции катушек. Чем длиннее кабель двигателя, тем больше время нарастания и пиковое напряжение.

Переключение IGBT является причиной пикового напряжения на клеммах электродвигателя. Изделия «iC2-Micro Frequency Converters» соответствуют требованиям стандарта IEC 60034-25 в отношении двигателей, предназначенных для управления с помощью приводов. Изделия «iC2-Micro Frequency Converters» также соответствуют стандарту IEC 60034-17 в отношении регламентируемых стандартами двигателей, управляемых с помощью приводов.

Следующие данные dU/dt измеряются со стороны клеммы электродвигателя при крутящем моменте IEC 50 %.

Таблица 35: Данные dU/dt iC2-Micro Frequency Converters

Размер корпуса	Мощность [кВт (л. с.)]	Длина кабеля [м (фут)]	Напряжение сети [В]	Время нарастания [мкс]	$U_{\text{пик}}$ [кВ]	dU/dt [кВ/мкс]
MA01c	0,75 (1,0)	5 (16,4)	1 x 240	0,067	0,438	5,21
MA01c	0,75 (1,0)	50 (164)	1 x 240	0,286	0,618	1,73
MA02c	1,5 (2,0)	5 (16,4)	1 x 240	0,132	0,464	2,82
MA02c	1,5 (2,0)	50 (164)	1 x 240	0,31	0,622	1,62
MA01a	1,5 (2,0)	5 (16,4)	3 x 400	0,132	0,732	4,46
MA01a	1,5 (2,0)	50 (164)	3 x 400	0,389	1,056	2,18
MA01a	1,5 (2,0)	5 (16,4)	3 x 480	0,143	0,848	4,76
MA01a	1,5 (2,0)	50 (164)	3 x 480	0,417	1,232	2,36
MA02a	2,2 (3,0)	5 (16,4)	1 x 240	0,078	0,562	5,71
MA02a	2,2 (3,0)	50 (164)	1 x 240	0,214	0,614	2,29
MA02a	4,0 (5,5)	5 (16,4)	3 x 400	0,136	0,752	4,47
MA02a	4,0 (5,5)	50 (164)	3 x 400	0,254	1,048	3,30
MA02a	4,0 (5,5)	5 (16,4)	3 x 480	0,149	0,896	4,85
MA02a	4,0 (5,5)	50 (164)	3 x 480	0,305	1,232	3,23

## 4.9 Снижение номинальных характеристик

Если нагрузка на привод из-за условий высока, рассмотрите возможность снижения номинальных характеристик. Снижение номинальных характеристик привода включает в себя:

- снижение номинальных характеристик вручную;
- автоматическое снижение номинальных характеристик.

### 4.9.1 Снижение номинальных характеристик вручную

Необходимость снижения номинальных характеристик вручную может быть рассмотрена при влиянии следующих факторов:

- давление воздуха при установке на высоте более 1000 м (3281 фут);
- скорость двигателя при непрерывной работе на низких оборотах в установках с постоянным крутящим моментом;
- температура окружающей среды, если она превышает 40 °C (104 °F), подробнее см. следующие рисунки.

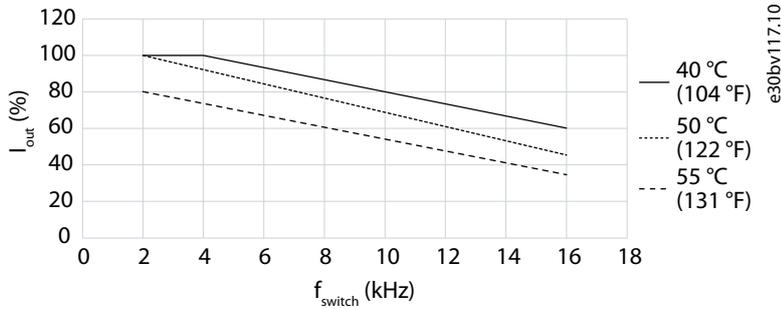


Рисунок 13: Снижение выходного тока в зависимости от частоты коммутации (MA01c 1 x 200–240 В пер. тока)

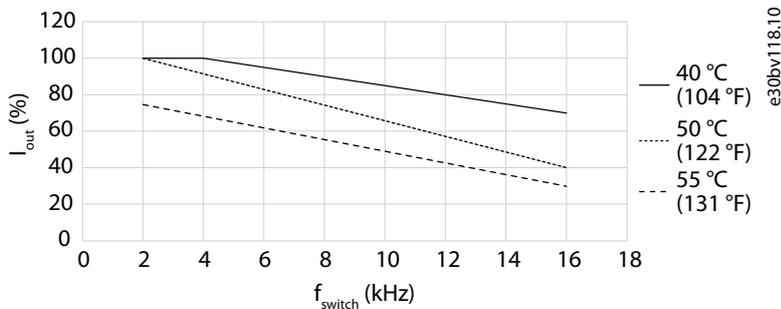


Рисунок 14: Снижение выходного тока в зависимости от частоты коммутации (MA02c 1 x 200–240 В пер. тока)

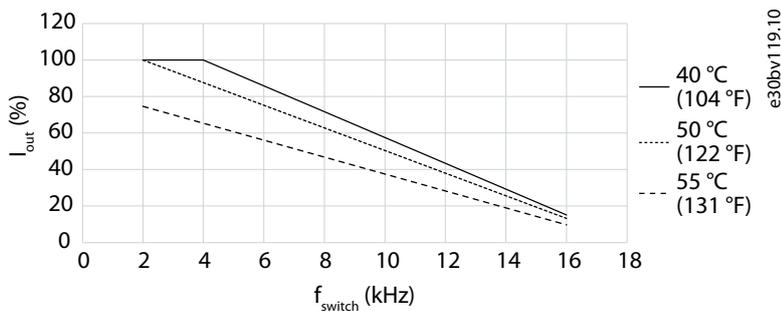


Рисунок 15: Снижение выходного тока в зависимости от частоты коммутации (MA01a 3 x 380–480 В пер. тока)

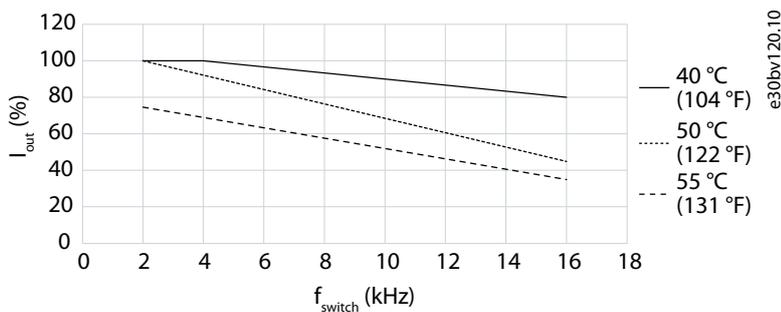


Рисунок 16: Снижение выходного тока в зависимости от частоты коммутации (MA02a 1 x 200–240 В пер. тока)

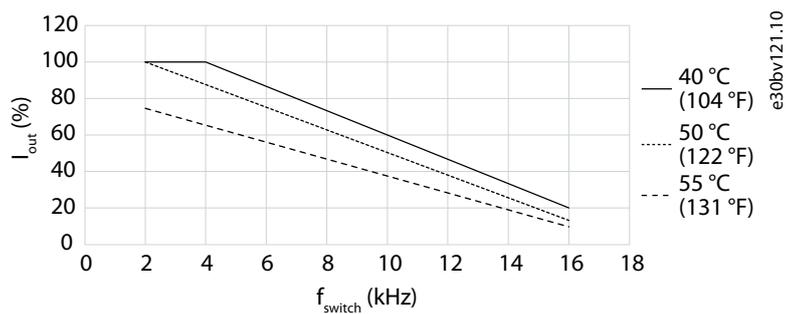


Рисунок 17: Снижение выходного тока в зависимости от частоты коммутации (MA02a 3 x 380–480 В пер. тока)

#### 4.9.2 Автоматическое снижение номинальных характеристик

Чтобы обеспечить надлежащую работу на критически важных этапах, привод постоянно проверяет следующие критические уровни и автоматически регулирует частоту коммутации:

- критически высокая температура радиатора;
- высокая нагрузка на двигатель;
- нижний предел скорости;
- срабатывание сигналов защиты (перенапряжение/пониженное напряжение, перегрузка по току, замыкание на землю и короткое замыкание).

## 5 Внешние габариты

### 5.1 Размеры и габариты корпусов IP20/открытого типа

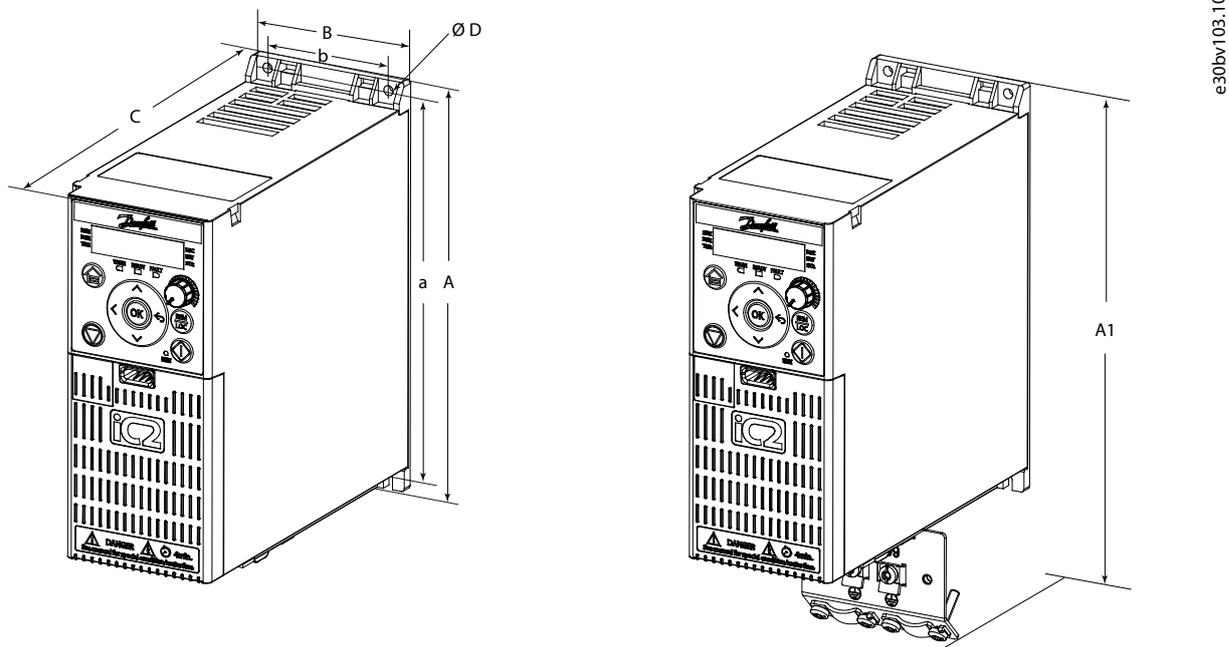


Рисунок 18: Размеры и габариты корпусов IP20/открытого типа

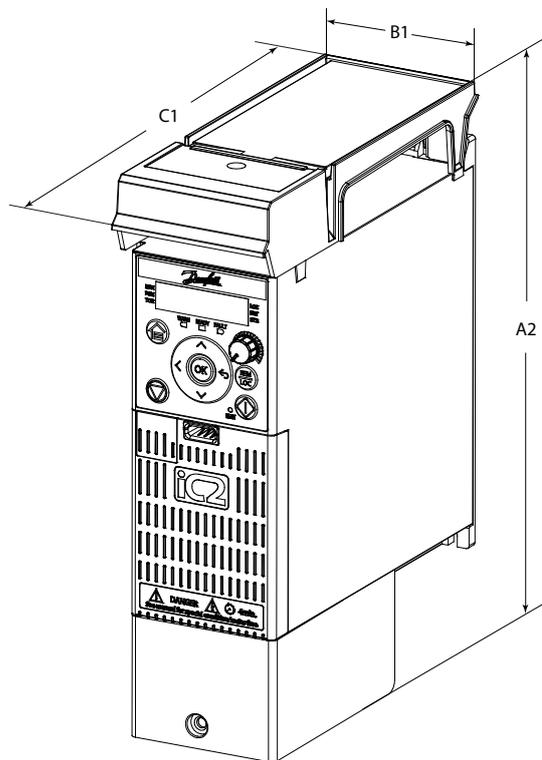
Таблица 36: Размеры и габариты корпусов IP20/открытого типа

Корпус	Мощность [кВт (л. с.)]		Высота [мм (дюйм)]			Ширина [мм (дюйм)]		Глубина [мм (дюйм)] <sup>(1)</sup>	Монтажные отверстия [мм (дюйм)]
	1 x 200–240 В	3 x 380–480 В	A	A1 <sup>(2)</sup>	a	B	b		
MA01c	0,37–0,75 (0,5–1,0)	–	150 (5,9)	216 (8,5)	140,4 (5,5)	70 (2,8)	55 (2,2)	143 (5,6)	4,5 (0,18)
MA02c	1,5 (2,0)	–	176 (6,9)	232,2 (9,1)	150,5 (5,9)	75 (3,0)	59 (2,3)	157 (6,2)	4,5 (0,18)
MA01a	–	0,37–1,5 (0,5–2,0)	150 (5,9)	202,5 (8,0)	140,4 (5,5)	70 (2,8)	55 (2,2)	158 (6,2)	4,5 (0,18)
MA02a	2,2 (3,0)	2,2–4,0 (3,0–5,5)	186 (7,3)	240 (9,4)	176,4 (6,9)	75 (3,0)	59 (2,3)	175 (6,9)	4,5 (0,18)

<sup>1</sup> Потенциометр на панели местного управления выступает из привода на 6,5 мм (0,26 дюйма).

<sup>2</sup> С развязывающей панелью.

## 5.2 Размеры и габариты корпусов IP21/UL, тип 1



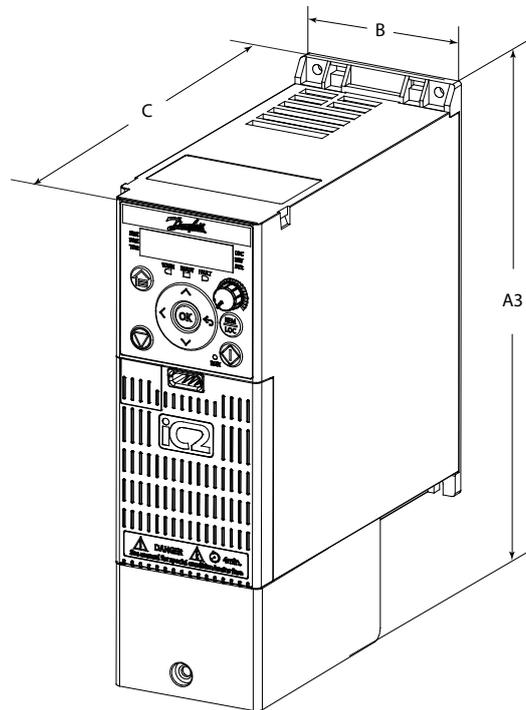
e30bv104.10

Рисунок 19: Размеры и габариты корпусов IP21/UL, тип 1

Таблица 37: Размеры и габариты корпусов IP21/UL, тип 1

Корпус	Мощность [кВт (л. с.)]		Высота [мм (дюйм)]	Ширина верхней крышки [мм (дюйм)]	Глубина [мм (дюйм)]
	1 x 200–240 В	3 x 380–480 В			
MA01c	0,37–0,75 (0,5–1,0)	–	242,2 (9,5)	81,5 (3,2)	153,5 (6,0)
MA02c	1,5 (2,0)	–	257 (10,1)	92,4 (3,6)	165 (6,5)
MA01a	–	0,37–1,5 (0,5–2,0)	220,2 (8,7)	73,2 (2,9)	166,5 (6,6)
MA02a	2,2 (3,0)	2,2–4,0 (3,0–5,5)	255 (10,0)	78 (3,0)	184 (7,2)

## 5.3 Размеры и габариты корпусов NEMA 1



e30bv105.10

Рисунок 20: Размеры и габариты корпусов NEMA 1

Таблица 38: Размеры и габариты корпусов NEMA 1

Корпус	Мощность [кВт (л. с.)]		Высота [мм (дюйм)]	Ширина [мм (дюйм)]	Глубина [мм (дюйм)] <sup>(1)</sup>
	1 x 200–240 В	3 x 380–480 В			
MA01c	0,37–0,75 (0,5–1,0)	–	206,2 (8,1)	70 (2,8)	143 (5,6)
MA02c	1,5 (2,0)	–	221 (8,7)	75 (3,0)	157 (6,2)
MA01a	–	0,37–1,5 (0,5–2,0)	195 (7,7)	70 (2,8)	158 (6,2)
MA02a	2,2 (3,0)	2,2–4,0 (3,0–5,5)	231 (9,1)	75 (3,0)	175 (6,9)

<sup>1</sup> Потенциометр на панели местного управления выступает из привода на 6,5 мм (0,26 дюйма).

## 6 Факторы, которые необходимо учитывать при механическом монтаже

### 6.1 Комплект поставки

В комплект поставки входят:

- привод;
- клеммная крышка;
- руководство по эксплуатации, которое содержит информацию об установке, вводе в эксплуатацию и техническом обслуживании привода.

### 6.2 Этикетки на изделии

На приводе и упаковке имеются этикетки с информацией, необходимой по причинам правового и законодательного характера, уникальными идентификаторами каждого компонента и другими важными сведениями.

