

# Руководство по проектированию VLT<sup>®</sup> DriveMotor FCP 106/FCM 106





## Оглавление

<b>1 Введение</b>	<b>5</b>
1.1 Цель «Руководства по проектированию»	5
1.2 Дополнительные ресурсы	5
1.3 Символы, сокращения и условные обозначения	5
1.4 Разрешения	6
1.4.1 Сфера действия маркировки CE	7
1.4.2 Маркировка CE	7
1.4.2.1 Директива по низковольтному оборудованию	7
1.4.2.2 Директива по электромагнитной совместимости	7
1.4.2.3 Директива о машинном оборудовании	8
1.4.2.4 Директива ErP	8
1.4.3 Соответствие стандартам, обозначаемое символом C-tick	8
1.4.4 Соответствие техническим условиям UL	8
1.4.5 Правила экспортного контроля	8
1.5 Версия ПО	9
1.6 Инструкции по утилизации	9
1.7 Техника безопасности	9
1.7.1 Общие принципы техники безопасности	9
<b>2 Описание изделия</b>	<b>11</b>
2.1 Введение	11
2.1.1 Прокладка	11
2.1.2 Принципиальная схема	12
2.1.3 Обзор электрических клемм	13
2.1.4 Клеммы управления и реле Z	14
2.1.5 Сети последовательной связи (периферийные шины)	15
2.2 Модуль памяти VLT® Memory Module MCM 101	15
2.2.1 Настройка модуля памяти VLT® Memory Module MCM 101	15
2.2.2 Копирование данных с помощью ПК и программатора модуля памяти (ММР)	16
2.2.3 Копирование конфигурации на несколько преобразователей частоты	17
2.3 Структуры управления	18
2.3.1 Структура управления с разомкнутым контуром	18
2.3.2 Структура управления с замкнутым контуром (ПИ)	18
2.4 Местное (Hand On) и дистанционное (Auto On) управление	19
2.5 Формирование обратной связи и задания	20
2.6 Общие вопросы ЭМС	21
2.7 Ток утечки	27
2.7.1 Ток утечки на землю	27
2.8 Гальваническая развязка (PELV)	28

<b>3 Интеграция системы</b>	<b>30</b>
3.1 Введение	30
3.2 Вход сетевого питания	31
3.2.1 Помехи в питающей сети/гармоники	31
3.2.1.1 Общие вопросы излучения гармоник	31
3.2.1.2 Требования к излучению гармоник	32
3.2.1.3 Результаты проверки на гармоники (излучение)	32
3.3 Электродвигатели	34
3.3.1 Покомпонентные изображения	34
3.3.2 Подъем	36
3.3.3 Подшипники	36
3.3.4 Срок службы и смазка подшипников	37
3.3.5 Баланс	39
3.3.6 Выходные валы	39
3.3.7 Инерция FCM 106	39
3.3.8 Типоразмер двигателя FCM 106	39
3.3.9 Тепловая защита двигателя	39
3.3.9.1 Электронное тепловое реле	39
3.3.9.2 Термистор (только FCP 106)	40
3.4 Выбор преобразователя частоты и/или дополнительного оборудования	41
3.4.1 Комплект дистанционного монтажа	41
3.4.2 Местный пульт управления	42
3.5 Особые условия	42
3.5.1 Цель снижения номинальных характеристик	42
3.5.2 Снижение номинальных характеристик для температуры окружающего воздуха и частоты коммутации.	43
3.5.3 Автоматическая адаптация для обеспечения эксплуатационных характеристик	43
3.5.4 Снижение номинальных характеристик в случае низкого атмосферного давления	43
3.5.5 Экстремальные условия работы	43
3.6 Условия окружающей среды	44
3.6.1 Влажность	44
3.6.2 Температура	45
3.6.3 Охлаждение	45
3.6.4 Агрессивная окружающая среда	45
3.6.5 Температура окружающей среды	46
3.6.6 Акустический шум	46
3.6.7 Вибрационные и ударные воздействия	46
3.7 Энергоэффективность	47



3.7.1 Расчет классов IE и IES	47
3.7.2 Данные о потерях мощности и энергоэффективности	47
3.7.3 Потери и КПД двигателя	48
3.7.4 Потери и энергоэффективности системы силового привода	49
<b>4 Примеры применения</b>	<b>50</b>
4.1 Примеры применения в системах ОВКВ	50
4.1.1 Пускатель типа «звезда/треугольник» или устройство плавного пуска не требуется	50
4.1.2 Пуск/останов	50
4.1.3 Импульсный пуск/останов	51
4.1.4 Задание от потенциометра	51
4.1.5 Автоматическая адаптация двигателя (ААД)	51
4.1.6 Система вентиляторов с резонансными колебаниями	52
4.2 Примеры энергосбережения	53
4.2.1 Использование преобразователя частоты для управления вентиляторами и насосами	53
4.2.2 Явное преимущество — энергосбережение	53
4.2.3 Пример энергосбережения	53
4.2.4 Сравнение вариантов энергосбережения	54
4.2.5 Пример расхода, изменяющегося в течение 1 года	54
4.3 Примеры управления	55
4.3.1 Улучшенное управление	55
4.3.2 Интеллектуальное логическое управление	55
4.3.3 Программирование интеллектуального логического контроллера	56
4.3.4 Пример применения SLC	56
4.4 Концепция ЕС+ для асинхронных двигателей и двигателей с постоянными магнитами	58
<b>5 Код типа и рекомендации по выбору</b>	<b>59</b>
5.1 Конфигуратор привода	59
5.2 Строка кода типа	60
5.3 Номера для заказа	62
<b>6 Технические характеристики</b>	<b>64</b>
6.1 Зазоры, габариты и вес	64
6.1.1 Зазоры	64
6.1.2 Типоразмеры двигателя для корпусов FCP 106	65
6.1.3 Размеры FCP 106	65
6.1.4 Размеры FCM 106	66
6.1.5 Масса	69
6.2 Электрические характеристики	70

6.2.1 Питание от сети 3 x 380–480 В пер. тока при нормальной (NO) и высокой перегрузке (HO)	70
6.3 Питание от сети	72
6.4 Средства и функции защиты	72
6.5 Условия окружающей среды	73
6.6 Технические характеристики кабелей	73
6.7 Вход/выход и характеристики цепи управления	73
6.8 Технические характеристики двигателя FCM 106	75
6.8.1 Данные о перегрузке двигателя, VLT DriveMotor FCM 106	76
6.9 Технические характеристики предохранителей и автоматических выключателей	77
6.10 Derating According to Ambient Temperature and Switching Frequency	79
6.11 dU/dt	80
6.12 КПД	80
<b>Алфавитный указатель</b>	<b>81</b>

# 1 Введение

## 1.1 Цель «Руководства по проектированию»

Настоящее руководство по проектированию для Danfoss VLT® DriveMotor FCP 106 и FCM 106 предназначено для:

- инженеров-проектировщиков и системных инженеров;
- консультантов по проектированию;
- специалистов по применениям и продуктам.

Руководство по проектированию содержит техническую информацию, необходимую для понимания возможностей преобразователя частоты при интегрировании в системы управления и мониторинга двигателей.

Руководство по проектированию содержит рекомендации по проектированию и данные для планирования, позволяющие интегрировать преобразователь частоты в систему. Руководство по проектированию содержит информацию, необходимую для выбора преобразователей частоты и дополнительного оборудования для различных систем и установок.

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

VLT® является зарегистрированным товарным знаком.

## 1.2 Дополнительные ресурсы

Список литературы:

- *Инструкции по эксплуатации VLT® DriveMotor FCP 106/FCM 106* содержат информацию, необходимую для установки преобразователя частоты и ввода его в эксплуатацию.
- *Руководство по проектированию VLT® DriveMotor FCP 106/FCM 106* содержит информацию об интеграции преобразователя частоты в различные системы.
- *Руководство по программированию VLT® DriveMotor FCP 106/FCM 106* содержит сведения по программированию и включает полные описания параметров.
- *Инструкция по работе с VLT® LCP* описывает панель местного управления (LCP).