#### 6.2.1 Этикетки на приводах

На этикетке на приводе содержится информация для идентификации изделия, а также правовая и нормативная информация. Расположение этикетки на приводе см. в [Таблица 39](#).

Таблица 39: Расположение этикетки

Размер корпуса	Местоположение этикетки
MA01c	Со стороны привода.
MA02c	
MA01a	В верхней части привода.
MA02a	

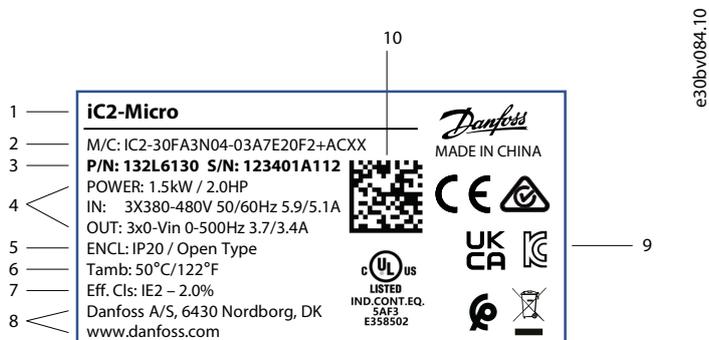


Рисунок 21: Пример этикетки на изделии

<p>1 Наименование изделия</p> <p>2 Код модели: M/C включает в себя 27 символов кода модели.</p> <p>3 P/N и S/N</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P/N — кодовый номер изделия.</li> <li>• S/N — серийный номер.</li> </ul> <p>4 Номинальная мощность</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• В первой строке перечислены типичные значения номинальной мощности двигателя при заданном напряжении.</li> <li>• Во второй строке перечислены номинальные входные значения (диапазон напряжения, частот и входной ток при указанном входном напряжении).</li> <li>• В третьей строке перечислены номинальные выходные значения (диапазон напряжения, частота и номинальный выходной ток при указанном входном напряжении).</li> </ul> <p>5 Корпус: класс защиты привода, включая степень защиты оболочки и класс защиты в соответствии с UL.</p>	<p>6 Температура окружающей среды: диапазон температуры окружающей среды без необходимости снижения номинальных характеристик.</p> <p>7 Класс энергоэффективности: класс энергоэффективности согласно директиве ErP. Значение при рабочей точке частоты 90 %/тока 100 %.</p> <p>8 Название компании, адрес и веб-сайт.</p> <p>9 Предупреждения и информация о соответствии.</p> <p>10 2D-код: 2D-код содержит информацию о приводе; считать его можно с помощью инструментов MyDrive®. Код содержит:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• P/N: кодовый номер.</li> <li>• S/N: серийный номер.</li> </ul>
--	--

### 6.2.2 Этикетки на упаковке

Этикетка на упаковке привода содержит информацию о приводе.

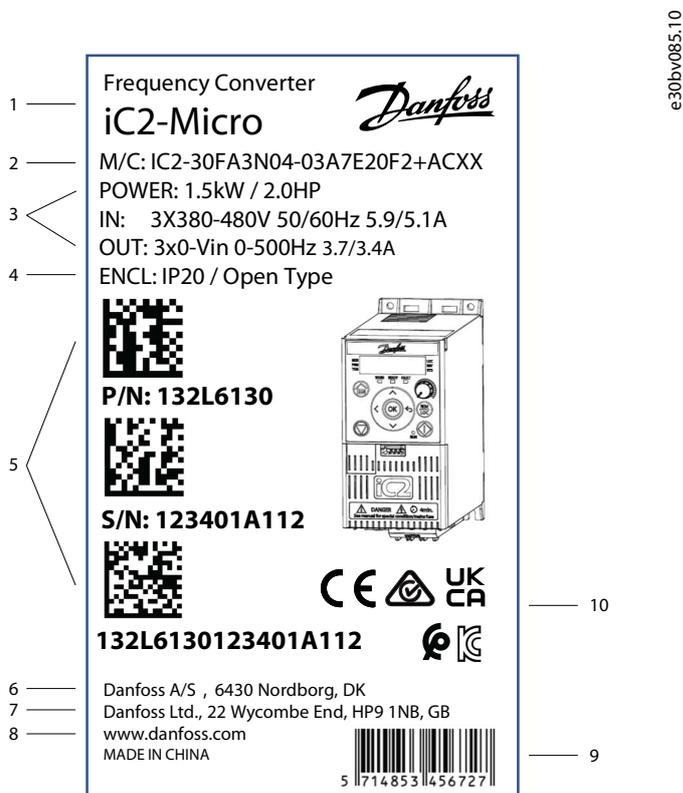


Рисунок 22: Пример этикетки на упаковке

1	Наименование изделия	6	Название компании, адрес.
2	Код модели: M/C включает в себя 27 символов кода модели.	7	Адрес UKAS.
3	Номинальная мощность: <ul style="list-style-type: none"> <li>В первой строке перечислены типичные значения номинальной мощности двигателя при заданном напряжении.</li> <li>Во второй строке перечислены номинальные входные значения (диапазон напряжения, частот и входной ток при указанном входном напряжении).</li> <li>В третьей строке перечислены номинальные выходные значения (диапазон напряжения, частота и номинальный выходной ток при указанном входном напряжении).</li> </ul>	8	Сайт компании.
4	Корпус: класс защиты привода, включая степень защиты оболочки и класс защиты в соответствии с UL.	9	Штрихкод европейского товарного номера (EAN).
5	2D-код с информацией о заказе.	10	Маркировка допуска, которую следует размещать на упаковке (другие маркировки допуска расположены на приводе).

### 6.3 Рекомендуемая утилизация

По окончании срока службы привода его основные компоненты можно утилизировать.

Перед тем как удалять материалы, привод следует разобрать. Части изделия и материалы можно демонтировать и разделить. Как правило, все металлы, такие как сталь, алюминий, медь и ее сплавы, а также драгоценные металлы могут быть переработаны. Пластик, резина и картон могут использоваться для регенерации энергии. Печатные платы и большие электролитические конденсаторы диаметром менее 25 мм (1 дюйм) требуют дополнительной обработки в соответствии с рекомендациями IEC 62635. Для упрощения переработки пластиковые детали имеют соответствующий идентификационный код.

Дополнительную информацию о вопросах защиты окружающей среды и инструкции по утилизации для специалистов по вторичной переработке запрашивайте в местном отделении Danfoss. Переработка по окончании срока службы должна соответствовать международным и местным нормам и правилам.

Проектирование и изготовление всех приводов осуществляется согласно рекомендациями компании Danfoss по запрещенным веществам и веществам ограниченного использования. Перечень этих веществ можно найти на сайте [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com).

	<p>Этот символ на изделии указывает на то, что его нельзя утилизировать вместе с бытовыми отходами. Оборудование, содержащее электрические компоненты, запрещается утилизировать вместе с бытовыми отходами.</p> <p>Его следует передавать на утилизацию в соответствии с применимой схемой возврата электрического и электронного оборудования для переработки.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Утилизируйте изделие через предусмотренные для этого каналы.</li> <li>Соблюдайте все действующие местные законы и нормативные акты.</li> </ul>
---	--

### 6.4 Хранение до установки

#### 6.4.1 Повторная формовка конденсаторов

Когда привод находится на хранении без подачи напряжения, может потребоваться техническое обслуживание конденсаторов.

Повторная формовка необходима, если привод хранился без подачи напряжения более 3 лет. Повторная формовка возможна только в приводах с клеммами постоянного тока. Информацию о техническом обслуживании и повторной формовке конденсатора цепи постоянного тока см. в [Таблица 40](#).

Условия повторной формовки конденсаторов

- Напряжение при повторной формовке должно в 1,35–1,45 раза превышать номинальное напряжение сети. Если напряжение в цепи постоянного тока остается на низком уровне и не достигает примерно  $1,41 \times U_{\text{сеть}}$ , обратитесь к местному представителю сервисной службы.
- Потребление тока питания не должно превышать 500 мА.

Конденсаторы цепи постоянного тока, не прошедшие повторную формовку, при вводе привода в эксплуатацию могут быть повреждены.

Таблица 40: Продолжительность хранения привода и рекомендации по повторной формовке

Продолжительность хранения	Инструкция по повторной формовке
Менее 2 лет	Повторная формовка не требуется. Подключите напряжение сети.
2–3 года	Подключите напряжение сети и подождите не менее 30 минут перед загрузкой привода.
Более 3 лет	Используя источник питания постоянного тока, подключенный непосредственно к клеммам цепи постоянного тока привода, увеличивайте напряжение шины постоянного тока на значение 0–100 % с шагом 25, 50, 75 и 100 % номинального напряжения без нагрузки в течение 30 мин на каждом этапе. См. <a href="#">Рисунок 23</a> .

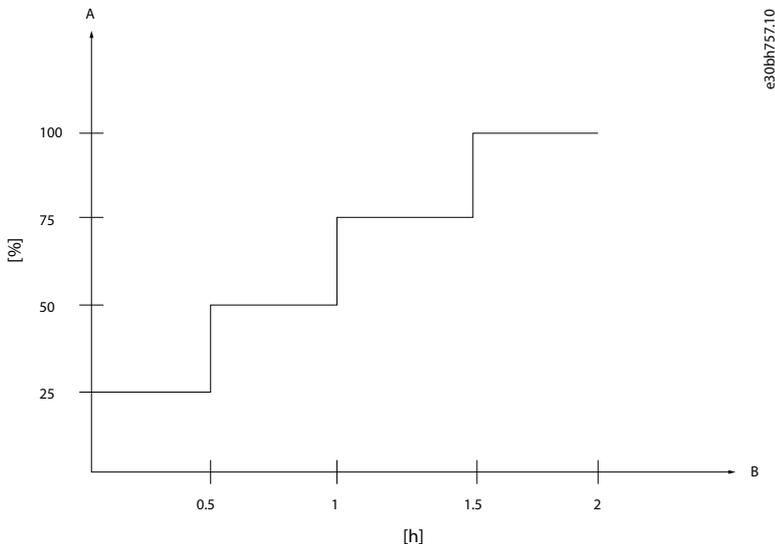


Рисунок 23: Процедура повторной формовки конденсаторов постоянного тока

A	Напряжение повторной формовки (процентная доля от номинального напряжения)
B	Часы

Таблица 41: Значение увеличения напряжения шины постоянного тока

Входное напряжение переменного тока	Напряжение в цепи постоянного тока
3 x 380–480 В пер. тока	650 В пост. тока
1 x 200–240 В пер. тока	320 В пост. тока

## 6.4.2 Безопасная транспортировка и хранение

Соблюдайте все указания по транспортировке, хранению и надлежащему обращению, приведенные в документации на изделие. Сюда входит следующее.

- Если перед установкой привод хранится на складе, убедитесь в том, что условия окружающей среды соответствуют указаниям в гл. [4.2.7.1 Условия окружающей среды при хранении](#).
- Если упаковка хранится более 4 месяцев, поддерживайте контролируемые условия:

- без сильных колебаний температуры;
- при влажности воздуха менее 50 %.
- Храните привод в упаковке до момента установки. После распаковки защитите привод от пыли, мусора и влаги.

## 6.5 Предварительные условия монтажа

Чтобы обеспечить наилучшие условия эксплуатации привода, рекомендуется перед выбором привода проверить следующие аспекты.

- Проверьте условия эксплуатации на соответствие условиям окружающей среды. См. [4.2.7.3 Условия окружающей среды при эксплуатации](#).
- Учитывайте размещение привода и правила обращения с ним в процессе установки. Массу и габаритные размеры приводов см. в гл. [5.1 Размеры и габариты корпусов IP20/открытого типа](#).
- Оставьте достаточное пространство для доступа к приводу во время эксплуатации. См. [6.7 Механический монтаж](#).
- Оставьте достаточное пространство для доступа в целях технического обслуживания. См. [6.7.8 Рекомендуемое пространство для доступа для обслуживания](#).

### 6.5.1 Условия эксплуатации

Чтобы обеспечить бесперебойную работу и достичь ожидаемого срока службы изделия, устанавливайте привод в указанных условиях.

Таблица 42: Требования к условиям эксплуатации

Окружение	Технические характеристики
Температура	Привод следует устанавливать в месте, в котором диапазон рабочей температуры соответствует его техническим характеристикам. Учитывайте как рабочую температуру, так и температуру хранения (привод без электропитания). При превышении номинальной температуры примените снижение номинальных характеристик. Подробнее о снижении номинальных характеристик см. в гл. <a href="#">4.2.7 Условия окружающей среды</a> и <a href="#">4.9 Снижение номинальных характеристик</a> .
Высота над уровнем моря	Чтобы обеспечить надлежащее охлаждение и соответствие требованиям к изоляции расстоянием, убедитесь в том, что привод установлен на допустимой высоте над уровнем моря. Если высота над уровнем моря превышает 1000 м (3300 футов), применяется снижение номинальных характеристик привода. Снижение номинальных характеристик следует применить к максимальному выходному току или максимальной рабочей температуре. Убедитесь в том, что номинальные характеристики привода соответствуют фактическим условиям эксплуатации. Максимальная высота над уровнем моря зависит от конфигурации и напряжения электросети. Ограничения указаны в гл. <a href="#">4.2 Общие технические данные</a> . Подробнее см. в гл. <a href="#">4.2.7 Условия окружающей среды</a> и <a href="#">4.9 Снижение номинальных характеристик</a> .
Вибрационные и ударные воздействия	Устанавливайте привод в месте, где он не подвергается вибрации и ударному воздействию, превышающим заданные характеристики. При высоком уровне вибрационных и ударных воздействий рекомендуется использовать при монтаже демпферы. Специальные требования выполняются в случае заказа привода с допуском к эксплуатации на судовом оборудовании. Подробнее см. гл. <a href="#">4.2.7 Условия окружающей среды</a> .
Влажность	Привод следует установить в месте, где уровень влажности соответствует заданным характеристикам. Если место установки не соответствует требуемым условиям, можно принять альтернативные меры, например выбрать другие защитные шкафы, встроить нагревательные элементы или осушитель. Подробнее см. гл. <a href="#">4.2.7 Условия окружающей среды</a> .
Пыль, волокна и взвешенные в воздухе частицы	Корпусы IP20/открытого типа и IP21/UL, тип 1 (комплект для переоборудования IP21/тип 1 в качестве опции) не защищены от пыли, волокон и других находящихся в воздухе частиц, поэтому их следует устанавливать в местах, где подобных частиц нет, или монтировать в специальный корпус. Убедитесь в том, что находящиеся в воздухе частицы не засоряют радиатор и вентилятор, поскольку засор затрудняет охлаждение привода. Привод распознает засор и снижает производительность или останавливает работу. Не устанавливайте привод в месте, где он подвергается воздействию токопроводящих частиц.

Окружение	Технические характеристики
	<p>Подробнее см. гл. <a href="#">4.2.7 Условия окружающей среды</a>.</p> <p>Подробнее о техническом обслуживании радиатора и вентилятора см. гл. <a href="#">6.6.4 Техническое и сервисное обслуживание радиатора и вентилятора</a>.</p>
Газы	<p>В процессе установки привода учитывайте воздействие газов. Привод нельзя устанавливать в среде взрывоопасных газов. При воздействии коррозивных газов необходимо принять соответствующие меры предосторожности. Такими мерами могут быть: выбор привода с большей степенью защиты, нанесение защитного покрытия на привод в качестве опции или монтаж привода в защитный шкаф.</p> <p>Подробнее см. гл. <a href="#">4.2.7 Условия окружающей среды</a>.</p>

## 6.6 Факторы, которые необходимо учитывать при техническом обслуживании

В течение срока службы привода может потребоваться регулярное техническое или сервисное обслуживание; также необходимо обеспечить доступ к важным частям привода.

### ⚠ ВНИМАНИЕ ⚠

#### ГОРЯЧИЕ ПОВЕРХНОСТИ

Некоторые приводы содержат металлические компоненты, которые остаются горячими даже после выключения. Несоблюдение указаний предупреждающего символа высокой температуры (желтый треугольник) на приводе может привести к серьезным ожогам.

- Имейте в виду, что внутренние компоненты могут быть очень горячими даже после выключения питания привода.
- Не прикасайтесь к внешним поверхностям, обозначенным символом высокой температуры (желтым треугольником). Эти поверхности будут горячими во время работы привода и сразу после его выключения.

### 6.6.1 Регулярное техническое обслуживание

Типичные работы в рамках технического обслуживания:

- проверка сигнала ввода и вывода на приводе;
- регулярные проверки подключения питания и заземления;
- считывание данных и настройка параметров путем подключения привода к ПК.

### 6.6.2 График технического обслуживания

График технического обслуживания привода зависит от условий эксплуатации.

Таблица 43: График технического обслуживания

Интервал технического обслуживания	Мероприятие по техническому обслуживанию
6–24 месяца (в зависимости от условий окружающей среды)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проверьте моменты затяжки клемм питания.</li> <li>• Убедитесь в том, что вентилятор охлаждения работает исправно.</li> <li>• Проверьте клеммы и другие поверхности на наличие коррозии.</li> <li>• Очистите радиатор и канал охлаждения.</li> </ul>

Соблюдение графика технического обслуживания помогает поддерживать оптимальную производительность и продлевает срок службы привода. Danfoss предлагает несколько сервисных продуктов, например сервис профилактического техобслуживания DrivePro®, помогающий правильно выполнить установку. Для получения дополнительной информации о сервисах DrivePro® см. [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com). Для получения более подробной информации обратитесь в Danfoss.

### 6.6.3 Доступ для обслуживания

Для того чтобы достичь ожидаемого срока службы привода и по возможности продлить его, Danfoss рекомендует регулярно выполнять осмотр и обслуживание привода, двигателя, системы и шкафа (корпуса). Во избежание поломок, опасности и повреждений регулярно, в зависимости от условий эксплуатации, проверяйте прочность посадки клемм и пылеобразование в приводе.

Если привод Danfoss эксплуатируется в среде с условиями, близкими к предельным или выходящими за пределы, установленные при проектировании, то требуется техническое обслуживание привода.

Заменяйте изношенные или поврежденные детали оригинальными запасными частями. Для обслуживания и поддержки обращайтесь к местному поставщику Danfoss. Сервисы DrivePro® продлевают срок службы и повышают производительность изделий «iC2-Micro Frequency Converters» благодаря грамотному вводу в эксплуатацию и своевременному техническому обслуживанию. Сервисы DrivePro® соответствуют области применения и условиям эксплуатации оборудования.

При проектировании установки предусмотрите доступ для сервисного и технического обслуживания. Рекомендуется обеспечить:

- доступ к кабелям и разъемам питания;
- доступ к подключению элементов управления;
- доступ для очистки системы охлаждения (канала охлаждения и фильтров вентилятора);
- доступ к порту для подключения привода к ПК.

### 6.6.4 Техническое и сервисное обслуживание радиатора и вентилятора

На ребрах радиатора скапливается пыль из охлаждающего воздуха. Если радиатор не очищен, для привода выдаются предупреждения о перегреве и сообщения о неисправности. При необходимости очистите радиатор.

Срок службы вентилятора охлаждения в приводе зависит от времени работы вентилятора, температуры окружающей среды и концентрации пыли. Выбор режима управления вентилятором в *параметре P6.5.1 «Режим управления вентилятором»* и автоматический контроль вентилятора продлевают срок его службы. Возросший шум от подшипника вентилятора может быть предвестником неисправности. Если привод работает на критическом участке технологического процесса, рекомендуется при появлении этих признаков заменить вентилятор.

Вентиляторы можно снять с привода для очистки. Также можно заказать сменные вентиляторы в Danfoss.

- Коды для заказа сменных вентиляторов охлаждения см. в гл. [8.2 Заказ принадлежностей и запасных частей](#).
- Подробное описание процесса замены вентиляторов см. в руководствах по установке сменных вентиляторов для изделий «iC2-Micro Frequency Converters».

## 6.7 Механический монтаж

Как правило, привод устанавливается на стену или в закрытый шкаф. Подробнее см. [6.7.2 Места установки](#).

### 6.7.1 Факторы, которые необходимо учитывать при монтаже

При выборе и проектировании места монтажа учитывайте следующие факторы.

- Поверхность монтажа выдерживает вес привода.
- Поверхность монтажа должна быть негорючей.
- Привод устанавливается вертикально, но в особых случаях его можно устанавливать в других направлениях. Установка привода в других направлениях влияет на его рабочие характеристики. Подробнее см. гл. [6.7.3 Направления монтажа](#).
- Оставьте достаточное пространство перед отверстиями для впуска и выпуска, чтобы поток воздуха свободно проходил над радиатором и обеспечивалось надлежащее охлаждение.
- В целях экономии места в шкафах или при настенном монтаже в помещениях управления приводы можно установить вплотную друг к другу.
- Перед приводом следует оставить достаточное пространство для пользования панелью управления.
- Оставьте достаточное пространство для установки и размещения кабелей для подключения привода.

#### ⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ⚠

##### ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ТОКОМ

Прикосновение к открытому электродвигателю, кабелю питания, вилке или клемме постоянного тока может привести к летальному исходу или серьезной травме.

- Чтобы обеспечить соответствие классу защиты IP20, все разъемы и защитные клеммные крышки двигателя, сети электропитания и подключений постоянного тока следует устанавливать в корпус IP20. Если разъемы и клеммные крышки не установлены, действует класс защиты IP00.

- Оставьте перед приводом достаточное пространство, чтобы можно было снять крышки или открыть двери для сервисного обслуживания.

### 6.7.2 Места установки

Приводы предназначены для монтажа в среде с защитой от атмосферных воздействий. Подробнее см. гл. [4.2.7 Условия окружающей среды](#).

При монтаже привода на стену или в шкаф монтажная поверхность должна быть твердой, плоской и негорючей.

### 6.7.3 Направления монтажа

В зависимости от размера корпуса, привод можно установить вертикально или горизонтально. Дополнительная информация о влиянии направления монтажа на рабочие характеристики привода: см. [Таблица 44](#).

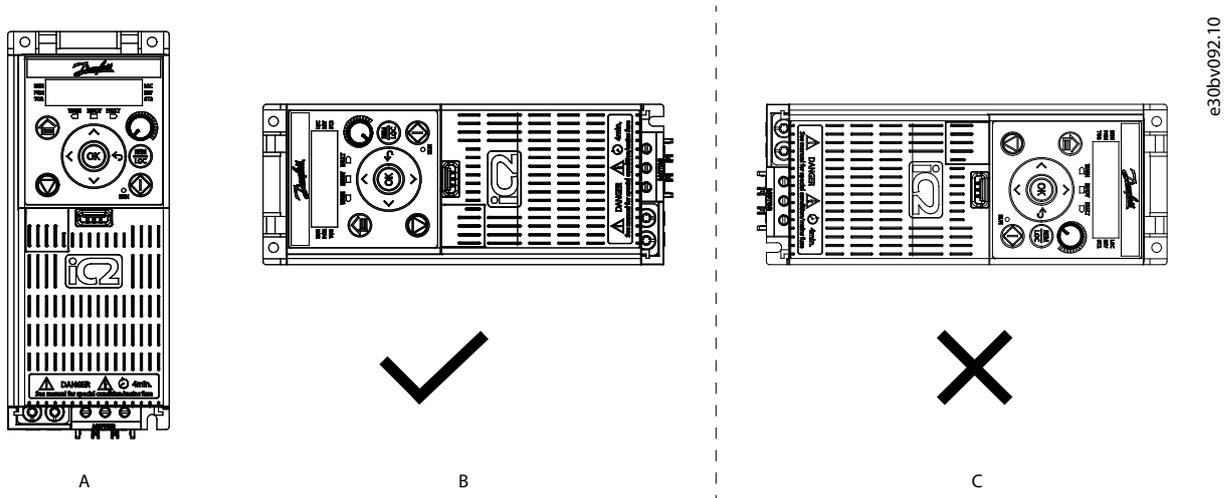


Рисунок 24: Направления монтажа приводов

Таблица 44: Допустимые направления монтажа приводов IP20/открытого типа и влияние направления монтажа на производительность

Направление монтажа	Допустимый размер корпуса	Влияние на производительность
A: вертикальный монтаж	MA01c/MA02c/MA01a/MA02a	Нет
B: горизонтальный монтаж (левой стороной вниз)	MA02c/MA01a/MA02a	<ul style="list-style-type: none"> <li>Снижение устойчивости к вибрации и ударам.</li> <li>Монтаж вплотную друг к другу невозможен.</li> </ul>
C: горизонтальный монтаж (правой стороной вниз)	–	Не допускается ни для каких размеров корпуса.

## У В Е Д О М Л Е Н И Е

При вертикальном монтаже приводы IP21/UL, тип 1, защищены от проникновения капель воды.

### 6.7.4 Рекомендуемые винты и болты

Проверьте рекомендуемые размеры винтов и болтов для монтажа привода по табл. [Таблица 45](#).

Таблица 45: Рекомендуемые винты и болты

Класс защиты	Размер корпуса	Максимальная масса [кг (фунт)] <sup>(1)</sup>	Рекомендуемый винт/болт	Макс. усилие при затяжке [Н·м (дюйм-фунт)]
IP20/открытый тип	MA01c	1 (2,4)	M4	1,5 (13,3)
	MA02c	1,3 (2,9)	M4	1,5 (13,3)
	MA01a	1,1 (2,4)	M4	1,5 (13,3)
	MA02a	1,6 (3,5)	M4	1,5 (13,3)

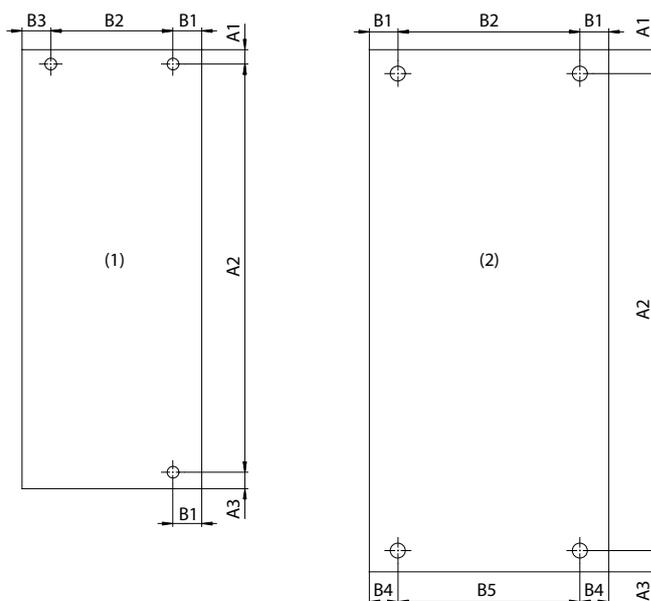
<sup>1</sup> Без развязывающей панели.

### 6.7.5 Схемы расположения отверстий

При подготовке монтажных отверстий используйте схемы их расположения. Схема расположения отверстий соответствует монтажной пластине привода.

Пространство, необходимое для охлаждения, плат ЭМС и других расширений, не включено в схемы расположения.

Общее необходимое пространство см. на чертежах в гл. *Внешние габариты и размеры клемм*.



e30bv096.10

Рисунок 25: Схемы расположения отверстий

Таблица 46: Размеры по схеме расположения для настенного монтажа приводов

Размер корпуса	Схема расположения отверстий	A1 [мм (дюйм)]	A2 [мм (дюйм)]	A3 [мм (дюйм)]	B1 [мм (дюйм)]	B2 [мм (дюйм)]	B3 [мм (дюйм)]	B4 [мм (дюйм)]	B5 [мм (дюйм)]
MA01c	1	5,5 (0,22)	140,4 (5,53)	4,1 (0,16)	7,5 (0,30)	55 (2,17)	7,5 (0,30)	–	–
MA02c	1	5,5 (0,22)	150,5 (5,93)	4 (0,16)	6,75 (0,27)	59 (2,32)	9,25 (0,36)	–	–
MA01a	1	4,8 (0,19)	140,4 (5,53)	4,8 (0,19)	7,5 (0,30)	55 (2,17)	7,5 (0,30)	–	–
MA02a	1	4,8 (0,19)	176,4 (6,94)	4,8 (0,19)	8 (0,31)	59 (2,32)	8 (0,31)	–	–

Размер корпуса	Схема расположения отверстий	A1 [мм (дюйм)]	A2 [мм (дюйм)]	A3 [мм (дюйм)]	B1 [мм (дюйм)]	B2 [мм (дюйм)]	B3 [мм (дюйм)]	B4 [мм (дюйм)]	B5 [мм (дюйм)]
MA03a	1	-	-	-	-	-	-	-	-
MA04a	2	-	-	-	-	-	-	-	-
MA05a	2	-	-	-	-	-	-	-	-

### 6.7.6 Размещение привода в установке

Перед тем как устанавливать привод, подготовьте место монтажа и подходящие фиксаторы, чтобы можно было надежно разместить привод. Обеспечьте достаточное пространство для безопасного перемещения привода в процессе монтажа. Нижние винты или болты можно установить перед монтажом. Поместите привод на нижние болты и вверните верхние винты или болты. Усилие при затяжке винтов на поверхности монтажа должно составлять не менее 1,5 Н·м (13,3 дюйм-фунта).

### 6.7.7 Охлаждение

Чтобы обеспечить надлежащее охлаждение приводов, убедитесь в том, что над приводом и под ним есть достаточное пространство. Информацию о требуемых зазорах для охлаждения см. в [Таблица 47](#).

В любой установке следует предусмотреть вентиляцию или охлаждение для поддержания указанного диапазона рабочих температур. Качество охлаждающего воздуха должно соответствовать условиям окружающей среды, определенным в технических характеристиках (пыль, находящиеся в воздухе частицы, химические вещества).

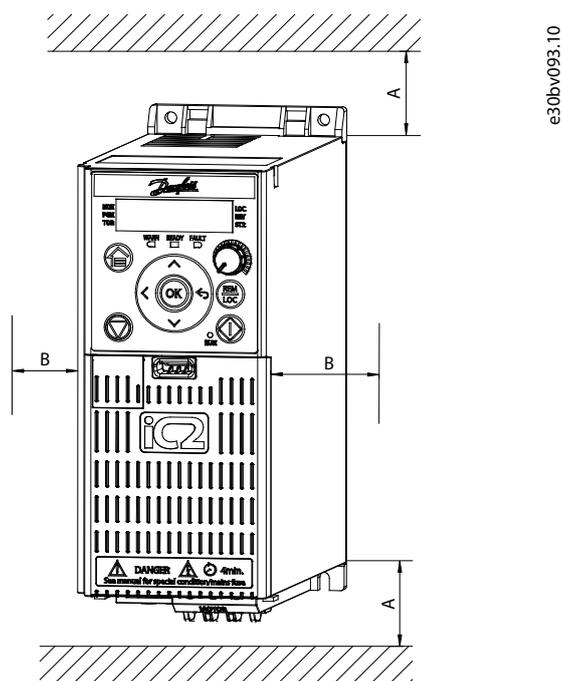


Рисунок 26: Минимальные зазоры для охлаждения

Таблица 47: Минимальные зазоры для охлаждения приводов IP20/открытого типа

Размер корпуса	A [мм (дюйм)]	B [мм (дюйм)]	Тип охлаждения
MA01c	100 (3,9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>0 (0) при 40 °C (104 °F).</li> <li>10 (0,39) и выше при 50 °C (122 °F).</li> </ul>	Естественное воздушное охлаждение
MA02c	100 (3,9)	0 (0)	Принудительное охлаждение
MA01a	100 (3,9)	0 (0)	Принудительное охлаждение

Размер корпуса	A [мм (дюйм)]	B [мм (дюйм)]	Тип охлаждения
MA02a	100 (3,9)	0 (0)	Принудительное охлаждение
MA03a	–	–	Принудительное охлаждение
MA04a	–	–	Принудительное охлаждение
MA05a	–	–	Принудительное охлаждение

### 6.7.8 Рекомендуемое пространство для доступа для обслуживания

Чтобы обеспечить доступ к приводу для сервисного и технического обслуживания, рекомендуется оставить вокруг него достаточное пространство.

Общие рекомендации:

- достаточное пространство перед приводом для снятия крышек и доступа к плате управления;
- достаточное пространство под приводом для доступа ко входу в канал охлаждения при необходимости очистки или замены вентилятора.

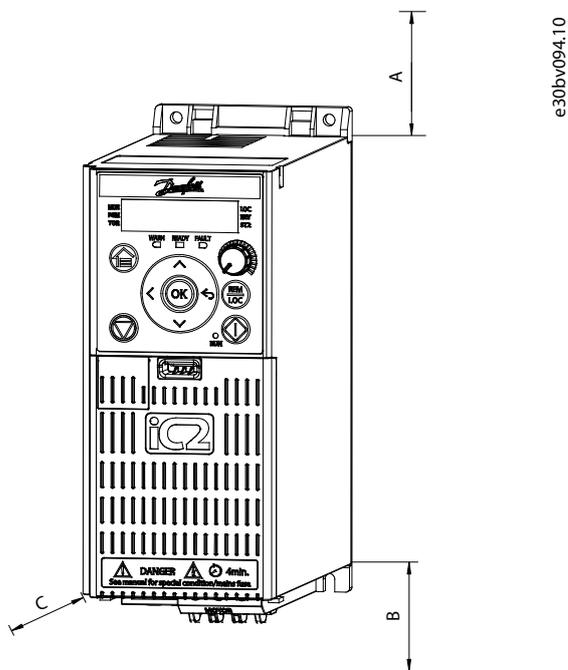


Рисунок 27: Рекомендуемый зазор для обеспечения доступа для обслуживания

Таблица 48: Рекомендуемые зазоры для обеспечения доступа для обслуживания

Размер корпуса	Рекомендуемое пространство для доступа		
	Наверху (A) [мм (дюйм)]	Внизу (B) [мм (дюйм)]	Спереди (C) [мм (дюйм)]
MA01c	100 (3,9) <sup>(1)</sup>	200 (7,9) <sup>(1)</sup>	100 (3,9)
MA02c	100 (3,9) <sup>(1)</sup>	200 (7,9) <sup>(1)</sup>	100 (3,9)
MA01a	100 (3,9) <sup>(1)</sup>	200 (7,9) <sup>(1)</sup>	100 (3,9)
MA02a	100 (3,9) <sup>(1)</sup>	200 (7,9) <sup>(1)</sup>	100 (3,9)

<sup>1</sup> Достаточное пространство перед охлаждающим каналом, превышающее потребности охлаждения. В качестве альтернативы отключите привод и извлеките его из установки для сервисного обслуживания.