- Инструкция по работе с VLT® LOP описывает пульт местного управления (LOP).
- *Инструкции по эксплуатации Modbus RTU и Инструкции по эксплуатации BACnet VLT® DriveMotor FCP 106/FCM 106* содержат информацию, необходимую для управления преобразователем частоты, его контроля и программирования.
- *Руководство по монтажу VLT® PROFIBUS DP MCA 101* содержит информацию о монтаже PROFIBUS и устранению неисправностей.
- *Руководство по программированию VLT® PROFIBUS DP MCA 101* содержит информацию о конфигурировании системы, управлении преобразователем частоты, доступе к его параметрам, его программировании и устранению неисправностей. В руководстве также приведены примеры применения.
- Служебная программа VLT® Motion Control Tool MCT 10 позволяет пользователю настраивать преобразователь частоты с ПК под управлением ОС Windows™.
- Программное обеспечение Danfoss VLT® Energy Box используется для расчета характеристик энергии в системах HVAC.

Техническая и аттестационная документация представлена в Интернете по адресу [vlt-drives.danfoss.com/Support/Service/](http://vlt-drives.danfoss.com/Support/Service/).

Энергосберегающее ПО Danfoss VLT® Energy Box можно загрузить с веб-сайта [www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions](http://www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions) в разделе загрузок ПО для ПК.

## 1.3 Символы, сокращения и условные обозначения

В этом руководстве используются следующие символы.

### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

Указывает на важную информацию, на которую следует обратить внимание во избежание ошибок или для оптимизации производительности.

\* Указывает на настройку, используемую по умолчанию.

Степень защиты	Степень защиты определяется стандартизированными техническими требованиями к электрооборудованию, описывающими защиту от проникновения посторонних предметов и воды (например, IP20).
Dlx	DI1: Цифровой вход 1. DI2: Цифровой вход 2.
ЭМС	Электромагнитная совместимость.
Ошибка	Несоответствие между вычисленным, наблюдаемым или измеренным значением или состоянием и заданным или теоретически правильным значением или состоянием.
Заводская установка	Заводские настройки, установленные перед отгрузкой изделия.
Отказ	Ошибка может вызвать состояние отказа.
Сброс при отказе	Функция, используемая для восстановления преобразователя частоты в рабочее состояние после сброса обнаруженной ошибки путем устранения причины ошибки. После этого ошибка неактивна.
ММ	Модуль памяти.
ММР	Программатор модуля памяти.
Параметр	Данные и значения устройства, которые могут быть считаны и заданы (до определенной степени).
PELV	Защитное сверхнизкое напряжение, низкое напряжение с изоляцией. Подробнее см. в стандарте IEC 60364-4-41 или IEC 60204-1.
ПЛК	Программируемый логический контроллер
RS485	Интерфейс шины согласно описанию шины EIA-422/485, позволяющий использовать последовательную передачу данных на несколько устройств.
Предупреждение	Если этот термин используется вне контекста инструкций по технике безопасности, «предупреждение» указывает на потенциальную проблему, обнаруженную функцией мониторинга. Предупреждение не является ошибкой и не вызывает перемены рабочего состояния.

**Таблица 1.1 Сокращения**
**Условные обозначения**

- Нумерованные списки обозначают процедуры.
- Маркированные списки указывают на другую информацию и описания иллюстраций.
- Текст, выделенный курсивом, обозначает:
  - перекрестную ссылку.
  - веб-ссылку.
  - сноску.
  - название параметра.

- название группы параметров.
- значение параметра.
- Все размеры в миллиметрах (дюймах).

**1.4 Разрешения**

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

Подробнее о разрешениях и сертификатах см. в разделе загрузки на сайте [vlt-marine.danfoss.com/support/type-approval-certificates/](http://vlt-marine.danfoss.com/support/type-approval-certificates/).

Сертификация		FCP 106	FCM 106
Декларация соответствия ЕС		✓	✓
Сертификация UL Listed		-	✓
Сертификация UL recognized		✓	-
Знак C-tick		✓	✓

Декларация соответствия ЕС основана на следующих директивах:

- Директива о низковольтном оборудовании 2006/95/EC, основанная на стандарте EN 61800-5-1 (2007).
- Директива по ЭМС 2004/108/EC, основанная на стандарте EN 61800-3 (2004).

**Сертификация UL Listed**

Оценка изделия завершена и устройство может устанавливаться в систему. Система также должна получить сертификат UL listed от соответствующей организации.

**Сертификация UL recognized**

Требуется дополнительная оценка, прежде чем объединенные преобразователь частоты и двигатель можно будет эксплуатировать. Система, в которую устанавливается устройство, также должна получить сертификат UL listed от соответствующей организации.

### 1.4.1 Сфера действия маркировки CE

В документе ЕС «Руководящие принципы применения Директивы Совета 2004/108/ЕС» указаны три типовые ситуации.

- Преобразователь частоты продается напрямую непосредственным пользователям. Для таких применений преобразователь частоты должен иметь маркировку знаком CE в соответствии с директивой по ЭМС.
- Преобразователь частоты продается в составе системы. В этом случае маркируется готовая система, например, это может быть система кондиционирования воздуха. Готовая система в целом должна иметь маркировку знаком CE в соответствии с директивой по ЭМС. В соответствии с директивой по ЭМС изготовитель может маркировать системы, прошедшие испытания на ЭМС, знаком CE. Маркировка компонентов системы знаком CE не требуется.
- Преобразователь частоты предназначен для монтажа в установку. Такой установкой может быть производственная или отопительная/вентиляционная установка, спроектированная и смонтированная специалистами. В соответствии с директивой по ЭМС преобразователь частоты должен быть маркирован знаком CE. Маркировка собранной установки знаком CE не требуется. Однако при этом установка должна соответствовать основным требованиям этой директивы. Это обеспечивается путем применения оборудования и систем, имеющих маркировку знаком CE в соответствии с директивой по ЭМС.

### 1.4.2 Маркировка CE



Рисунок 1.1 CE

Маркировка CE (Communauté européenne) указывает, что производитель продукта выполнил все применимые директивы ЕС. Директивы ЕС, применимые к конструкции и изготовлению преобразователей частоты, перечислены в *Таблица 1.2*.

### УВЕДОМЛЕНИЕ

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

### УВЕДОМЛЕНИЕ

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

Директива EU	Версия
Директива по низковольтному оборудованию	2014/35/EU
Директива по электромагнитной совместимости	2014/30/EU
Директива о машинном оборудовании <sup>1)</sup>	2014/32/EU
Директива ErP	2009/125/EC
Директива ATEX	2014/34/EU
Директива RoHS	2002/95/EC

Таблица 1.2 Директивы ЕС, применимые к преобразователям частоты

1) Соответствие требованиям директивы о машинном оборудовании требуется только для преобразователей частоты с интегрированными защитными функциями.

Декларации соответствия доступны по запросу.

#### 1.4.2.1 Директива по низковольтному оборудованию

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

Цель директивы — обеспечить безопасность людей и исключить повреждение имущества при работе электрооборудования при условии, что оборудование правильно установлено и обслуживается, а также эксплуатируется согласно своему целевому назначению.

#### 1.4.2.2 Директива по электромагнитной совместимости

Цель директивы по электромагнитной совместимости (ЭМС) — уменьшить электромагнитные помехи и улучшить устойчивость электрооборудования и установок к таким помехам. Базовое требование по защите из директивы по электромагнитной совместимости состоит в том, что устройства, которые создают электромагнитные помехи (ЭП) или на работу которых могут влиять ЭП, должны конструироваться таким образом, чтобы ограничить создаваемые электромагнитные помехи. Устройства должны иметь приемлемый уровень устойчивости к ЭП при условии

правильной установки и обслуживания, а также использования по назначению.

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

### 1.4.2.3 Директива о машинном оборудовании

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, как минимум одно из которых способно физически двигаться.

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

Преобразователи частоты без функции защиты не подпадают под действие данной директивы. Если преобразователь частоты входит состав системы механизмов, Danfoss может предоставить информацию по вопросам безопасности, связанным с преобразователем частоты.

В случае использования преобразователей частоты в машинах, в которых имеется хотя бы одна движущаяся часть, изготовитель машины должен представить декларацию, подтверждающую соответствие всем уместным законодательным нормам и мерам предосторожности.

### 1.4.2.4 Директива ErP

Директива ErP — это европейская директива по экологичному дизайну для связанных с энергетикой изделий. Директива задает требования экологичного дизайна для относящихся к энергетике изделий, включая преобразователи частоты. Цель директивы — повысить энергоэффективность и степень защиты окружающей среды, в то же время увеличивая безопасность источников питания. Влияние на окружающую среду относящихся к энергетике изделий включает потребление энергии в течение всего жизненного цикла изделия.

### 1.4.3 Соответствие стандартам, обозначаемое символом C-tick



Рисунок 1.2 Знак C-tick

Знак C-tick обозначает выполнение норм действующих технических стандартов по электромагнитной совместимости (ЭМС). Соответствие требованиям C-tick обязательно для поставки электрических и электронных устройств на рынки Австралии и Новой Зеландии.

Нормативы C-tick относятся к кондуктивным и излучаемым помехам. Для преобразователей частоты используйте предельные значения излучений, указанные в EN/IEC 61800-3.

По запросу может быть предоставлена декларация соответствия.

### 1.4.4 Соответствие техническим условиям UL



Рисунок 1.3 Сертификация UL Listed



Рисунок 1.4 UL Recognized

Преобразователь частоты удовлетворяет требованиям UL 508C, касающимся тепловой памяти. Подробнее см. *глава 3.3.9 Тепловая защита двигателя.*

### 1.4.5 Правила экспортного контроля

Преобразователи частоты могут подлежать действию региональных и/или национальных норм экспортного контроля.

Преобразователи частоты, подлежащие действию правил экспортного контроля, обозначаются номером ECCN.

Номер правил указывается в сопроводительной документации преобразователя частоты.

В случае ре-экспорта соответствие действующим правилам экспортного контроля обеспечивается экспортером.

## 1.5 Версия ПО

Версию ПО преобразователя частоты можно посмотреть в параметр 15-43 Версия ПО.

## 1.6 Инструкции по утилизации



Оборудование, содержащее электрические компоненты, запрещается утилизировать вместе с бытовыми отходами. Такое оборудование вместе с электрическими и электронными компонентами следует утилизировать в соответствии с действующими местными нормами и правилами.

## 1.7 Техника безопасности

### 1.7.1 Общие принципы техники безопасности

Преобразователи частоты содержат высоковольтные компоненты и при неправильном использовании могут быть смертельно опасными. Монтаж и эксплуатация этого оборудования должны выполняться только квалифицированным персоналом. Запрещается проводить любые ремонтные работы без предварительного обесточивания преобразователя частоты и без ожидания установленного промежутка времени для рассеяния сохраненной электрической энергии.

Строгое соблюдение мер предосторожности и рекомендаций по технике безопасности обязательно при эксплуатации преобразователя частоты.

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

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

## ВНИМАНИЕ!

### ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ!

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

- Установка, пусконаладка и техническое обслуживание должны производиться только квалифицированным персоналом.

## ВНИМАНИЕ!

### НЕПРЕДНАМЕРЕННЫЙ ПУСК

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

Чтобы предотвратить случайный пуск двигателя:

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

**⚠ВНИМАНИЕ!****ВРЕМЯ РАЗРЯДКИ**

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

- Остановите двигатель.
- Отключите сеть переменного тока и дистанционно расположенные источники питания сети постоянного тока, в том числе резервные аккумуляторы, ИБП и подключения к сети постоянного тока других преобразователей частоты.
- Отсоедините или заблокируйте двигатель с постоянными магнитами.
- Дождитесь полной разрядки конденсаторов. Минимальное время ожидания указано в *Таблица 1.3*.
- Перед выполнением любых работ по обслуживанию или ремонту удостоверьтесь с помощью устройства для измерения напряжения, что конденсаторы полностью разряжены.

Напряжение [В]	Диапазон мощности <sup>1)</sup> [кВт (л. с.)]	Минимальное время ожидания (в минутах)
3 x 400	0,55–7,5 (0,75–10)	4

Таблица 1.3 Время разрядки

1) Значения номинальной мощности указаны для режимов с нормальной перегрузкой (NO).

**⚠ВНИМАНИЕ!****ОПАСНОСТЬ ТОКА УТЕЧКИ**

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

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

**⚠ВНИМАНИЕ!****ОПАСНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

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

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

**⚠ВНИМАНИЕ!****НЕПРЕДНАМЕРЕННОЕ ВРАЩЕНИЕ ДВИГАТЕЛЯ САМОВРАЩЕНИЕ**

Случайное вращение электродвигателей с постоянными магнитами генерирует напряжение и может заряжать цепи преобразователя, что может привести к смертельному исходу, серьезным травмам или повреждению оборудования.

- Для предотвращения случайного вращения убедитесь, что двигатели с постоянными магнитами заблокированы.

**⚠ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ****ОПАСНОСТЬ В СЛУЧАЕ ВНУТРЕННЕГО ОТКАЗА**

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

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



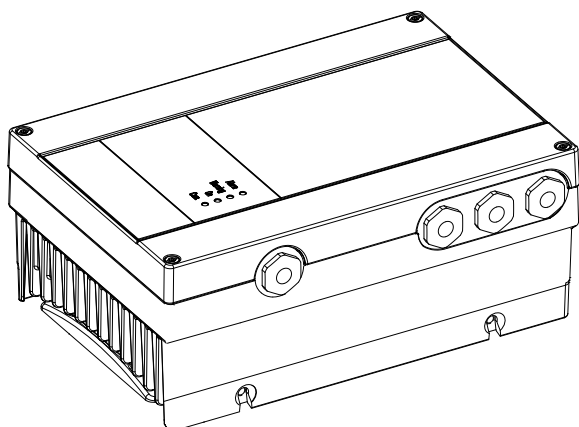
## 2 Описание изделия

### 2.1 Введение

Это описание изделий относится как к FCP 106, так и к FCM 106.

#### VLT® DriveMotor FCP 106

В комплект поставки входит только преобразователь частоты. Для монтажа необходимы также крепежная пластина для настенного монтажа или крепежная пластина для двигателя и силовые клеммы обжимного типа. Закажите комплект крепежной пластины для настенного монтажа или крепежную пластину и силовые клеммы обжимного типа отдельно.

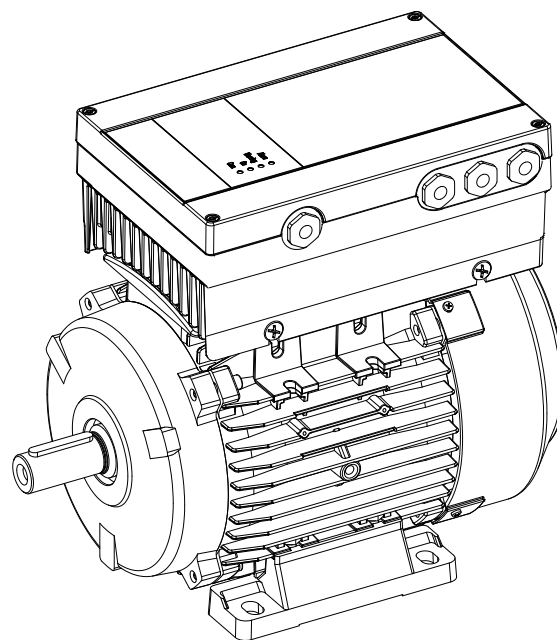


195NA447.10

Рисунок 2.1 FCP 106

#### VLT® DriveMotor FCM 106

Преобразователь частоты устанавливается на двигатель до отправки оборудования заказчику. Объединенная система FCP 106 и двигателя носит название VLT® DriveMotor FCM 106.