## 7 Факторы, которые необходимо учитывать при электромонтаже

### 7.1 Меры предосторожности при электрическом монтаже

#### ⚠ П Р Е Д У П Р Е Ж Д Е Н И Е ⚠

##### ИНДУЦИРОВАННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

Индукцированное напряжение от выходных кабелей двигателей, проложенных рядом друг с другом, может зарядить конденсаторы оборудования, даже когда оборудование выключено и заблокировано/вывешены предупредительные таблички. Несоблюдение требований к раздельной прокладке выходных кабелей двигателя или использованию экранированных кабелей может привести к летальному исходу или серьезным травмам.

- Прокладывайте выходные кабели двигателя отдельно или используйте экранированные кабели.
- Выполняйте блокировку/вывешивание предупредительных табличек одновременно для всех преобразователей частоты.

#### ⚠ В Н И М А Н И Е ⚠

##### ИЗОЛЯЦИЯ ТЕРМИСТОРА

Существует опасность травм или повреждения оборудования.

- Для соответствия требованиям к изоляции PELV используйте в термисторах усиленную или двойную изоляцию.

#### У В Е Д О М Л Е Н И Е

##### ПЕРЕГРЕВ И ПОВРЕЖДЕНИЕ ИМУЩЕСТВА

Перегрузка по току может привести к чрезмерному нагреву компонентов внутри привода. Отсутствие защиты от перегрузки по току может привести к пожару и повреждению имущества.

- При применении с несколькими двигателями необходимо использовать дополнительные защитные устройства между приводом и двигателем, например для защиты от короткого замыкания или тепловой защиты двигателя.
- Для защиты от короткого замыкания и перегрузки по току должны быть установлены входные предохранители. Если предохранители отсутствуют в заводской комплектации, их должен установить специалист во время монтажа. Характеристики предохранителей см. в документации к конкретному изделию.

#### У В Е Д О М Л Е Н И Е

##### ПОВРЕЖДЕНИЕ ИМУЩЕСТВА

Защита двигателя от перегрузки не включена в установках по умолчанию. Функции защиты с помощью электронного теплового реле (ETR) обеспечивают защиту двигателя от перегрузки по классу 20. Если не настроить функцию ETR, защита двигателя от перегрузки остается отключенной и перегрев двигателя может привести к повреждению оборудования.

- Включите функцию ETR. Дополнительную информацию см. в руководстве по применению.

## 7.2 Схема соединений

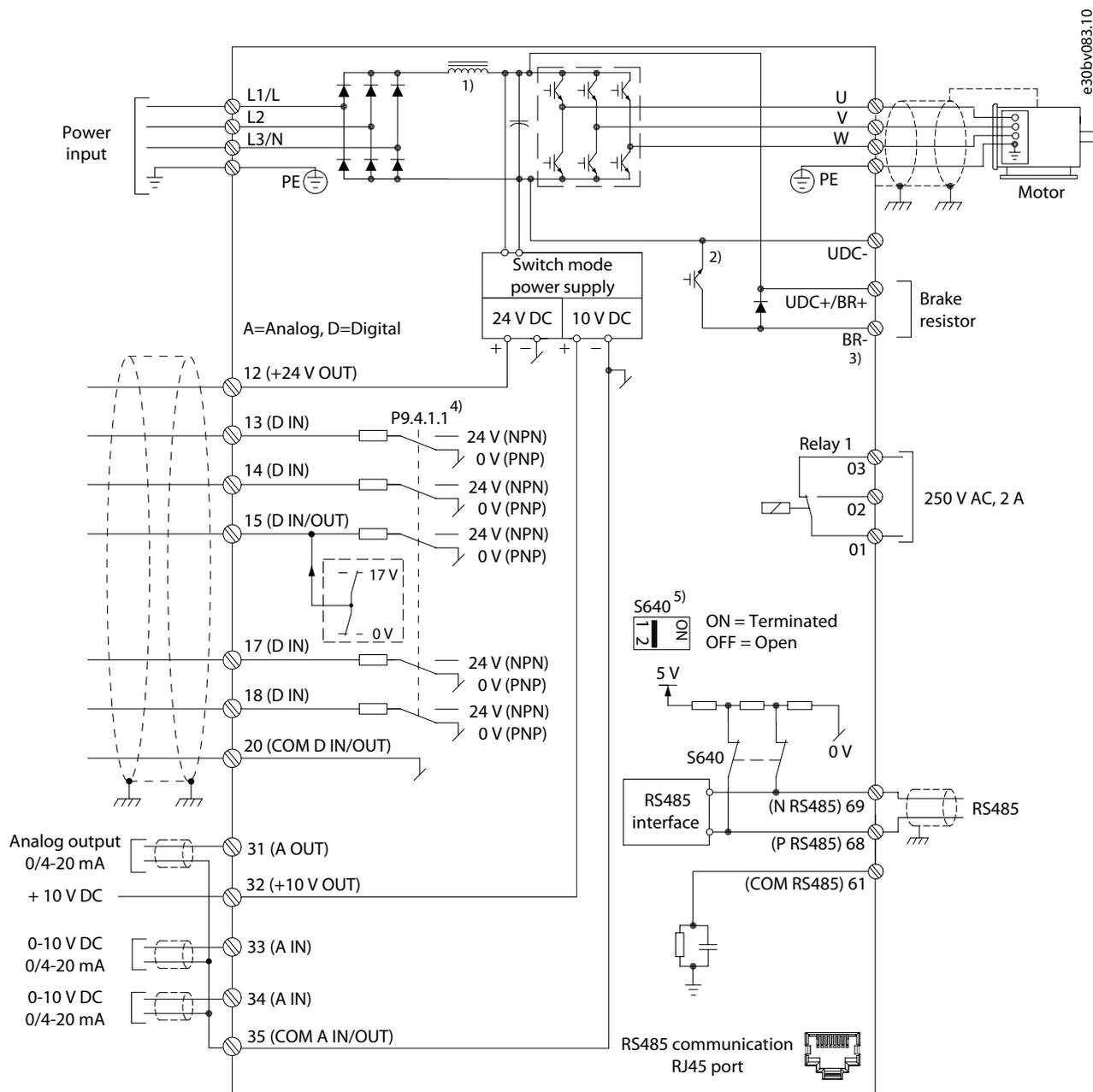


Рисунок 28: Схема соединений

1	Один дроссель постоянного тока в MA05а.	4	Выберите режим PNP или NPN с помощью параметра P9.4.1.1 Digital I/O mode («Режим цифрового ввода/вывода») (PNP = источник, NPN = приемник).
2	Встроенный тормозной прерыватель может использоваться только с приводами с диапазоном мощности 3 x 380–480 В, 2,2 кВт (3,0 л. с.) и выше.	5	Используйте переключатель S640 (клемма шины), чтобы обеспечить оконечную нагрузку порта RS485 (клеммы 68 и 69).
3	Клеммы BR на приводах 1 x 200–240 В и 3 x 380–480 В, 0,37–1,5 кВт (0,5–2,0 л. с.) не предусмотрены.		

## 7.3 Тип сети и защита

### 7.3.1 Типы сети

Привод может работать в сетях различных типов с номинальным напряжением питания.

- TN-S
- TN-C
- TN-C-S
- TT
- IT (поддерживается только версией C4)
- Сети с заземлением по схеме «треугольник» (поддерживаются только версией C4)

Подробную информацию о параметрах, относящихся к типам сети, см. в руководстве по применению.

### 7.3.2 Токи защитного заземления и выравнивания потенциалов/токи утечки

Схема защитного заземления с подходящими характеристиками (PE) необходима для защиты системы привода от удара током. Разъемы PE в приводной установке гарантируют безопасность системы, т. к. предотвращают возникновение опасного напряжения на доступных токопроводящих частях, например на корпусе, из-за единичных токов утечки.

Привод должен быть установлен в соответствии с требованиями к подключению PE и дополнительным короткозамыкающим перемычкам, изложенными в стандарте EN 60364-5-54:2011, п. 543 и 544.

Чтобы в случае отказа сработало автоматическое расцепление на стороне двигателя, импеданс подключения PE между приводом и двигателем должен быть достаточно низким согласно IEC/EN 60364-4-41:2017, п. 411 или 415.

Импеданс следует проверить при помощи начального испытания и последующих периодических испытаний согласно IEC/EN 60364-4-41:2017.

Могут применяться местные требования.

Проектирование системы в соответствии с IEC/EN 61800-5-1:2017 обеспечивает пригодность для подключения PE и защитной перемычки к доступным токопроводящим деталям согласно EN 60364-5-54:2011.

Если привод используется как компонент специальных систем, могут действовать специальные требования относительно надлежащего подключения к PE, например указанные в стандартах EN 60204-1:2018 и IEC/EN 61439-1:2021.

В сетях низкого напряжения в качестве нежелательного эффекта могут возникать токи на защитном проводнике (PE) и проводниках выравнивания потенциалов, а также на конструкциях, подключенных к потенциалу земли. Поскольку причины возникновения этих токов разные, их полезно знать, чтобы предотвращать эти ситуации.

Комплект привода включает в себя кабель питания от сети, инвертор привода и его систему кабелей, а также двигатель со стороны нагрузки. В связи с особенностями функционирования активных и пассивных компонентов и электрооборудования установки возможны явления, приводящие к возникновению токов на проводнике защитного заземления.

- Индуктивная связь из-за асимметрии кабелей питания от сети и (или) шин может привести к возникновению тока утечки на землю на частоте сети и ее гармониках.
- Индуктивная связь из-за асимметрии кабелей двигателя может привести к возникновению тока утечки на землю на основной частоте двигателя.
- Как часть фильтра электромагнитных помех, емкостная развязка цепи постоянного тока с PE может вызывать токи утечки на землю на частоте 150/180 Гц.
- Искажение напряжения/содержание гармоник в сети питания может вызывать токи утечки на землю в диапазоне частот от 150 до 2000 Гц.
- Синфазные токи из-за пропускной способности кабеля двигателя от фаз двигателя к защитному заземлению обычно вызывают токи утечки на землю на частоте коммутации и гармоники (как правило, выше 2 кГц).

Как уже упоминалось выше, ток утечки на землю создается несколькими источниками и зависит от конфигурации системы:

- фильтры ВЧ-помех;
- длина кабеля двигателя;
- экранирование кабеля двигателя;
- мощность привода.

### 7.3.3 Измерение тока утечки на землю

Поскольку токи имеют разные частоты, измерять только эффективное значение нецелесообразно. Вместо этого необходимо выполнить измерение частоты/БПФ. Сделать это можно с помощью осциллографа или специального измерительного

оборудования. Простой анализ эффективного значения с помощью токоизмерительных клещей на соединении PE привода дает недостаточные или недостоверные результаты.

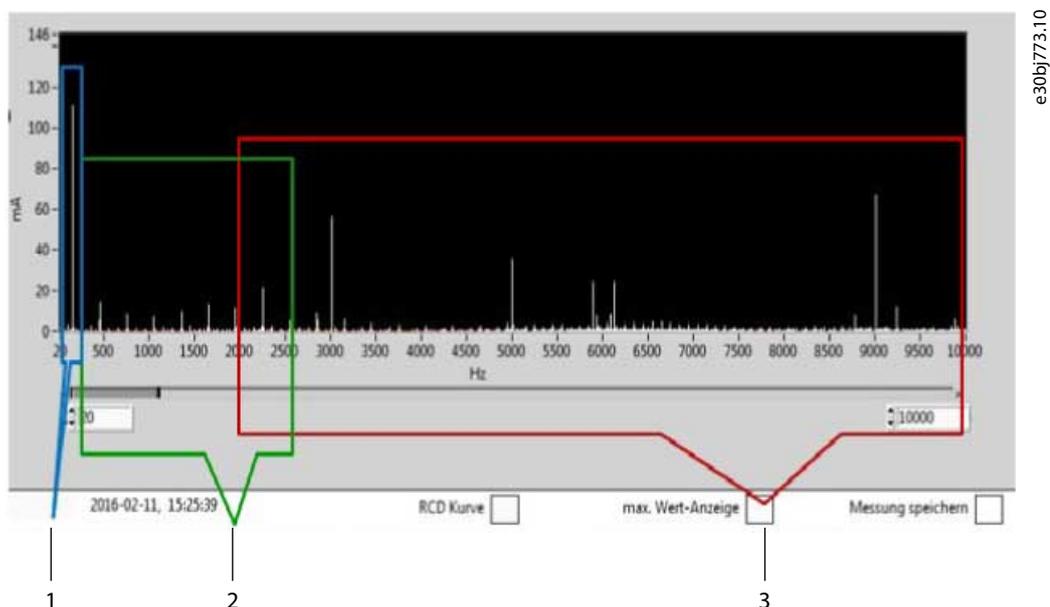


Рисунок 29: Пример измерения БПФ

<p>1 <math>f &lt; 50</math> Гц: типично для индуктивной связи в несимметричных кабелях и проводнике.</p> <p>2 <math>f = 150-2500</math> Гц: типичная гармоническая составляющая в сети. <math>f = 150</math> Гц: типичный синфазный ток благодаря выпрямителю с промежуточной цепью постоянного тока.</p>	<p>3 <math>f &gt; 2</math> кГц: типичный синфазный ток вследствие емкостной связи между кабелем (двигателем) и землей.</p>
---	--

**⚠ П Р Е Д У П Р Е Ж Д Е Н И Е ⚠**

**ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ — ОПАСНОСТЬ ТОКА УТЕЧКИ**

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

- Обязательно используйте усиленный провод защитного заземления, соответствующий стандарту IEC 60364-5-54, п. 543.7, или местным нормам и правилам техники безопасности для оборудования с большим током прикосновения. Для усиленного защитного заземления преобразователя частоты можно использовать:
- проводник защитного заземления с поперечным сечением не менее 10 мм<sup>2</sup> (8 AWG) из меди или 16 мм<sup>2</sup> (6 AWG) из алюминия;
- дополнительный проводник защитного заземления того же сечения, что и оригинальный проводник защитного заземления, как указано в стандарте IEC 60364-5-54, с минимальной площадью поперечного сечения 2,5 мм<sup>2</sup> (14 AWG) (с защитой от механических повреждений) или 4 мм<sup>2</sup> (12 AWG) (без защиты от механических повреждений).
- проводник защитного заземления, полностью закрытый корпусом или защищенный иным способом по всей длине от механических повреждений;
- проводник защитного заземления многожильного силового кабеля с минимальным поперечным сечением провода защитного заземления 2,5 мм<sup>2</sup> (14 AWG) (постоянно соединенный или подключаемый с помощью промышленного разъема; многожильный силовой кабель должен быть установлен с соответствующим компенсатором натяжения).
- ПРИМЕЧАНИЕ. В IEC/EN 60364-5-54, п. 543.7, и некоторых отраслевых стандартах (например, IEC/EN 60204-1) пределом для использования усиленного провода защитного заземления является ток утечки 10 мА.

**⚠ П Р Е Д У П Р Е Ж Д Е Н И Е ⚠****ОПАСНОСТЬ ТОКА УТЕЧКИ**

Токи утечки могут превышать 5 %. Неправильно выполненное заземление привода может привести к летальному исходу или серьезным травмам.

- Убедитесь в том, что минимальный размер провода заземления соответствует местным нормам и правилам техники безопасности для оборудования с большим током прикосновения.

Защитное заземление (PE) и эквипотенциальное соединение обычно соединяются друг с другом, чтобы токи эквипотенциального соединения также распределялись по всей системе защитного заземления.

Токи утечки на землю и их влияние на систему можно предотвратить или уменьшить, используя короткие кабели двигателя, симметричные кабели (особенно для номинальных токов > 50 А) или экранированные кабели с низкой емкостью между проводниками и защитным заземлением.

**7.3.4 Защита датчиком остаточного тока (RCD)**

Для дополнительной защиты от поражения электрическим током и пожара вследствие токов короткого замыкания из-за нарушения изоляции или больших токов утечки можно использовать датчики остаточного тока (RCD). При использовании RCD перед приводом необходимо учитывать дополнительные факторы. RCD следует устанавливать в соответствии с местными нормами и правилами.

**⚠ П Р Е Д У П Р Е Ж Д Е Н И Е ⚠****ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ И ВОЗГОРАНИЯ — ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ RCD**

Преобразователь частоты может вызывать появление постоянного тока повреждения в проводнике защитного заземления. Отсутствие датчика остаточного тока (RCD) типа В может привести к отсутствию необходимой защиты и, как следствие, стать причиной смерти, возгорания или других опасных ситуаций.

- При использовании датчика RCD для защиты от поражения электрическим током на стороне питания допускается использовать только устройство типа В.

Устройства RCD/RCM не различают рабочий ток и ток короткого замыкания, и их работа может быть нарушена. RCD могут срабатывать даже при отсутствии повреждения изоляции в установке.

Ток, измеренный RCD/RCM на фазах сети питания, может отличаться от измеренного тока утечки на землю. Это обусловлено отсутствием тока утечки на землю с электромагнитной связью на фазах сети питания.

Частотная характеристика RCD типа В не полностью стандартизирована, и в верхнем диапазоне частот следует ожидать отличий, зависящих от изготовителя. Дополнительную информацию см. в документации к конкретному RCD.

**7.3.5 Устройства контроля изоляции**

При работе в сети с изолированной нейтралью (IT) для наблюдения за целостностью изоляции двигателя, кабелей двигателя и привода можно использовать устройства контроля изоляции.

Типичные области применения:

- превентивное обнаружение снижения эффективности системы изоляции;
- обнаружение замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью.

Устройство контроля изоляции является ключевым компонентом сети с изолированной нейтралью. Он позволяет проводить профилактическое техобслуживание и предупреждает о возникновении замыкания на землю. Существует несколько типов устройств контроля изоляции с различными принципами работы, например: ввод напряжения постоянного тока, ввод напряжения постоянного тока с переменной полярностью и ввод тока. Не все устройства контроля изоляции совместимы с системами привода из-за емкости на землю и приводов, создающих синфазные напряжения. Важно, чтобы устройство контроля изоляции, используемое в системе привода, было совместимо с приводами.

**7.4 Указания по монтажу в соответствии с требованиями ЭМС**

В данной главе приведена общая информация о надлежащей практике монтажа в соответствии с требованиями ЭМС.

Чтобы выполнить монтаж в соответствии с требованиями ЭМС, следуйте указаниям в руководстве по эксплуатации, которое поставляется с приводом.

Пример надлежащего монтажа в соответствии с требованиями ЭМС приведен на [Рисунок 30](#).

e30bv100.10

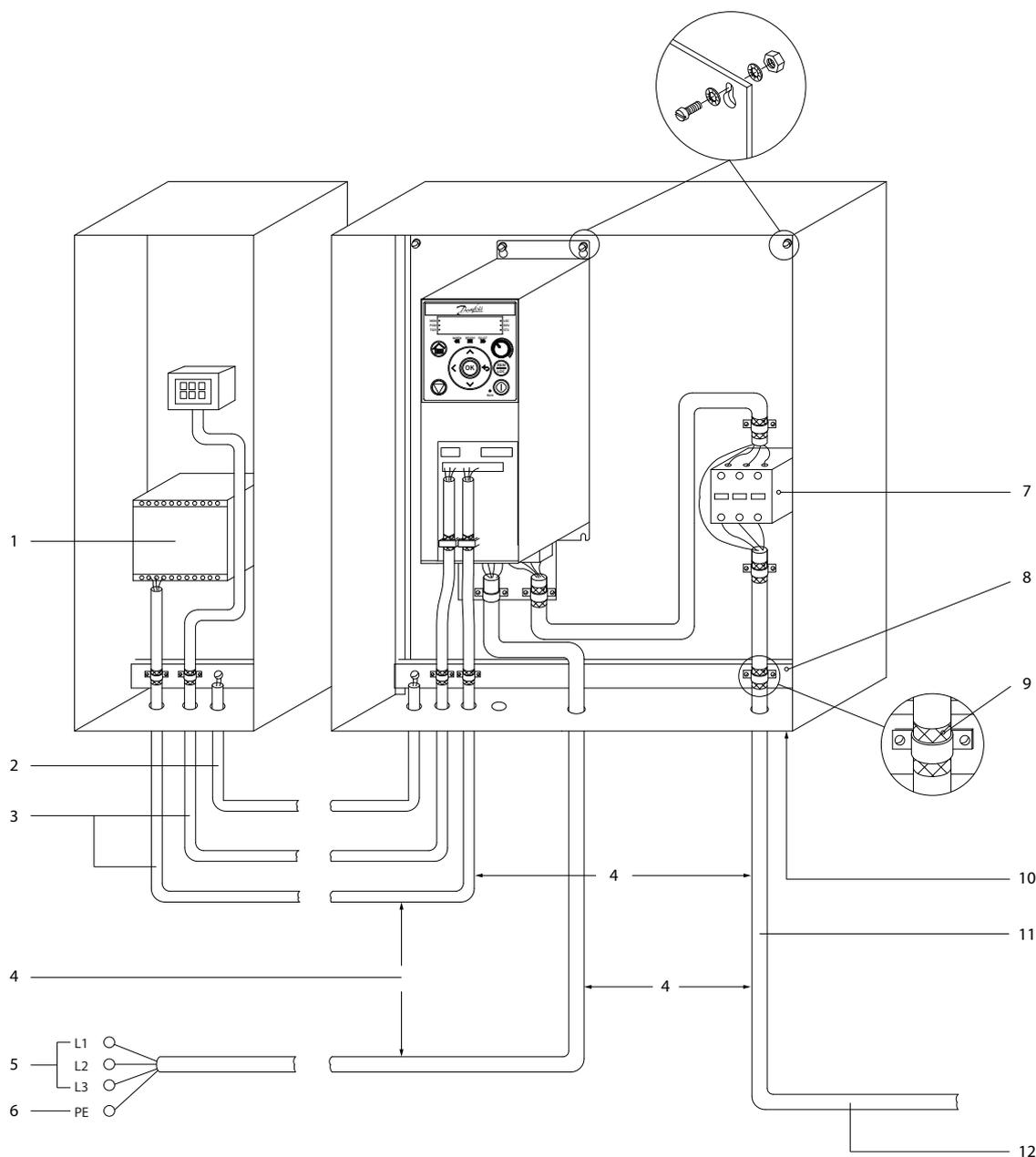


Рисунок 30: Пример надлежащего монтажа в соответствии с требованиями ЭМС

1	Программируемый логический контроллер (ПЛК)	7	Выходной контактор и т. п.
2	Уравнивающий кабель сечением не менее 16 мм <sup>2</sup> (6 AWG)	8	Шина заземления
3	Кабели управления	9	Кабельная изоляция зачищена
4	Минимальное расстояние между кабелями управления, кабелями двигателя и кабелями сети питания 200 мм (7,9 дюйма)	10	Все кабельные вводы на одной стороне панели
5	Питание от сети	11	Кабель двигателя
6	Усиленное защитное заземление	12	Соединение с двигателем (три фазы и защитное заземление)

### 7.4.1 Силовые кабели и заземление

В зависимости от установки и требуемого уровня электромагнитных помех (ЭМП), для подключения двигателя, тормоза и сети постоянного тока необходимо использовать экранированные кабели. В качестве альтернативы можно также использовать неэкранированные кабели в металлическом кабелепроводе.

При использовании экранированного кабеля важно подключить экран через соединение 360°. Присоедините экран с помощью входящих в комплект зажимов и избегайте скруток, поскольку они ограничивают функциональность экранирования.

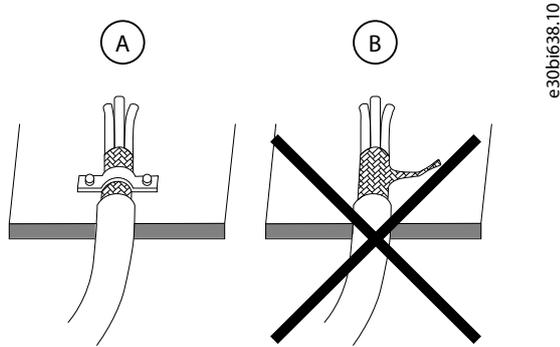


Рисунок 31: Установка экрана кабеля

## У В Е Д О М Л Е Н И Е

### ЭКРАНИРОВАННЫЕ КАБЕЛИ

Без использования экранированных кабелей или металлических кабелепроводов устройство и установка не соответствуют нормативным требованиям.

Если для подключения тормозного резистора используется неэкранированный провод, то для уменьшения электрических помех рекомендуется скрутить провода.

Кабели должны быть как можно короче, чтобы снизить уровень помех от всей системы и свести к минимуму потери.

## ⚠ П Р Е Д У П Р Е Ж Д Е Н И Е ⚠

### ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ — ОПАСНОСТЬ ТОКА УТЕЧКИ

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

- Обязательно используйте усиленный провод защитного заземления, соответствующий стандарту IEC 60364-5-54, п. 543.7, или местным нормам и правилам техники безопасности для оборудования с большим током прикосновения. Для усиленного защитного заземления преобразователя частоты можно использовать:
  - проводник защитного заземления с поперечным сечением не менее 10 мм<sup>2</sup> (8 AWG) из меди или 16 мм<sup>2</sup> (6 AWG) из алюминия;
  - дополнительный проводник защитного заземления того же сечения, что и оригинальный проводник защитного заземления, как указано в стандарте IEC 60364-5-54, с минимальной площадью поперечного сечения 2,5 мм<sup>2</sup> (14 AWG) (с защитой от механических повреждений) или 4 мм<sup>2</sup> (12 AWG) (без защиты от механических повреждений).
- проводник защитного заземления, полностью закрытый корпусом или защищенный иным способом по всей длине от механических повреждений;
- проводник защитного заземления многожильного силового кабеля с минимальным поперечным сечением провода защитного заземления 2,5 мм<sup>2</sup> (14 AWG) (постоянно соединенный или подключаемый с помощью промышленного разъема; многожильный силовой кабель должен быть установлен с соответствующим компенсатором натяжения).
- ПРИМЕЧАНИЕ. В IEC/EN 60364-5-54, п. 543.7, и некоторых отраслевых стандартах (например, IEC/EN 60204-1) пределом для использования усиленного провода защитного заземления является ток утечки 10 мА.

Заземлите привод в соответствии с применимыми стандартами и директивами. Используйте отдельные заземляющие провода для входного питания, питания двигателя и подключения элементов управления. Каждый провод заземления следует выводить на зажим отдельно, в соответствии с требованиями к поперечному сечению.

При подключении к двигателям соблюдайте требования, предъявляемые их производителями.

Провод заземления должен быть как можно более коротким. Минимальное сечение проводов заземления составляет 10 мм<sup>2</sup> (7 AWG). В качестве альтернативы можно использовать два провода заземления, рассчитанных на номинальный ток, с отдельными соединительными наконечниками. Не заземляйте приводы последовательно (см. [Рисунок 32](#)).

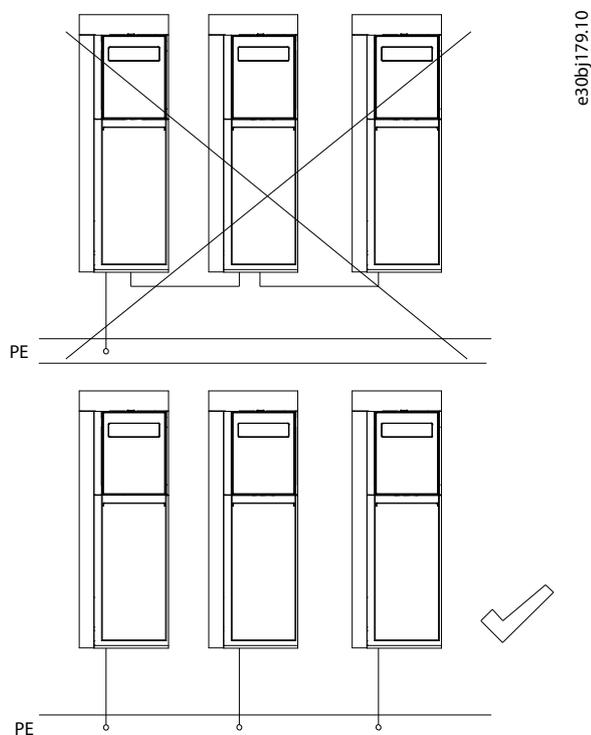


Рисунок 32: Принцип заземления

## 7.4.2 Кабели управления

Используйте для подключения элементов управления экранированные кабели и не прокладывайте провода управления рядом с силовыми кабелями. Рекомендуется изолировать кабели управления от силовых кабелей (сеть питания, двигатель, тормоз и постоянный ток), проложив их отдельно или соблюдая минимальное расстояние 200 мм (7,9 дюйма). Для дополнительного экранирования оба конца кабелей управления должны быть подключены к экрану.

Сигнальные кабели 24 В должны быть проложены отдельно от сигналов 110 и 230 В, например от реле.

Если привод подключен к термистору, провода должны быть экранированы и иметь усиленную (двойную) изоляцию. Рекомендуется использовать напряжение питания 24 В пост. тока.

При прокладывании линий обмена данными и передачи команд (в т. ч. управления) следуйте стандарту конкретного протокола. Например, Ethernet может использовать экранированное синхронное приемно-передающее устройство.

## 7.5 Гальваническая развязка

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

Все клеммы управления и клеммы реле 01–03 соответствуют требованиям PELV (защитное сверхнизкое напряжение).

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

Компоненты, обеспечивающие электрическую изоляцию, как показано на [Рисунок 33](#), отвечают также требованиям к усиленной изоляции и выдерживают соответствующее испытание согласно описанию в EN 61800-5-1.

Гальваническую развязку защитным сверхнизким напряжением можно представить в трех местах (см. [Рисунок 33](#)).

Чтобы обеспечить защиту с использованием защитного сверхнизкого напряжения (PELV), все соединения с клеммами управления должны быть выполнены согласно требованиям к защитному сверхнизкому напряжению. Например, термистор должен иметь усиленную (двойную) изоляцию.

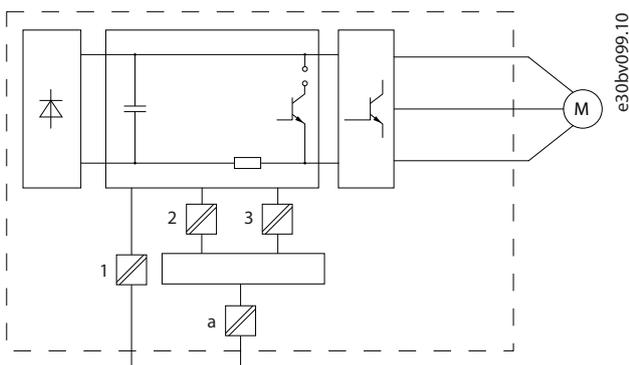


Рисунок 33: Гальваническая развязка

1	Устанавливаемое заказчиком реле	3	Источник питания (импульсный блок питания) платы управления
2	Линия обмена данными между силовой платой питания и платой управления	a	Функционирующая гальваническая развязка для стандартного интерфейса шины RS485

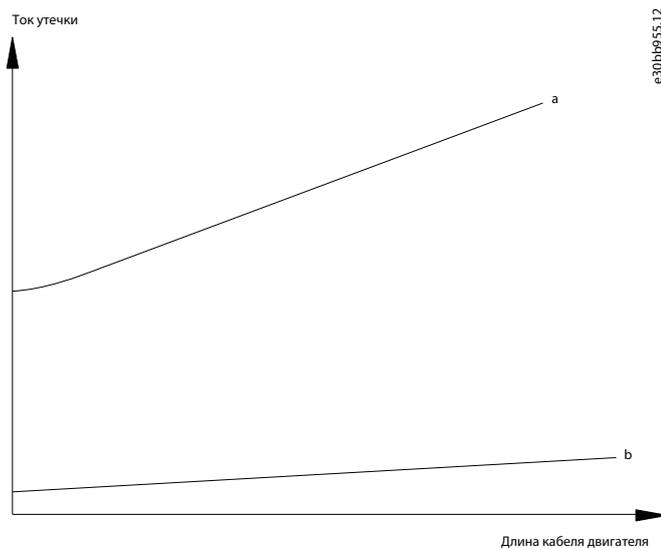
### ⚠ П Р Е Д У П Р Е Ж Д Е Н И Е ⚠

Прежде чем прикасаться к каким-либо электрическим деталям, убедитесь в том, что другие входы напряжения, такие как распределение нагрузки (подключение цепи постоянного тока) или подключение двигателя для возврата кинетической энергии, запасенной в нагрузке, отключены. Соблюдайте время разрядки, указанное в гл. *Безопасность* руководства по эксплуатации. Несоблюдение рекомендаций может привести к летальному исходу или серьезным травмам.

## 7.6 Ток утечки на землю

Соблюдайте национальные и местные нормы, относящиеся к защитному заземлению оборудования с током утечки > 3,5 мА. Технология приводов предполагает высокочастотное переключение при высокой мощности. Такое переключение генерирует токи утечки в проводах заземления. Аварийный ток в приводе, возникающий на выходных силовых клеммах, может содержать компонент постоянного тока, который может приводить к зарядке конденсаторов фильтра и образованию переходных токов заземления. Ток утечки на землю создается несколькими источниками и зависит от конфигурации системы, включая следующие факторы:

- фильтрация ВЧ-помех;
- экранированные кабели двигателя;
- длина кабеля двигателя;
- мощность привода.

Рисунок 34: Влияние длины кабеля и мощности на ток утечки,  $P_a > P_b$ 

Ток утечки зависит также от линейных искажений.

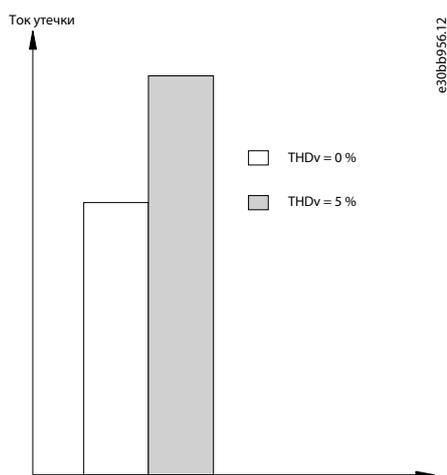


Рисунок 35: Влияние искажения в цепи на ток утечки

В соответствии со стандартом EN/IEC 61800-5-1 (стандартом для систем силового привода), следует соблюдать особую осторожность в том случае, если ток утечки превышает 3,5 мА. Необходимо усилить заземление согласно следующим требованиям к подключению защитного заземления.

- Сечение провода заземления (клемма 95) должно составлять не менее 10 мм<sup>2</sup> (8 AWG).
- Используйте два отдельных провода заземления соответствующих нормативам размеров.

Дополнительную информацию см. в EN/IEC 61800-5-1.

## 7.7 Факторы, которые необходимо учитывать при монтаже двигателя

При выборе преобразователя частоты (привода переменного тока) учитывайте следующие аспекты.