195NA419.10

Рисунок 2.2 FCM 106

#### 2.1.1 Прокладка

Для установки FCP 106 на двигатель необходимо использовать специально подготовленную прокладку. Прокладка устанавливается между крепежной пластиной двигателя и двигателем.

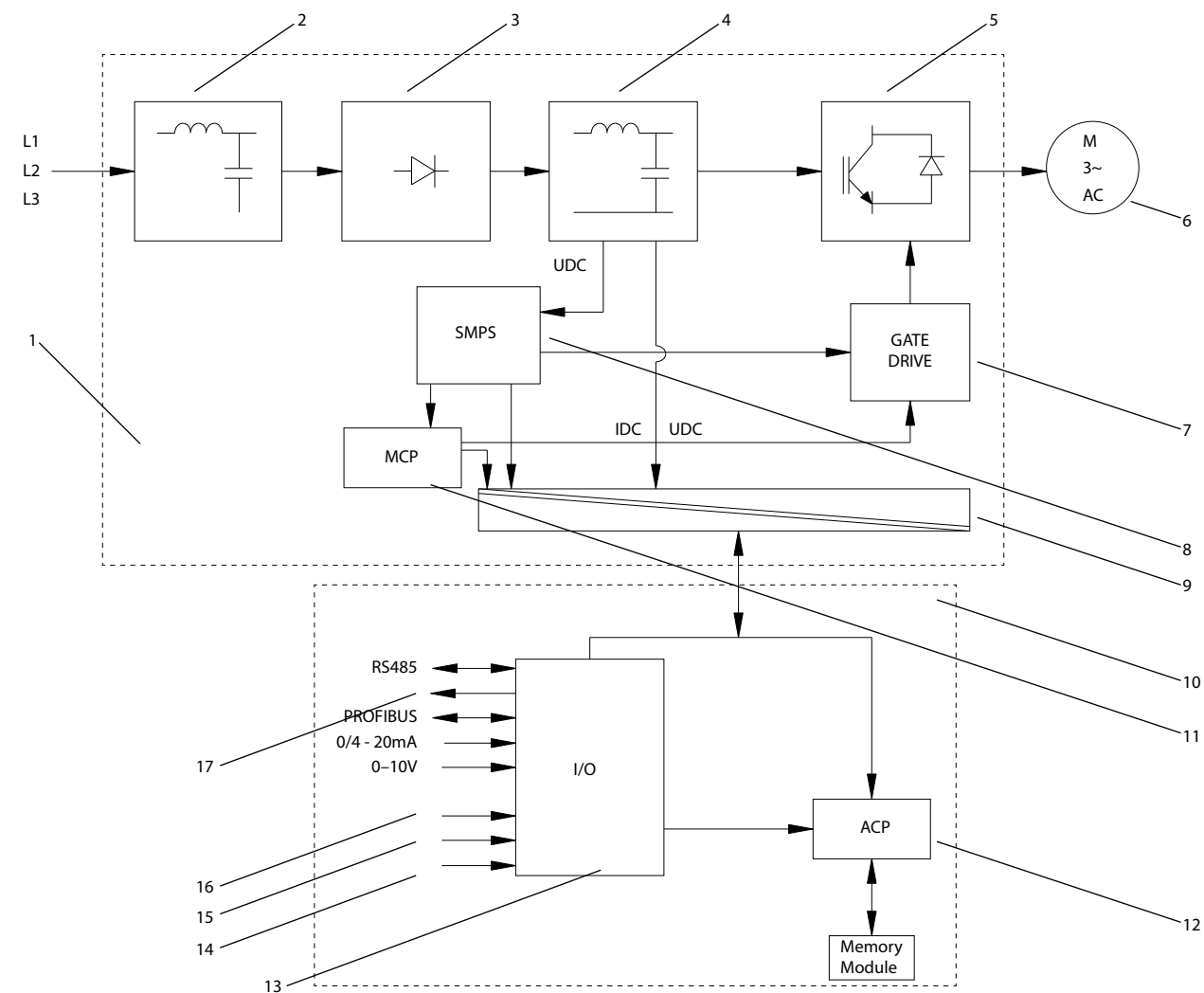
Прокладка не поставляется с преобразователем частоты FCP 106.

Поэтому перед установкой необходимо изготовить и испытать прокладку на соответствие требуемому классу защиты корпуса (например, IP55, IP66 или тип 4X).

Требования к прокладке:

- Предусмотрите заземляющую связь между преобразователем частоты и двигателем. Преобразователь частоты заземляется на крепежную пластину двигателя. Используйте проводное соединение между двигателем и преобразователем частоты.
- Если изделие в сборе должно соответствовать сертификатам UL listed или recognised, используйте для изготовления прокладки материал, сертифицированный в соответствии с UL.

2.1.2 Принципиальная схема



195NA508.10

1	Силовая плата питания	7	Плата драйверов	13	Клеммы управления
2	Фильтр ВЧ-помех	8	SMPS	14	Сброс
3	Выпрямитель	9	Гальваническая развязка	15	Фиксация частоты
4	Промежуточная цепь/ фильтр постоянного тока	10	Плата управления	16	Пуск
5	Инвертор	11	MCP (процессор управления двигателем)	17	Аналоговый/цифровой выход
6	Двигатель	12	ACP (процессор управления применением)		