- **Пределы крутящего момента:** если преобразователь частоты (привод переменного тока) управляет двигателем, для этого двигателя можно установить пределы крутящего момента. Выбор привода с полной номинальной мощностью, которая соответствует номинальному току или мощности двигателя, гарантирует устойчивость к требуемой нагрузке. Однако для обеспечения плавного ускорения нагрузки и стойкости к периодически возникающим пиковым нагрузкам необходим дополнительный резерв.
- **Номинальный ток** привода и двигателя. Номинальная мощность является ориентировочной.
- Правильное **рабочее напряжение**.
- Убедитесь в том, что двигатель выдерживает **максимальное пиковое напряжение** на клеммах электродвигателя.

- **Требуемый диапазон скоростей:** работа при частоте источника питания двигателя выше номинальной (50 или 60 Гц) возможна только со сниженной мощностью. Работа на низкой частоте и с высоким крутящим моментом может привести к перегреву двигателя из-за недостаточного охлаждения.
- **Снижение номинальных характеристик:** синхронные двигатели требуют снижения номинальных характеристик, как правило в 2–3 раза, поскольку коэффициент мощности и, следовательно, ток могут быть высокими при низкой частоте.
- **Работа в режиме перегрузки:** привод быстро ограничивает ток до 150 % от полного. Стандартный двигатель с фиксированной скоростью выдерживает такие перегрузки.
- **Останов двигателя:** если необходимо быстро остановить двигатель, следует рассмотреть возможность использования тормозного резистора (выберите клеммы торможения на изделиях «iC2-Micro Frequency Converters») для поглощения энергии.
- **Направление вращения** при подключении к выходным клеммам преобразователя частоты U-V-W соответствует спецификациям NEMA MG1 и IEC 60034-8. Во избежание потенциально опасной ситуации необходимо обеспечить правильное направление вращения в конечном оборудовании. Если требуется только одно направление вращения, рекомендуется настроить параметры привода для работы только в соответствующем направлении.

Основы защиты изоляции и подшипников двигателя в системах с преобразователем частоты (приводом переменного тока) см. в гл. [7.7.2 Изоляция двигателя](#) и [7.7.3 Подшипниковые токи](#).

### 7.7.1 Поддерживаемые типы двигателей

Изделия «iC2-Micro Frequency Converters» совместимы с:

- асинхронными двигателями переменного тока;
- синхронными двигателями с постоянными магнитами.

Приводы не зависят от двигателя и могут быть подключены к двигателям любой марки. Инструкции по настройке двигателей см. в руководстве по применению.

Подробную информацию о поддерживаемых типах двигателей можно получить в компании Danfoss.

### 7.7.2 Изоляция двигателя

Из-за быстрого переключения и отражений в кабелях двигателя подвергаются более высокой нагрузке напряжениям в обмотках при питании от преобразователей частоты (приводов переменного тока), чем при синусоидальном напряжении питания.

Вне зависимости от текущей частоты, на выход преобразователя частоты (привода переменного тока) подаются импульсы напряжения с коротким временем нарастания, приблизительно равные напряжению на шине постоянного тока привода. В зависимости от свойств ослабления и отражения, которыми обладают кабели двигателя и клеммы, импульсное напряжение может почти вдвое превышать напряжение на клеммах двигателя. Это создает нагрузку на изоляцию обмотки двигателя и способно привести к ее разрушению, что может стать причиной искрения.

В зависимости от напряжения и длины кабеля требуется фильтр или усиленная изоляция двигателя.

### 7.7.3 Подшипниковые токи

Преобразователи частоты (приводы переменного тока) могут создавать напряжение синфазного режима, которое индуцирует напряжение на подшипниках двигателя, что приводит к протеканию тока через подшипники двигателя. Для защиты от подшипниковых токов используйте синусоидные фильтры или фильтры синфазных помех.

В связи с принципом своей работы преобразователи частоты (приводы переменного тока) вызывают ряд нежелательных побочных эффектов:

- износ изоляции обмотки двигателя;
- нагрузка на подшипники;
- акустический коммутационный шум в двигателе;
- электромагнитные помехи.

В большинстве случаев эти эффекты находятся на приемлемом уровне, но иногда их необходимо подавлять. Для подавления этих эффектов на выходе из приводов устанавливают фильтры. Наиболее распространены фильтры  $dU/dt$ , синусоидные фильтры и фильтры синфазных помех.

Резкое возрастание частоты коммутации выходного напряжения преобразователя частоты (привода переменного тока) в сочетании с изначальным синфазным напряжением, генерируемым преобразователем частоты (приводом переменного тока), вызывает напряжение по концам вала. Асимметрия двигателя или использование асимметричных кабелей двигателя, особенно при эксплуатации с высокой мощностью, когда ток двигателя превышает 100–200 А, также может привести к возникновению напряжения по концам вала.

Таблица 49: Подавление эффектов подшипникового тока с помощью фильтров

Тип фильтра	
Фильтры dU/dt	Фильтры dU/dt уменьшают скорость нарастания импульсов напряжения на выходе привода до значений, которые обычно ниже 500 В/мкс. Это снижает нагрузку на изоляцию обмотки двигателя. Форма напряжения по-прежнему имеет широтно-импульсную модуляцию. Дополнительные фильтры dU/dt также защищают изоляцию двигателя и снижают подшипниковые токи.
Синусоидные фильтры	Синусоидный фильтр снижает подшипниковые токи и отражения напряжения, а также уровень шума от двигателя. При использовании выходного трансформатора синусоидный фильтр устраняет высокочастотные компоненты, которые могут оказывать изнашивающую нагрузку на трансформатор. Синусоидный фильтр также позволяет использовать значительно более длинные кабели двигателя.
Фильтры синфазных помех	Фильтры синфазных помех снижают высокочастотные синфазные токи между преобразователем частоты (приводом переменного тока) и двигателями. Высокочастотные синфазные фильтры — хороший способ снизить нагрузку от электрического подшипникового тока, но применение таких фильтров не избавляет от необходимости выполнять установку в соответствии с требованиями к электромагнитной совместимости (ЭМС).

### 7.7.4 Тепловая защита двигателя

Двигатель, подключенный к приводу, во время работы можно контролировать во избежание перегрева.

В зависимости от критичности перегрева можно использовать различные методы контроля:

- встроенный электронный тепловой контроль двигателя;
- внешние датчики (PTC согласно DIN 44081).

#### Функция электронного теплового реле

Функция электронного теплового реле (ETR) защищает двигатель от тепловой перегрузки без подключения внешнего устройства, путем оценки температуры двигателя на основе текущей нагрузки и времени.

Функция ETR отвечает соответствующим требованиям UL 61800-5-1, включая требование к тепловой памяти, и обеспечивает уровень защиты класса 20.

ETR — это электронная функция, которая имитирует биметаллическое реле на основе внутренних измерений. График представлен на [Рисунок 36](#).

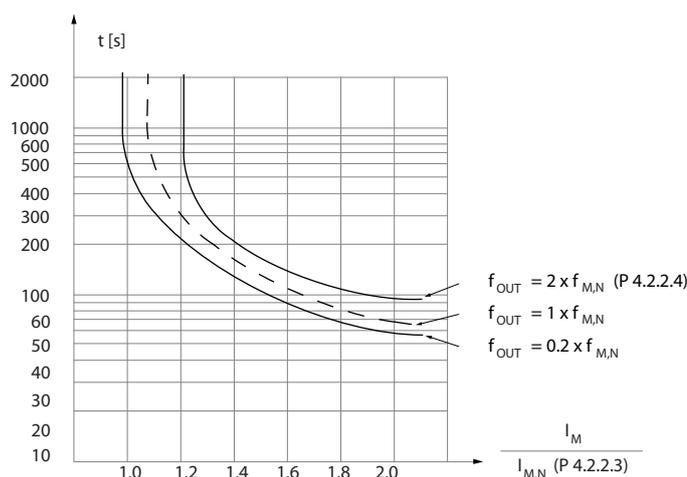


Рисунок 36: ETR

По оси X показано соотношение между  $I_{\text{двиг.}}$  и  $I_{\text{двиг. ном.}}$ . По оси Y показано время в секундах перед срабатыванием функции ETR, отключающим привод. Кривые даны для номинальной скорости, вдвое превышающей номинальную, и скорости 0,2 от номинальной. При меньшей скорости функция ETR срабатывает при более низкой температуре в связи с менее интенсивным охлаждением двигателя. Таким образом, двигатель защищен от перегрева даже на низкой скорости. Функция ETR вычисляет температуру двигателя на основе фактического тока и скорости. Рассчитанная температура отображается в *параметре* P4.1.5 «Тепловая нагрузка двигателя» с выводом на дисплей.

### Подключенные внешние датчики

Контроль может осуществляться с помощью аналогового входа или цифровых входов на плате ввода/вывода или с помощью дополнительных функций. Датчики должны иметь двойную или усиленную изоляцию между двигателем и блоком управления приводом.

Через аналоговый вход можно измерять температуру с помощью внешних датчиков.

Использование цифрового входа позволяет осуществлять мониторинг с помощью датчика РТС. РТС должен быть подключен к цифровому входу от напряжения 24 В пост. тока.

Дополнительную информацию о настройке функций см. в руководстве по применению.

## 7.8 Экстремальные условия работы

### Короткое замыкание (фаза двигателя — фаза)

Привод имеет защиту от короткого замыкания, основанную на измерении тока в каждой из трех фаз двигателя или в цепи постоянного тока. Короткое замыкание между двумя выходными фазами приводит к перегрузке привода по току. Если ток короткого замыкания превышает допустимое значение (неисправность 1б, короткое замыкание), привод отключается.

### Коммутация на выходе

Коммутация на выходе между двигателем и приводом разрешена и не приводит к повреждению привода. 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 привода).
- Если во время замедления момент инерции высокий, то трение низкое и времени замедления оказывается недостаточно для рассеивания энергии в качестве потери в приводе, двигателе и установке.
- Неверная настройка компенсации скольжения может привести к повышению напряжения в цепи постоянного тока.

Блок управления может попытаться по возможности исправить линейное изменение (*параметр P2.3.1 «Включить контроллер перенапряжения»*). Для защиты транзисторов и конденсаторов цепи постоянного тока привод отключается при достижении определенного уровня напряжения.

Выбор метода мониторинга уровня напряжения в цепи постоянного тока: см. *параметр P2.3.1 «Включить контроллер перенапряжения»*, *параметр P3.2.1 «Включить тормозной прерыватель»* и *параметр P4.4.2.1 «Включить тормоз переменного тока»*.

### Пропадание напряжения

При пропадании напряжения привод продолжает работать, пока напряжение в цепи постоянного тока не упадет ниже минимального уровня, при котором происходит останов, а именно:

- 314 В для 3 x 380–480 В.
- 180 В для 1 x 200–240 В.

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

### Статическая перегрузка в режиме VVC+

При перегрузке привода достигается предел крутящего момента в *параметре P5.10.1 «Предел крутящего момента двигателя»* или *параметре P5.10.2 «Предел крутящего момента при регенерации»*, блок управления снижает выходную частоту для уменьшения нагрузки.

При чрезмерной перегрузке может произойти перегрузка по току, что приведет к отключению привода приблизительно через 5–10 с.

Работа на пределе крутящего момента ограничена временем (0–60 с), указанным в *параметре P5.10.6 «Задержка отключения при пределе крутящего момента»*.

### Предел крутящего момента

Предел крутящего момента защищает двигатель от перегрузки независимо от скорости вращения. Предел крутящего момента настраивается в *параметре P5.10.1 «Предел крутящего момента двигателя»* и в *параметре P5.10.2 «Предел крутящего момента при регенерации»*. *Параметр P5.10.6 «Задержка отключения из-за предела крутящего момента»* определяет время до срабатывания предупреждения о пределе крутящего момента.

### Предел по току

*Параметр P2.7.1 «Предел выходного тока %»* регулирует предел по току, а *параметр P2.7.5 «Задержка отключения из-за предела по току»* регулирует время до срабатывания предупреждения о достижении предела по току.

### Нижний предел скорости

Параметр P5.8.3 «Нижний предел скорости двигателя [Гц]» задает минимальную выходную скорость, которую может обеспечить привод.

#### Верхний предел скорости

Параметр P5.8.2 «Верхний предел скорости двигателя [Гц]» и параметр P2.3.14 «Макс. выходная частота» задает максимальную выходную скорость, которую может обеспечить привод.

## 7.9 Требования в отношении силовых кабелей

При выборе силовых кабелей учитывайте следующее.

- Вся проводка должна соответствовать государственным и местным нормам и правилам в отношении сечения проводов и температуры окружающей среды.
- Приводы предназначены для использования с медными кабелями номиналом 70 °C (158 °F). Если не указано иное, температура окружающей среды привода соответствует номинальным характеристикам кабеля.
- Алюминиевые проводники использовать не рекомендуется. При использовании алюминиевых проводников перед подключением проводника убедитесь в том, что его поверхность чистая, оксидный слой удален и проводник покрыт нейтральной, не содержащей кислот смазкой. По причине мягкости алюминия клеммный винт следует через два дня подтянуть. Важно обеспечить газонепроницаемое соединение, в противном случае поверхность алюминия вновь начнет окисляться.
- Для провода защитного заземления требуются кабельные наконечники.
  - При использовании MA01c–MA02c рекомендуется установить на провод защитного заземления кабельный наконечник JST 8-4 (беспаечная кольцевая кабельная клемма).

Подробнее о размерах разъемов питания см. в гл. [4.4 Разъемы питания](#). Размеры относятся как к сплошным, так и к многожильным кабелям.

### 7.9.1 Требования к моментам затяжки

Соединения должны быть затянуты с надлежащим усилием, см. следующую таблицу.

Таблица 50: Требования к моментам затяжки

Размер корпуса	Сеть и двигатель [Н·м (дюйм-фунт)]	Подключение пост. тока [Н·м (дюйм-фунт)]	Тормоз [Н·м (дюйм-фунт)]	Реле заказчика [Н·м (дюйм-фунт)]	Заземляющее соединение [Н·м (дюйм-фунт)]
MA01c	0,7 (6,2)	0,7 (6,2)	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA02c	0,7 (6,2)	0,7 (6,2)	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA01a	0,7 (6,2)	Прямые гнездовые части	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA02a	0,7 (6,2)	Прямые гнездовые части	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA03a	0,7 (6,2)	Прямые гнездовые части	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA04a	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	0,5 (4,4)	2,0 (17,7)
MA05a	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	0,5 (4,4)	2,0 (17,7)

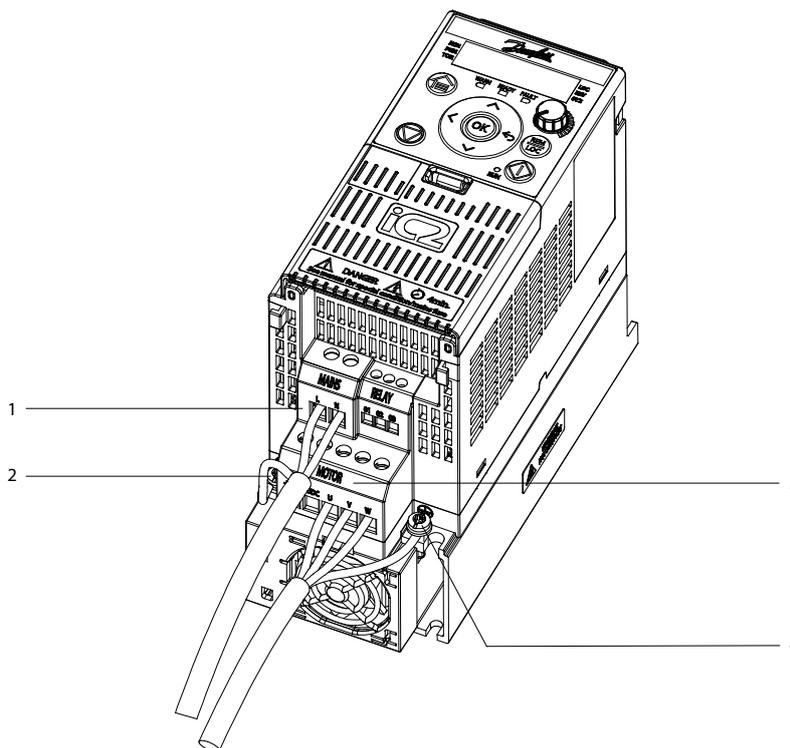
## 7.10 Электрический монтаж

### 7.10.1 Подключение сетевого питания, двигателя и заземления

Подключение сетевого питания, двигателя и заземления в однофазных и трехфазных приводах показано на следующих рисунках. Фактические конфигурации отличаются для разных типов устройств и дополнительного оборудования.