Рисунок 2.3 Принципиальная схема

2.1.3 Обзор электрических клемм

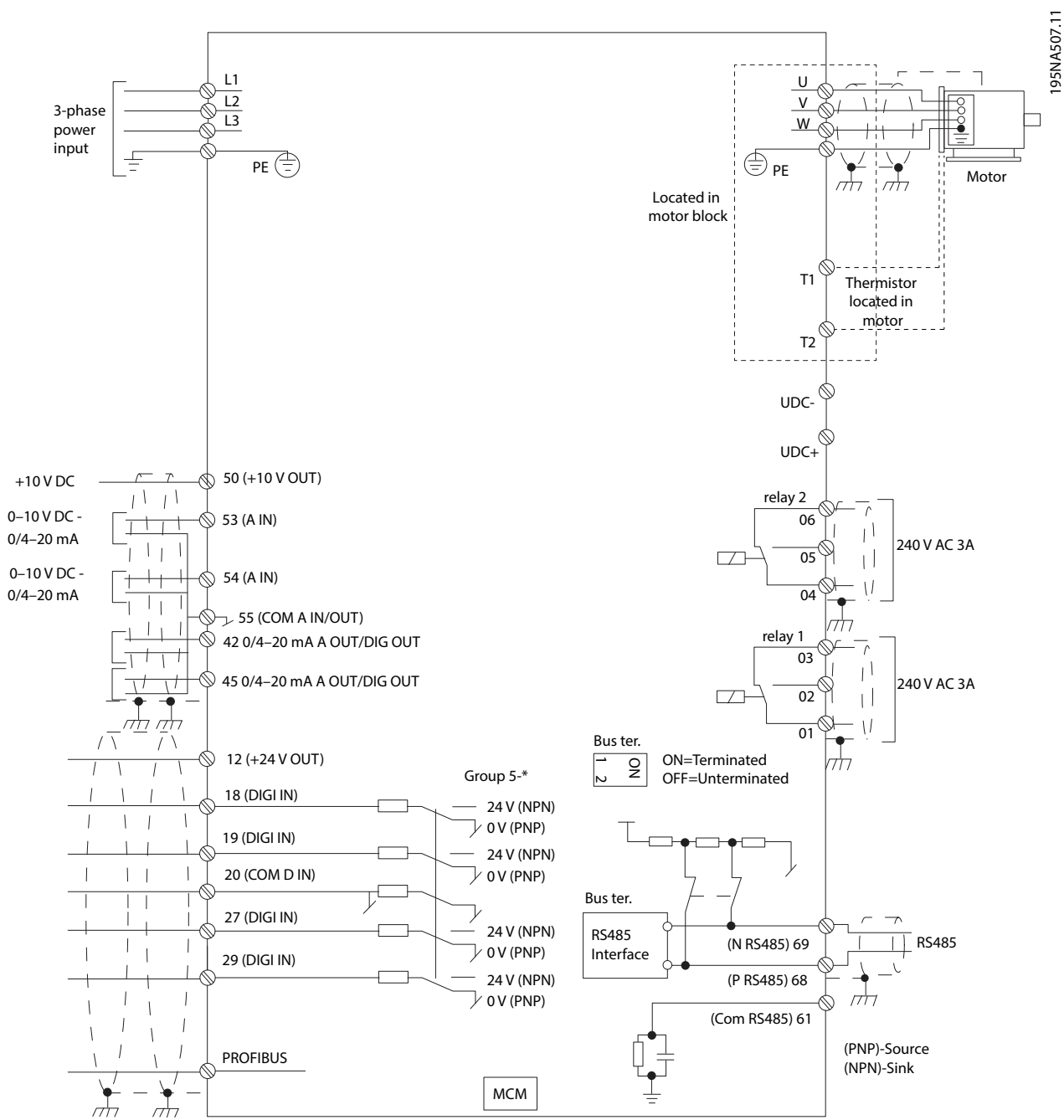
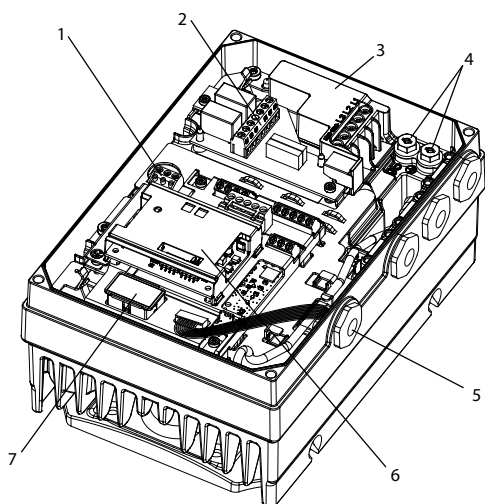


Рисунок 2.4 Обзор электрических клемм

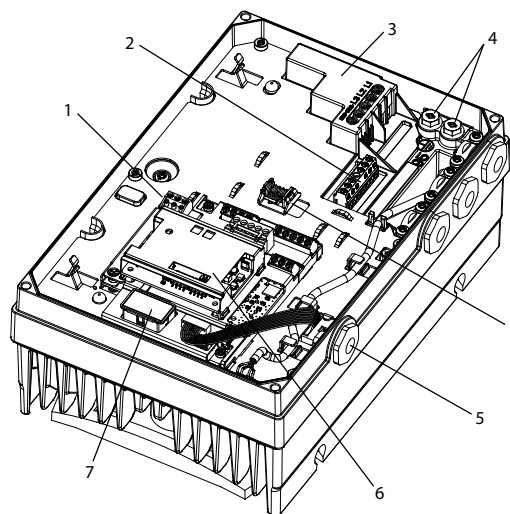
2.1.4 Клеммы управления и реле 3



195NA458.12

1	Клеммы управления
2	Клеммы реле
3	UDC+, UDC-, линия (L3, L2, L1)
4	PE
5	Разъем LCP
6	VLT® PROFIBUS DP MCA 101
7	Модуль памяти VLT® Memory Module MCM 101

Рисунок 2.5 Расположение клемм и реле, MH1

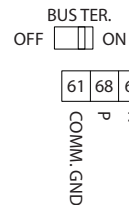
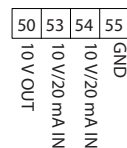
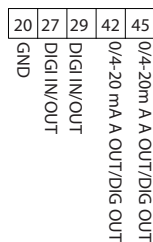


195NA409.12

1	Клеммы управления
2	Клеммы реле
3	UDC+, UDC-, линия (L3, L2, L1)
4	PE
5	Разъем LCP
6	VLT® PROFIBUS DP MCA 101
7	Модуль памяти VLT® Memory Module MCM 101
8	Пружинный зажим для кабеля PROFIBUS

Рисунок 2.6 Расположение клемм и реле, MH2–MH3

Клеммы управления



130BB625.11

Рисунок 2.7 Клеммы управления

Номер клеммы	Функция	Режим	Заводская установка
12	Выход +24 В	–	–
18	Цифровой вход	*PNP/NPN	Пуск
19	Цифровой вход	*PNP/NPN	Не используется
20	Общ.	–	–
27	Цифровой вход/выход	*PNP/NPN	Выбег, инверсный
29	Цифровой вход/выход/импульсный вход	*PNP/NPN	Фикс. част.
50	Выход +10 В	–	–
53	Аналоговый вход	*0–10 В/0–20 мА/ 4–20 мА	Задание 1
54	Аналоговый вход	*0–10 В/0–20 мА/ 4–20 мА	Задание 2
55	Общ.	–	–
42	10 битов	*0–20 мА/4–20 мА/ Цифр. выход	Аналоговый
45	10 битов	*0–20 мА/4–20 мА/ Цифр. выход	Аналоговый
1, 2, 3	Реле 1	1, 2 норм. разомкнут 1, 3 норм. замкнут	[9] Аварийный сигнал
4, 5, 6	Реле 2	4, 5 норм. разомкнут 4, 6 норм. замкнут	[5] Drive running (Привод работает)

Таблица 2.1 Функции клемм управления

\* Указывает установку по умолчанию.

**УВЕДОМЛЕНИЕ**

PNP/NPN — общая конфигурация для клемм 18, 19, 27, and 29.

2.1.5 Сети последовательной связи (периферийные шины)

В преобразователе частоты используются следующие протоколы:

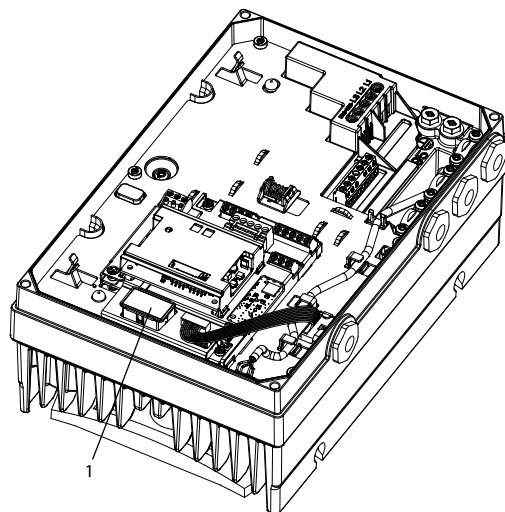
- ВАСnet MSTP
- Modbus RTU
- FC-протокол

2.2 Модуль памяти VLT® Memory Module MCM 101

Модуль памяти VLT® Memory Module MCM 101 представляет собой небольшую деталь, на которой хранятся такие данные как:

- Прошивка.
- Файл SIVP.
- Таблица насосов.
- База данных двигателя.
- Перечни параметров.

Преобразователь частоты поставляется с модулем памяти, установленным на заводе.



195NA501.10

1 Модуль памяти VLT® Memory Module MCM 101

Рисунок 2.8 Расположение модуля памяти

Неисправность модуля памяти не мешает преобразователю частоты работать. Светодиод предупреждения на крышке мигает и на панели LCP (если установлена) отображается предупреждение.