#### У В Е Д О М Л Е Н И Е

При использовании двигателей без бумажной изоляции фазной обмотки или другой усиленной изоляции, пригодной для работы с источником напряжения, на выходе привода следует установить синусоидный фильтр.



e30bv106.10

Рисунок 37: Подключение сетевого питания, двигателя и заземления на однофазных блоках (на примере MA02c)

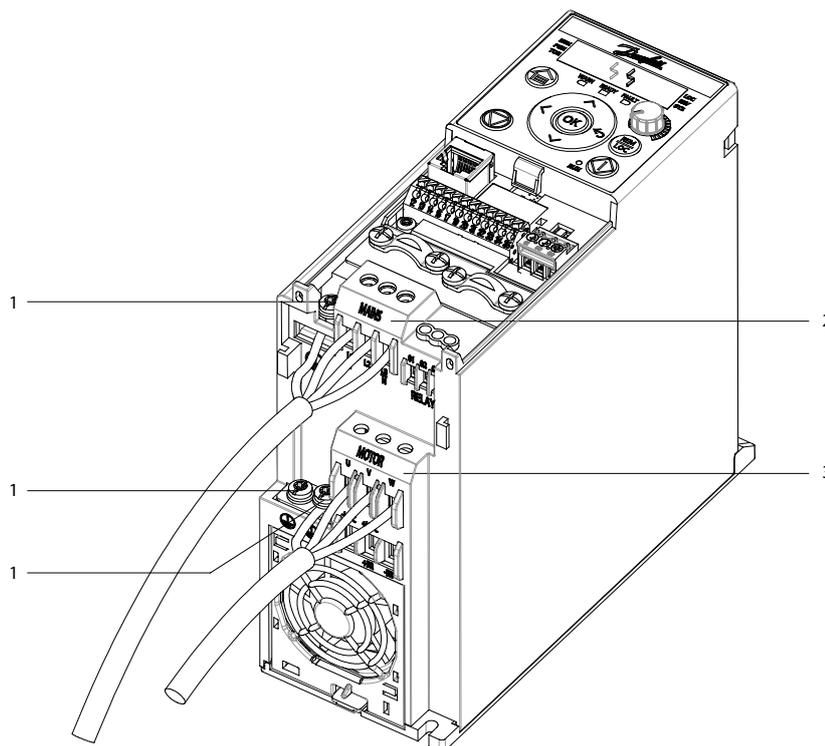
1	Питающая сеть	3	Двигатель
2	Точка заземления А	4	Точка заземления В

### УВЕДОМЛЕНИЕ

В приводах MA01c и MA02c к точке заземления А можно подключить кабель сечением 10 мм<sup>2</sup> (7 AWG) посредством концевой кабельной муфты; рекомендован медный трубчатый кабельный наконечник JST TUB-4.

### УВЕДОМЛЕНИЕ

Если используются три клеммы заземления, в приводах MA01c и MA02c необходимы развязывающие панели.



e30bv107.10

Рисунок 38: Подключение сети питания, двигателя и заземления к трехфазным блокам (на примере MA02a)

1	Заземление	3	Двигатель
2	Питающая сеть		

### 7.10.2 Подключение двигателя

#### ⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ⚠

##### ИНДУЦИРОВАННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

Индукционное напряжение от выходных кабелей двигателей, проложенных рядом друг с другом, может зарядить конденсаторы оборудования, даже когда оборудование выключено и заблокировано/вывешены предупредительные таблички. Несоблюдение требований к раздельной прокладке выходных кабелей двигателя или использованию экранированных кабелей может привести к летальному исходу или серьезным травмам.

- Прокладывайте выходные кабели двигателя отдельно или используйте экранированные кабели.
- Выполняйте блокировку/вывешивание предупредительных табличек одновременно для всех преобразователей частоты.

- Используйте кабель размера, рекомендуемого государственными и местными нормами электробезопасности. Максимальные сечения кабелей см. в гл. 4.4 Разъемы питания.
- Соблюдайте требования производителя двигателя, относящиеся к его подключению.
- В основании блоков, соответствующих классу защиты IP21/тип 1, имеются панели доступа или заглушки для проводки двигателя.
- Запрещается подключать пусковое устройство или устройство переключения полярности (например, двигатель Даландера или асинхронный электродвигатель с контактными кольцами) между приводом и двигателем.

### 7.10.3 Подключение питающей сети

- Размер проводов зависит от входного тока привода. Максимальные размеры проводов см. в гл. [4.4 Разъемы питания](#).
- Используйте кабель размера, рекомендуемого государственными и местными нормами электробезопасности.

#### Процедура

1. Подключите кабели входного питания переменного тока к клеммам N и L на однофазном блоке или к клеммам L1, L2 и L3 на трехфазном блоке, как показано на рисунке ниже (подробнее см. в гл. [7.10.1 Подключение сетевого питания, двигателя и заземления](#)).

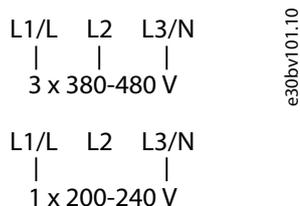


Рисунок 39: Однофазные и трехфазные проводные соединения

2. В зависимости от конфигурации оборудования, подключите входное питание к силовым входным клеммам или к входному разъединителю.
3. Заземлите кабель в соответствии с инструкциями по заземлению, изложенными в гл. [7.4.1 Силовые кабели и заземление](#).

### 7.10.4 Типы клемм управления

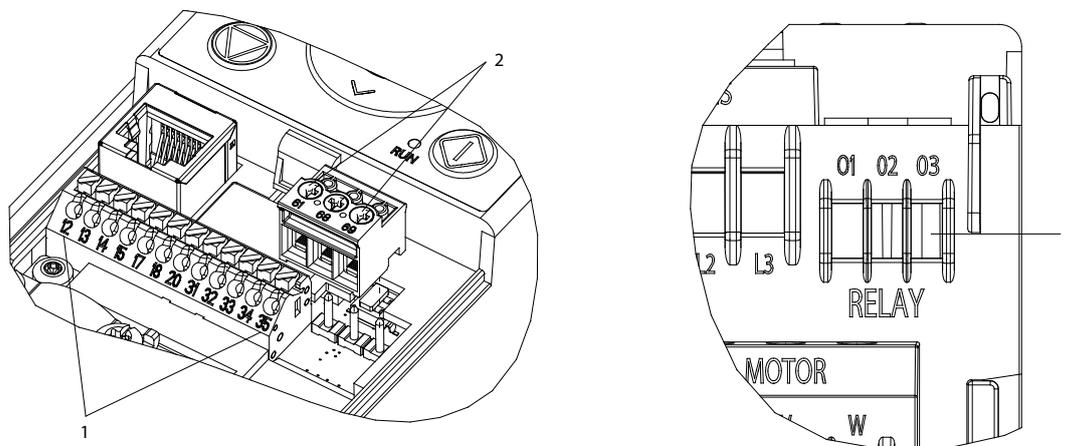


Рисунок 40: Номера и расположение клемм управления

1	Клеммы управления вводом-выводом	3	Реле
2	Последовательная связь (связь с помощью телеграмм)		

Таблица 51: Описание клемм

Клемма	Параметр	Настройка по умолчанию	Описание
<b>Цифровые входы/выходы, импульсные входы/выходы</b>			
12	-	+24 В пост. тока	Напряжение питания 24 В пост. тока. Максимальный выходной ток равен 100 мА.

Клемма	Параметр	Настройка по умолчанию	Описание
13	Параметр P9.4.1.2 «Клемма 13, цифровой вход»	[8] Пуск	Цифровой вход.
14	Параметр P9.4.1.3 «Клемма 14, цифровой вход»	[10] Реверс	Цифровой вход.
15	Параметр P9.4.1.4 «Клемма 15, цифровой вход»	[1] Сброс	Можно выбрать в качестве цифрового входа, цифрового выхода или импульсного выхода. Установка по умолчанию в качестве цифрового входа.
	Параметр P9.4.2.2 «Клемма 15, цифровой выход»	[0] Не используется	
	Параметр P9.4.5.1 «Клемма 15, импульсный выход»	[0] Не используется	
17	Параметр P9.4.1.5 «Клемма 17, цифровой вход»	[14] Фиксированная частота	Цифровой вход.
18	Параметр P9.4.1.6 «Клемма 18, цифровой вход»	[0] Не используется	Цифровой вход, может также использоваться для импульсного входа.
20	–	–	Общая клемма для цифровых и аналоговых входов.
<b>Аналоговые входы/выходы</b>			
31	Параметр P9.5.1.1 «Клемма 31, режим»	[0] 0–20 мА	Программируемый аналоговый выход. Аналоговый сигнал равен 0–20 мА или 4–20 мА при макс. 500 Ом.
32	–	+10 В пост. тока	Напряжение питания аналоговых входов 10 В пост. тока. Максимум 25 мА, обычно используется для подключения потенциометра или термистора.
33	Параметр P9.5.2.1 «Клемма 33, режим»	[1] Режим напряжения	Аналоговый вход. Можно выбирать между режимами напряжения и тока.
34	Параметр P9.5.3.1 «Клемма 34, режим»	[1] Режим напряжения	Аналоговый вход. Можно выбирать между режимами напряжения и тока.
35	–	–	Общая клемма для цифровых и аналоговых входов.
<b>Последовательная связь (связь с помощью телеграмм)</b>			
61	–	–	Встроенный резистивно-емкостной фильтр для экрана кабеля. ТОЛЬКО для подключения экрана при наличии проблем с ЭМС.
68 (+)	Группа параметров G10.1 «Настройки порта FC»	–	Интерфейс RS485. Для контактного сопротивления предусмотрен переключатель.

Клемма	Параметр	Настройка по умолчанию	Описание
69 (-)	Группа параметров G10.1 «Настройки порта FC»	-	
<b>Реле</b>			
(01, 02 и 03)	Параметр P9.4.3.1 «Реле функций»	[9] Отказ	Релейный выход типа Form C. Эти реле расположены в разных местах в зависимости от конфигурации и типоразмера привода. Используются для подключения напряжения переменного и постоянного тока, а также резистивных и индуктивных нагрузок.

### 7.10.5 Размеры проводов управления и длина зачистки изоляции

Соединения выполняются путем вдавливания в разъем сплошного провода. При использовании гибкого (многожильного) провода рекомендуется использовать наконечники. При использовании гибкого провода без наконечника разъем следует насаживать при помощи небольшой отвертки, как показано на [Рисунок 41](#). Максимальный размер отвертки составляет 3 мм.

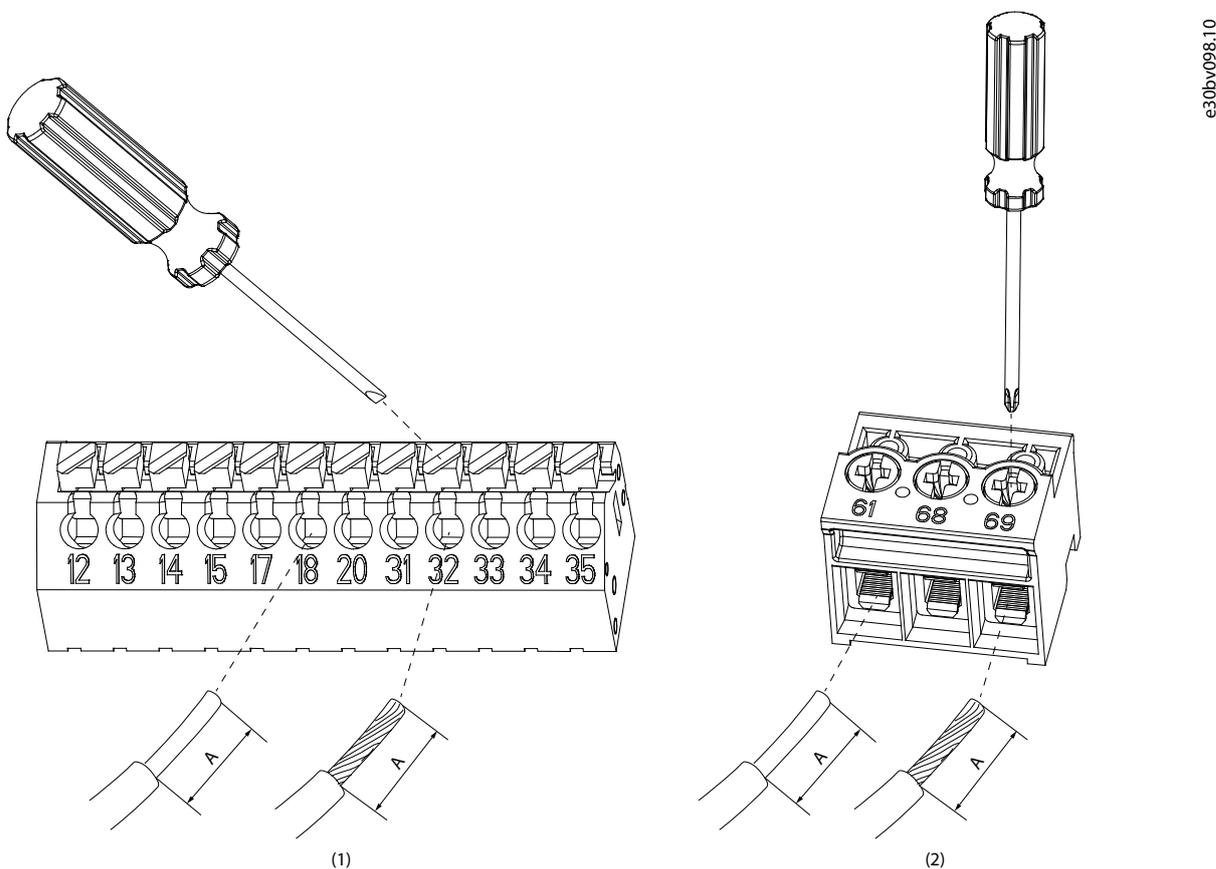


Рисунок 41: Вставка проводов в разъем

1	Клемма ввода-вывода
2	Клемма RS485

Таблица 52: Сечение кабелей для клеммы ввода/вывода

Тип провода	Поперечное сечение [мм <sup>2</sup> (AWG)]	Длина зачистки изоляции A [мм (дюйм)]
Твердый	0,2–1,5 (24–16)	8,5–9,5 (0,33–0,37)
Гибкий с наконечником	0,2–1,5 (24–16)	8,5–9,5 (0,33–0,37)

Таблица 53: Сечение кабелей для клеммы RS485

Тип провода	Поперечное сечение [мм <sup>2</sup> (AWG)]	Длина зачистки изоляции A [мм (дюйм)]
Твердый	0,25–1,5 (24–16)	5–6 (0,20–0,24)
Гибкий с наконечником	0,25–1,5 (24–16)	5–6 (0,20–0,24)

### 7.10.6 Подключение экрана кабеля

Экран кабеля должен полностью соприкасаться с зажимом ЭМС на плате ЭМС. Изоляцию следует снять, экран кабеля должен быть открыт по всей поверхности. Избегайте скруток.

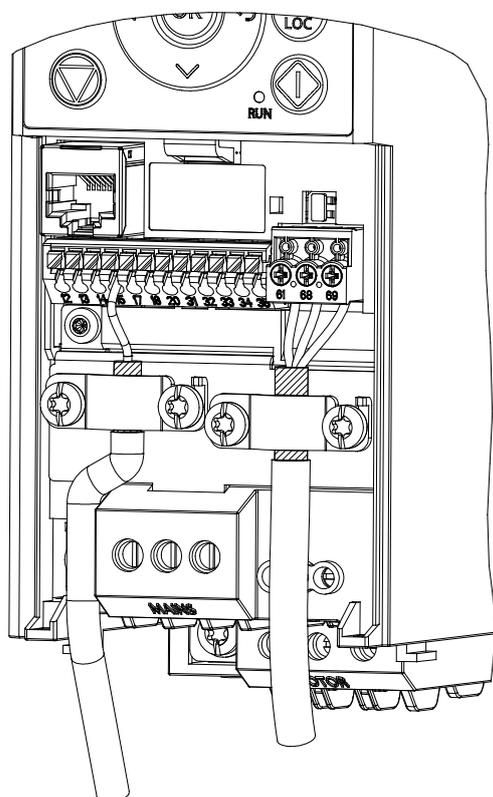


Рисунок 42: Правильное подключение экрана кабеля

### 7.10.7 Распределение нагрузки/тормоз

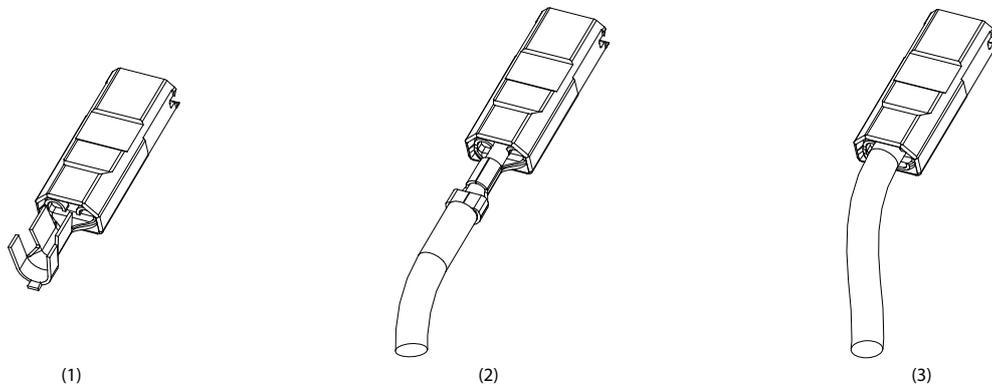
Таблица 54: Клеммы подключения

Распределение нагрузки	-UDC и +UDC/+BR
Тормоз	-BR и +UDC/+BR

- На приводах MA01a, MA02a и MA03a рекомендуется использовать провод с соединителем (штепсельные гнезда и плоские штекеры FASTON Ultra-Pod с полностью изолированным корпусом, 521366-2, TE Connectivity).
- При использовании других размеров корпуса подключите провода к соответствующей клемме и затяните их. Требуемое максимальное усилие при затяжке винтов см. на задней стороне клеммной крышки.