*Предупреждение 206* Модуль памяти указывает, что либо преобразователь частоты работает без модуля памяти, либо модуль памяти неисправен. Чтобы узнать точную причину предупреждения, см. параметр 18-51 Memory Module Warning Reason (Причина предупреждения модуля памяти).

Новый модуль памяти можно заказать в качестве запасной части. Номер для заказа: 134B0791.

2.2.1 Настройка модуля памяти VLT® Memory Module MCM 101

При замене преобразователя частоты в системе или его добавлении в систему имеется возможность передать существующие данные в новый преобразователь частоты. Однако при этом преобразователи частоты

должны быть одинакового типоразмера по мощности и иметь совместимое аппаратное обеспечение.

## **▲ВНИМАНИЕ!**

### **ОТКЛЮЧИТЕ ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ ПЕРЕД ОБСЛУЖИВАНИЕМ!**

Перед выполнением ремонтных работ отсоедините преобразователь частоты от сети питания переменного тока. После отключения питания подождите 4 минуты, чтобы дать разрядиться конденсаторам. Невыполнение этих шагов может привести к летальному исходу или серьезным травмам.

1. Снимите крышку с преобразователя частоты с модулем памяти.
2. Отсоедините модуль памяти.
3. Установите на место и затяните крышку винтами.
4. Снимите крышку с нового преобразователя частоты.
5. Вставьте модуль памяти в новый/другой преобразователь частоты и оставьте его там.
6. Установите на место и затяните крышку на новом преобразователя частоты.
7. Включите питание преобразователя частоты.

## **УВЕДОМЛЕНИЕ**

Первое включение питания занимает около 3 минут. В это время все данные переносятся в новый преобразователь частоты.

### 2.2.2 Копирование данных с помощью ПК и программатора модуля памяти (ММР)

С помощью ПК и ММР можно создать несколько модулей памяти с одинаковыми данными. Эти модули памяти можно затем вставить в несколько устройств VLT® DriveMotor FCP 106 или VLT® DriveMotor FCM 106.

Примеры копируемых данных:

- Прошивка.
- Наборы параметров.
- Кривые насосов.

Состояние загрузки отображается на экране.

1. Подключите FCP 106 или FCM 106 к ПК.
2. Перенесите данные конфигурации с ПК на преобразователь частоты. Эти данные НЕ кодируются.

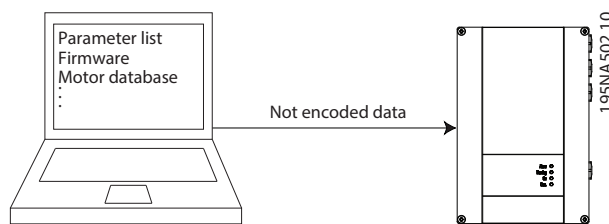


Рисунок 2.9 Передача данных из ПК в преобразователь частоты

3. Данные автоматически переносятся с преобразователя частоты в модуль памяти в закодированном виде.

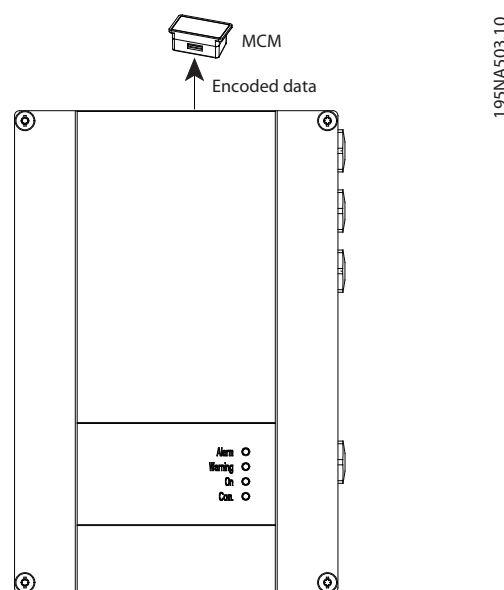


Рисунок 2.10 Перенос данных из преобразователя частоты в модуль памяти

4. Вставьте модуль памяти в ММР.
5. Подключите ММР к ПК для передачи данных из модуля памяти.

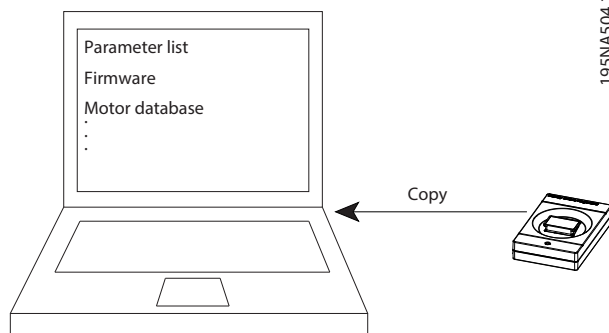


Рисунок 2.11 Передача данных из ММР в ПК:

6. Вставьте пустой модуль памяти в ММР.
7. Выберите данные, которые нужно скопировать из ПК в модуль памяти.

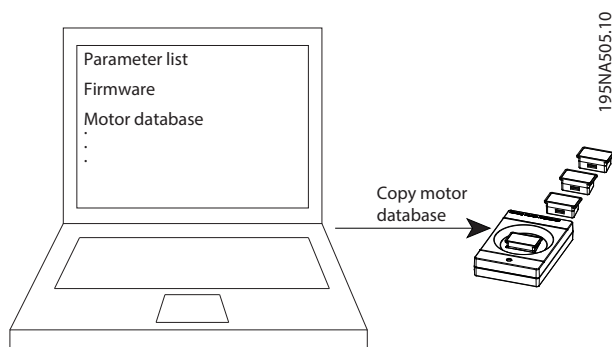


Рисунок 2.12 Передача данных из ПК в модуль памяти

8. Повторите шаги 6 и 7 для каждого модуля памяти, необходимого в конкретной конфигурации.
9. Установите модули памяти в преобразователи частоты.

### 2.2.3 Копирование конфигурации на несколько преобразователей частоты

Конфигурацию одного или нескольких VLT® DriveMotor FCP 106 или VLT® DriveMotor FCM 106 можно переносить на другие преобразователи частоты. Для этого нужен лишь преобразователь частоты, уже имеющий нужную конфигурацию.

1. Снимите крышку с преобразователя частоты с конфигурацией, которую нужно скопировать.
2. Отсоедините модуль памяти.
3. Снимите крышку с преобразователя частоты, на который нужно скопировать конфигурацию.
4. Подсоедините модуль памяти.
5. Когда копирование завершено, вставьте пустой модуль памяти в преобразователь частоты.
6. Установите на место и затяните крышку винтами.
7. Выключите, а затем включите преобразователь частоты.
8. Повторите шаги 3–7 для каждого преобразователя частоты, на который нужно перенести конфигурацию.
9. Установите модуль памяти в исходный преобразователь частоты.
10. Установите на место и затяните крышку винтами.

## 2.3 Структуры управления

В параметр 1-00 Режим конфигурирования выберите, следует ли использовать управление с разомкнутым контуром или управление с замкнутым контуром.

### 2.3.1 Структура управления с разомкнутым контуром

В конфигурации, показанной на Рисунок 2.13, для параметра параметр 1-00 Режим конфигурирования установлено значение [0] Ск-сть, без обр. св. Результирующее задание от системы формирования задания или местное задание принимается и передается через схемы ограничения скорости или изменения скорости. После этого задание направляется на контуры управления двигателем. Затем выходной сигнал системы управления двигателем ограничивается максимальным частотным пределом.

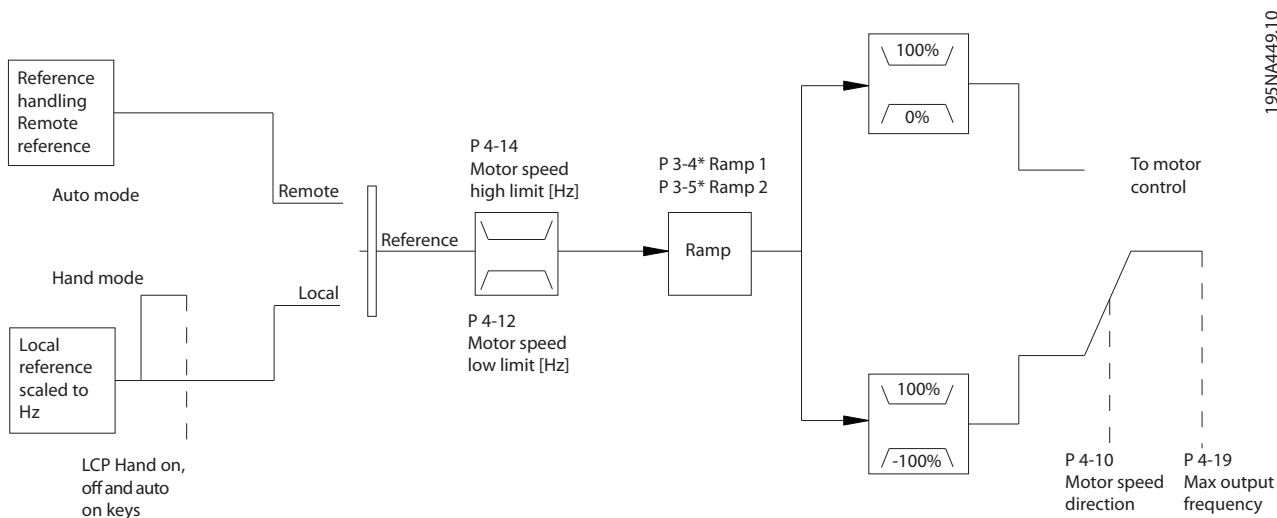


Рисунок 2.13 Структура разомкнутого контура

### 2.3.2 Структура управления с замкнутым контуром (ПИ)

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

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



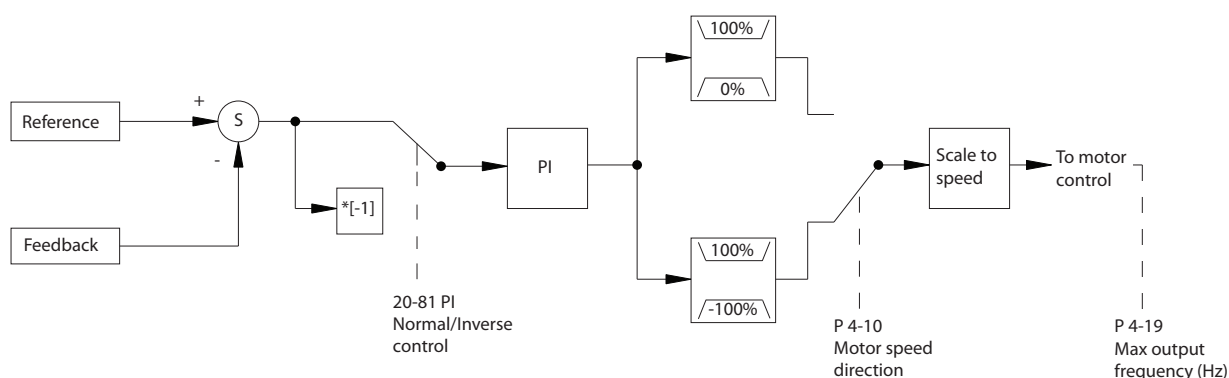


Рисунок 2.14 Регулятор замкнутого контура

Хотя значения по умолчанию для регулятора в замкнутом контуре обычно обеспечивают удовлетворительные рабочие характеристики, управление системой часто удастся оптимизировать настройкой некоторых параметров такого регулятора.

## 2.4 Местное (Hand On) и дистанционное (Auto On) управление

Преобразователь частоты управляется вручную с панели местного управления (LCP) или дистанционно через аналоговые/цифровые входы или по периферийной шине.

Преобразователь частоты запускается и останавливается с помощью кнопок [Hand On] (Ручной режим) и [Off/Reset] (Выкл./сброс) на LCP. Необходимо настроить следующие параметры:

- Параметр 0-40 Кнопка [Hand On] на LCP.
- Параметр 0-44 Кнопка [Off/Reset] на LCP.
- Параметр 0-42 Кнопка [Auto On] на LCP.

Если для клеммы запрограммирована возможность сброса, сброс аварийных сигналов выполняется посредством нажатия кнопки [Off/Reset] (Выкл./сброс) или через цифровые входы.

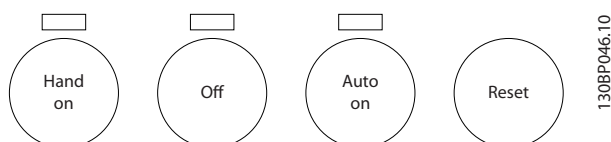


Рисунок 2.15 Кнопки управления LCP

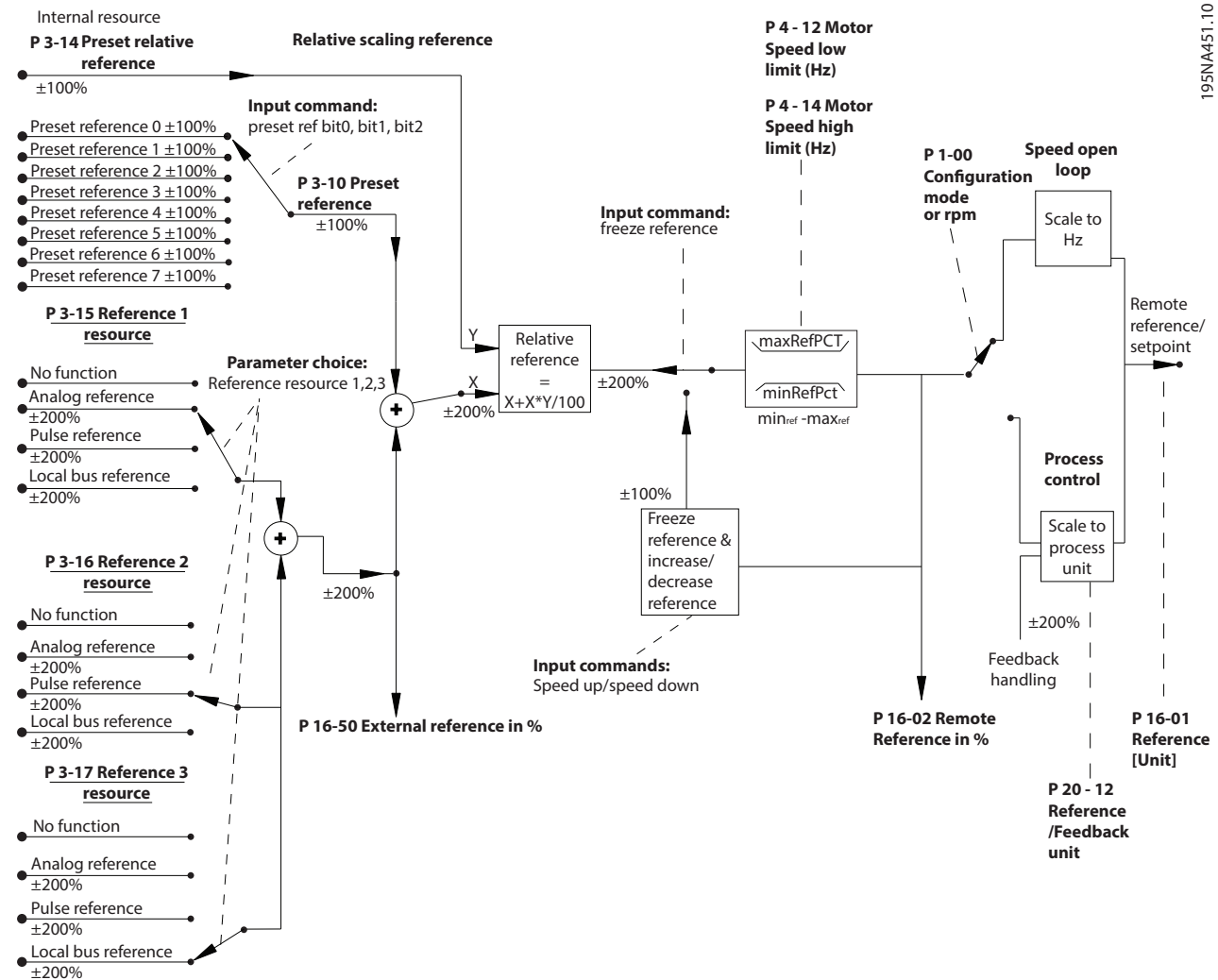
Местное задание переводит режим настройки в разомкнутый контур независимо от значения параметра параметр 1-00 Режим конфигурирования.