## У В Е Д О М Л Е Н И Е

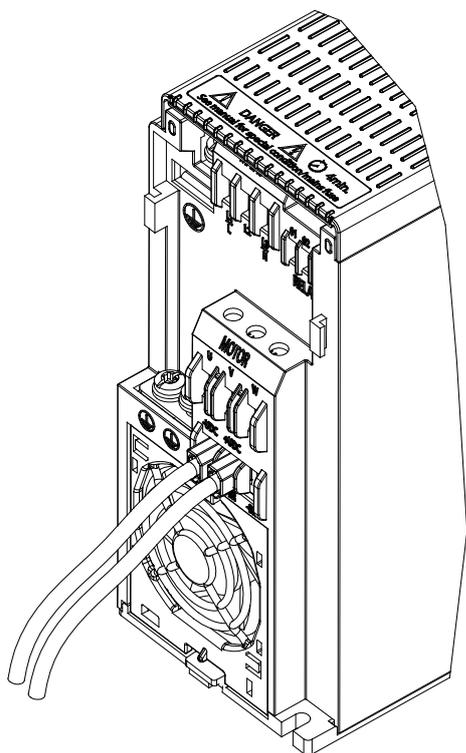
Между клеммами +UDC/+BR и -UDC может иметь место уровень напряжения до 850 В пост. тока. Защита от короткого замыкания отсутствует.



e30bv089.10

Рисунок 43: Подключение разъема для распределения нагрузки и тормоза

<p>1 Разъем</p> <p>2 Подключение провода к разъему</p>	<p>3 Подключение выполнено</p>
--	--------------------------------



e30bv090.10

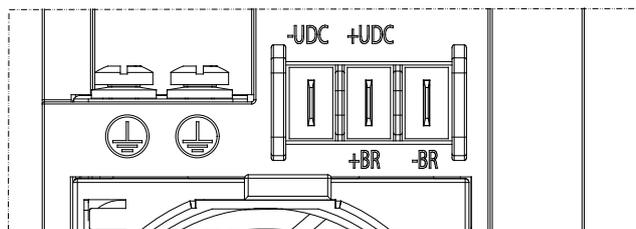
Рисунок 44: Подключение к распределению нагрузки и тормозу

## У В Е Д О М Л Е Н И Е

### ФУНКЦИЯ ТОРМОЖЕНИЯ MA02A

Приводы MA02a имеют функцию торможения только в исполнении 3 x 380–480 В.

- Не подключайте кабель тормозного резистора к преобразователям частоты MA02a 1 x 200–240 В.



e30bv102.10

Рисунок 45: Функция торможения MA02a (3 x 380–480 В)

## 8 Порядок заказа

### 8.1 Код модели

Конфигурация привода отражена в кодовом обозначении модели. Код модели можно использовать для идентификации конкретной конфигурации привода и его встроенных функций.

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
i	C	2	-	3	0	F	A	3	N	0	4	-	0	1	A	2	E	2	0	F	0	+	A	C	B	C
								1	N	0	2									F	2		A	C	X	X
																				F	4					

e30by086.10

Рисунок 46: Код модели

Таблица 55: Пример окончательного кода модели

Описание	Позиция	Функция
Группа изделия	1–6	iC2-30
Категория изделия	7–8	FA: преобразователь частоты, с воздушным охлаждением
Тип изделия	9–10	<ul style="list-style-type: none"> <li>3N: трехфазный источник питания</li> <li>1N: однофазный источник питания</li> </ul>
Напряжение сети	11–12	<ul style="list-style-type: none"> <li>04: 380–480 В пер. тока</li> <li>02: 200–240 В пер. тока</li> </ul>
Номинальный ток	14–17	01A2–43A0
Класс защиты	18–20	E20: IP20/открытый тип
Категория ЭМС	21–22	<ul style="list-style-type: none"> <li>F0: категория C1 (со встроенным фильтром ЭМС)</li> <li>F2: категория C2 (со встроенным фильтром ЭМС)</li> <li>F4: категория C4 (без встроенного фильтра ЭМС)</li> </ul>
Встроенный тормозной прерыватель	Код со знаком плюс	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ACBC: со встроенным тормозным прерывателем</li> <li>+ACXX: без встроенного тормозного прерывателя</li> </ul>

### 8.2 Заказ принадлежностей и запасных частей

Таблица 56: Коды для заказа принадлежностей

Категория	Наименование детали	Кодовый номер
Комплекты для переоборудования IP21/тип 1	Комплект для переоборудования IP21/тип 1, MA01c	132G0188
	Комплект для переоборудования IP21/тип 1, MA02c	132G0189
	Комплект для переоборудования IP21/тип 1, MA01a	132G0190
	Комплект для переоборудования IP21/тип 1, MA02a	132G0191
	Комплект для переоборудования IP21/тип 1, MA03a <sup>(1)</sup>	132G0192
	Комплект для переоборудования IP21/тип 1, MA04a <sup>(1)</sup>	132G0193

Категория	Наименование детали	Кодовый номер	
	Комплект для переоборудования IP21/тип 1, MA05a <sup>(1)</sup>	132G0194	
Комплекты для переоборудования NEMA 1	Комплект для переоборудования NEMA 1, MA01c	132G0195	
	Комплект для переоборудования NEMA 1, MA02c	132G0196	
	Комплект для переоборудования NEMA 1, MA01a	132G0197	
	Комплект для переоборудования NEMA 1, MA02a	132G0198	
	Комплект для переоборудования NEMA 1, MA03a <sup>(1)</sup>	132G0199	
	Комплект для переоборудования NEMA 1, MA04a <sup>(1)</sup>	132G0200	
Монтажные комплекты развязывающей панели	Комплект для переоборудования NEMA 1, MA05a <sup>(1)</sup>	132G0201	
	Монтажный комплект развязывающей панели, MA01c	132G0202	
	Монтажный комплект развязывающей панели, MA02c	132G0203	
	Монтажный комплект развязывающей панели, MA01a	132G0204	
	Монтажный комплект развязывающей панели, MA02/03a	132G0205	
Разъемы	Монтажный комплект развязывающей панели, MA04/05a <sup>(1)</sup>	132G0206	
	Разъем для стандартного резистора постоянного тока/ тормозного резистора	132G0207	
	ЧМИ и принадлежности	Панель управления 2.0 OP2 <sup>(1)</sup>	132G0234
		Комплект для монтажа на поверхности OA2 <sup>(1)</sup>	132G0235
		Комплект для скрытого монтажа OA2 <sup>(1)</sup>	132G0236
Кабель панели управления, 1,5 м OA2 <sup>(1)</sup>		132G0237	
Кабель панели управления, 3 м OA2 <sup>(1)</sup>		132G0238	

<sup>1</sup> В данный момент не поставляется.

Таблица 57: Коды для заказа запасных частей

Категория	Наименование детали	Кодовый номер
Вентиляторы охлаждения	Вентилятор охлаждения, MA02c	132G0215
	Вентилятор охлаждения, MA01a	132G0216
	Вентилятор охлаждения, MA02a	132G0217
	Вентилятор охлаждения, MA03a <sup>(1)</sup>	132G0218
	Вентилятор охлаждения, MA04a <sup>(1)</sup>	132G0219
	Вентилятор охлаждения, MA05a <sup>(1)</sup>	132G0220
Комплекты запасных частей	Комплект запасных частей, MA01c	132G0221
	Комплект запасных частей, MA02c	132G0222

Категория	Наименование детали	Кодовый номер
	Комплект запасных частей, MA01a	132G0223
	Комплект запасных частей, MA02a	132G0224
	Комплект запасных частей, MA03a <sup>(1)</sup>	132G0225
	Комплект запасных частей, MA04a <sup>(1)</sup>	132G0226
	Комплект запасных частей, MA05a <sup>(1)</sup>	132G0227

<sup>1</sup> В настоящий момент не поставляется.

## 8.3 Заказ тормозных резисторов

### 8.3.1 Введение

Danfoss предлагает широкий ассортимент различных резисторов, специально разработанных для наших приводов. В этом разделе перечислены коды для заказа тормозных резисторов. Сопротивление тормозного резистора, указанное в коде для заказа, может быть больше сопротивления  $R_{рек}$ . В этом случае фактический тормозной момент может быть меньше максимального тормозного момента, который может обеспечить привод.

### 8.3.2 Заказ тормозных резисторов 10 %

Таблица 58: iC2-Micro Frequency Converters — сеть: 3 x 380–480 В пер. тока, рабочий цикл 10 %

Номинальная мощность	$P_m$ (НО)	$R_{мин.}$	$R_{торм. ном.}$	$R_{рек.}$	$P_{торм. ср.}$	Код для заказа	Период	Сечение проводника <sup>(1)</sup>	Тепловое реле	Максимальный тормозной момент с резистором
3 фазы, 380–480 В	[кВт (л. с.)]	[Ом]	[Ом]	[Ом]	[кВт (л. с.)]	175Uxxxx	[с]	[мм <sup>2</sup> (AWG)]	[А]	[%]
05A3	2,2 (3,0)	139	163,95	155	0,190 (0,255)	3008	120	1,5 (16)	0,9	131
07A2	3 (4,0)	100	118,86	112	0,262 (0,351)	3300	120	1,5 (16)	1,3	131
09A0	4 (5,0)	74	87,93	83	0,354 (0,475)	3335	120	1,5 (16)	1,9	128

<sup>1</sup> Вся система кабелей должна соответствовать государственным и местным нормам и правилам в отношении сечения проводников и температуры окружающей среды.

## 8.3.3 Заказ тормозных резисторов 40 %

Таблица 59: iC2-Micro Frequency Converters — сеть: 3 x 380–480 В пер. тока, рабочий цикл 40 %

Номинальная мощность	$P_m$ (НО)	$R_{мин.}$	$R_{торм.}$ ном.	$R_{рек.}$	$P_{торм.}$ ср.	Код для заказа	Период	Сечение проводника <sup>(1)</sup>	Тепловое реле	Максимальный тормозной момент с резистором
3 фазы, 380–480 В (Т4)	[кВт (л. с.)]	[Ом]	[Ом]	[Ом]	[кВт (л. с.)]	175Uxxxx	[с]	[мм <sup>2</sup> (AWG)]	[А]	[%]
05A3	2,2 (3,0)	139	163,95	155	0,807 (1,082)	3312	120	1,5 (16)	2,1	131
07A2	3 (4,0)	100	118,86	112	1,113 (1,491)	3313	120	1,5 (16)	2,7	131
09A0	4 (5,0)	74	87,93	83	1,504 (2,016)	3314	120	1,5 (16)	3,7	128

<sup>1</sup> Вся система кабелей должна соответствовать государственным и местным нормам и правилам в отношении сечения проводников и температуры окружающей среды.

## Индекс

### D

dU/dt..... 44

### E

ETR..... 72

### I

IP20/открытый тип..... 17, 47, 54

IP21/UL, тип 1..... 17, 48, 54

### M

MyDrive® Insight..... 27

### N

NEMA 1..... 49

### P

PELV (защитное сверхнизкое напряжение)..... 68

### R

RoHS directive..... 12

RS485..... 18, 36, 80

### U

UKCA..... 11

### A

Автоматические выключатели..... 38

Акустический шум..... 40

Аналоговый вход..... 35

### Б

Блок-схема..... 14

Болты..... 57

### В

Вентилятор охлаждения..... 56, 84

Верхний предел скорости..... 74

Винты..... 57

Внешние датчики..... 73

Внешний контроллер..... 14

Время нарастания..... 44

Встроенный фильтр..... 17

Встроенный фильтр ЭМС..... 17, 43

Вход сетевого питания..... 14

Входное питание..... 15, 77

Входы и выходы управления..... 33

Выпрямитель..... 14

### Д

Двигатель

Контроль состояния..... 14

Защита от перегрузки..... 14

Ток..... 15

Тепловая защита..... 17

Длина кабеля..... 43

Напряжение..... 44

Установка..... 70

Типы..... 71

Изоляция..... 71

Фаза..... 73

Подключение..... 74

Динамическое торможение..... 28

Директива ErP..... 12

Директива по низковольтному оборудованию..... 11

Директивы..... 11

Дистанционные команды..... 14

Дополнительная документация..... 7

Доступ для обслуживания..... 55, 60

### E

EAN..... 52

Европейский товарный номер..... 52

Естественное воздушное охлаждение..... 59

### Ж

Жилая среда..... 42

Журнал изменений..... 7

### З

Заземление..... 77

Запасные части..... 84

Защита от перегрузки..... 32

### И

Инвертор..... 15

Индикаторы..... 21

Инструкции по технике безопасности..... 9

История изменений документа..... 7

### К

Квалифицированный персонал..... 7, 10

Клеммная крышка..... 17

Клеммы управления..... 17, 77

Код модели..... 83

Коммутация на выходе..... 73

Комплект для переоборудования IP21/тип 1..... 83

Комплект для переоборудования NEMA 1..... 84

Комплект запасных частей..... 84

Комплект поставки..... 50

Конденсаторная батарея..... 15

Конструирование с учетом экологических требований..... 15

Контроль температуры..... 72

Конфигуратор..... 7

Короткое замыкание..... 73

Коэффициент мощности..... 14

КПД системы..... 15

### Л

Листинг UL..... 11

### M

Маркировка CE..... 11

Маркировка KC..... 11

Медицинские устройства.....	8	Разрешения.....	11
Механический удерживающий тормоз.....	28	Разъем RJ45.....	18
Минимальные зазоры для охлаждения.....	59	Разъемы питания.....	39
Момент инерции.....	73	Распределение нагрузки.....	80
Монтаж		Резисторное торможение.....	28
Факторы, которые необходимо учитывать.....	56	<b>С</b>	
Места.....	57	Сведения об изделии.....	7
Направления.....	57	Сдвижная дверца	
Монтажный комплект развязывающей панели.....	84	Демонтаж.....	22
<b>Н</b>		Повторный монтаж.....	23
Напряжение		Сертификат CSA/cUL.....	11
Предупреждение, касающееся техники безопасности.....	9	Сертификаты.....	11
Нижний предел скорости.....	73	Сертификация в Корее.....	11
<b>О</b>		Силовое оборудование.....	16
Обратная связь системы.....	14	Символ соответствия нормативным требованиям RCM.....	11
Общие требования обеспечения безопасности.....	8	Символы.....	8
<b>П</b>		Система силового привода.....	15
Панель управления.....	19	СКЗ.....	14
Панель управления 2.0 OP2.....	19	Снижение номинальных характеристик.....	17, 44, 45, 46
Перегрев.....	72	Соответствие директиве о машинном оборудовании.....	12
Переменный ток		Справочный материал.....	7
Питающая сеть.....	14	Среднеквадратичное значение тока.....	14
Вход.....	14,77	Статическая перегрузка в режиме VVC+.....	73
Форма колебаний.....	15	Схема соединений.....	7, 62
Тормоз.....	28	Схемы расположения отверстий.....	58
Питание от сети.....	31, 31, 32	<b>Т</b>	
Повторная формовка конденсатора.....	52	Технические характеристики	
Подключение заземления.....	74	Сеть.....	32
Подключение к питающей сети.....	74	Выходная мощность двигателя.....	33
Подключение экрана кабеля.....	80	Характеристики крутящего момента.....	33
Постоянный ток		Цифровой вход.....	33
Ток.....	14	Импульсный вход.....	33
Шина.....	14	Цифровой выход.....	34
Реактор.....	14	Импульсный выход.....	34
Тормоз.....	28	Аналоговый вход.....	35
Потенциометр.....	20	Аналоговый выход.....	35
Потери мощности.....	15	Релейный выход.....	35
Правила безопасной эксплуатации.....	8	Вспомогательное напряжение.....	36
Правила экспортного контроля.....	13	Типы сети.....	63, 63
Превышение напряжения, создаваемое двигателем.....	73	Ток утечки.....	64, 65, 67
Предел крутящего момента.....	73	ток утечки;.....	69
Предел по току.....	73	Тормоз.....	80
Предохранители.....	38	Тормозной прерыватель.....	15
Предсказуемое неправильное использование.....	14	Тормозной резистор.....	29, 85
Применение по назначению.....	14	Транспортировка.....	53
Принадлежности.....	83	Требования в отношении силовых кабелей.....	74
Принудительное охлаждение.....	59	Требования в отношении ЭМС	
Производственная среда.....	42	Силовые кабели.....	67
Пропадание напряжения.....	73	Заземление.....	67
<b>Р</b>		Кабели управления.....	68
Радиатор.....	56	Требования к моментам затяжки.....	74
Размер кабеля.....	76	<b>У</b>	
Размеры		Удаляемая заглушка.....	76
IP20/открытый тип.....	47	Условия монтажа.....	54
IP21/UL, тип 1.....	48	Условия окружающей среды	
NEMA 1.....	49	Хранение.....	36
Размеры проводов управления.....	79	Транспортировка.....	37
		Эксплуатация.....	37
		Условия эксплуатации.....	54

Утверждения типового образца.....	11	Э	
Утилизация.....	52, 52, 52	Экранированный кабель.....	76
<b>Ф</b>		Экстремальные условия работы.....	73
Факторы, которые необходимо учитывать при техническом обслуживании.....	55	Электромагнитная совместимость (ЭМС)	
Фильтр ВЧ-помех.....	14	Уровень соответствия.....	41
Функция торможения.....	30	Требования к излучению.....	42
<b>Х</b>		Требования к помехоустойчивости.....	42
Хранение.....	53	Совместимость.....	43
<b>Ц</b>		Электромагнитные помехи.....	8
Цель руководства.....	7	Электронное тепловое реле.....	72
Цепь (схема) управления.....	15	ЭМС	
<b>Ч</b>		Директива.....	12
Чертежи.....	7	Энергоэффективность.....	15
		Этикетки.....	50
		Этикетки на изделии.....	50, 50
		Этикетки на приводе.....	50
		Этикетки на упаковке.....	51

**Danfoss A/S**  
Ulsnaes 1  
6300 Graasten, Дания  
[drives.danfoss.com](http://drives.danfoss.com)

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.