Местное задание восстанавливается при отключении питания.

## 2.5 Формирование обратной связи и задания

### 2.5.1 Формирование задания

Сведения для работы разомкнутого и замкнутого контура.



195NA451.10

Рисунок 2.16 Блок-схема дистанционного задания

Дистанционное задание содержит:

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

В преобразователе частоты может программироваться до 8 предустановленных заданий. Выберите активное предустановленное задание с помощью цифровых входов или по последовательной шине связи. Задание можно также подаваться с внешнего источника, чаще всего с помощью аналогового входа. Выберите этот внешний источник с помощью трех параметров источника задания:

- *Параметр 3-15 Источник задания 1.*
- *Параметр 3-16 Источник задания 2.*
- *Параметр 3-17 Источник задания 3.*

Суммируйте задания от всех источников и задание по шине, чтобы получить результирующее внешнее задание. В качестве активного задания выберите внешнее задание, предустановленное задание или сумму этих двух заданий. В завершение, это задание можно масштабировать с помощью *параметр 3-14 Предустановл. относительное задание.*

Масштабированное задание вычисляется следующим образом:

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

где  $X$  — внешнее задание, предустановленное задание или сумма этих заданий, а  $Y$  — *параметр 3-14 Предустановл. относительное задание* в [%].

Если значение  $Y$ , *параметр 3-14 Предустановл. относительное задание*, установлено равным 0 %, функция масштабирования не будет действовать на задание.

### 2.5.2 Формирование обратной связи

Функцию формирования сигнала обратной связи можно конфигурировать таким образом, чтобы она работала с системами, требующими регулирования. Источник сигнала обратной связи можно указать в *параметр 20-00 Источник ОС 1.*

### 2.5.3 Преобразование обратной связи

В некоторых применениях может оказаться полезным преобразование сигнала обратной связи. Одним из примеров такого применения является использование сигнала давления для формирования сигнала обратной

связи по расходу. Поскольку квадратный корень из давления пропорционален расходу, то квадратный корень из сигнала давления дает величину, пропорциональную расходу. См. *Рисунок 2.17.*

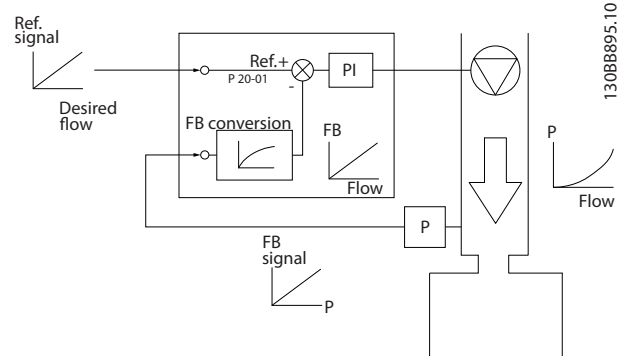


Рисунок 2.17 Преобразование обратной связи

## 2.6 Общие вопросы ЭМС

Импульсные переходные процессы распространяются в диапазоне частот от 150 кГц до 30 МГц. Инвертор, кабель двигателя и двигатель создают передаваемые по воздуху помехи от системы преобразователя частоты в диапазоне от 30 МГц до 1 ГГц.

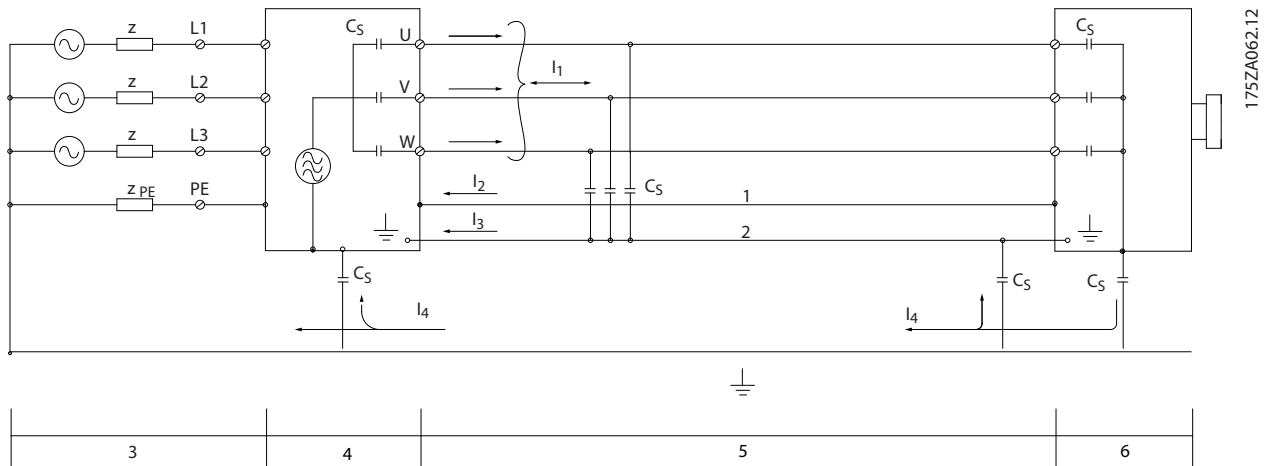
Емкостное сопротивление в кабеле двигателя, связанное с высоким значением скорости изменения напряжения двигателя  $dU/dt$ , создает токи утечки.

Применение экранированного кабеля двигателя приводит к увеличению тока утечки (см. *Рисунок 2.18*), поскольку емкостная проводимость на землю таких кабелей больше, чем у неэкранированных. Если ток утечки не фильтруется, он вызывает большие помехи в сети в ВЧ-диапазоне ниже приблизительно 5 МГц. Поскольку ток утечки ( $I_1$ ) возвращается в устройство через экран ( $I_2$ ), то экранированный кабель двигателя создает лишь небольшое электромагнитное поле ( $I_4$ ). Экран снижает излучаемые помехи, но увеличивает низкочастотные помехи в сети. Подключите экран кабеля двигателя к корпусу преобразователя частоты и к корпусу двигателя. Наилучшим образом это делается с использованием соединенных с экраном зажимов, позволяющих исключить применение скрученных концов экрана (скруток). Скрутки увеличивают сопротивление экрана на высоких частотах, что снижает эффект экранирования и увеличивает ток утечки ( $I_4$ ). Подключите экран к корпусу на обоих концах, если экранированный кабель используется для следующих компонентов:

- Реле
- Кабель управления
- Сигнальный интерфейс
- Тормоз.

2

Однако в некоторых случаях может потребоваться разрыв экрана, чтобы исключить возникновение контуров тока в экране.



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

Рисунок 2.18 Эквивалентная схема: соединение конденсаторов, создающее токи утечки

При размещении экрана на монтажной пластине преобразователя частоты пластина должна быть металлической. Металлическая монтажная пластина необходима, поскольку токи экрана должны передаваться обратно на устройство. Кроме того, следует обеспечить хороший электрический контакт монтажной платы с шасси преобразователя частоты через крепежные винты.

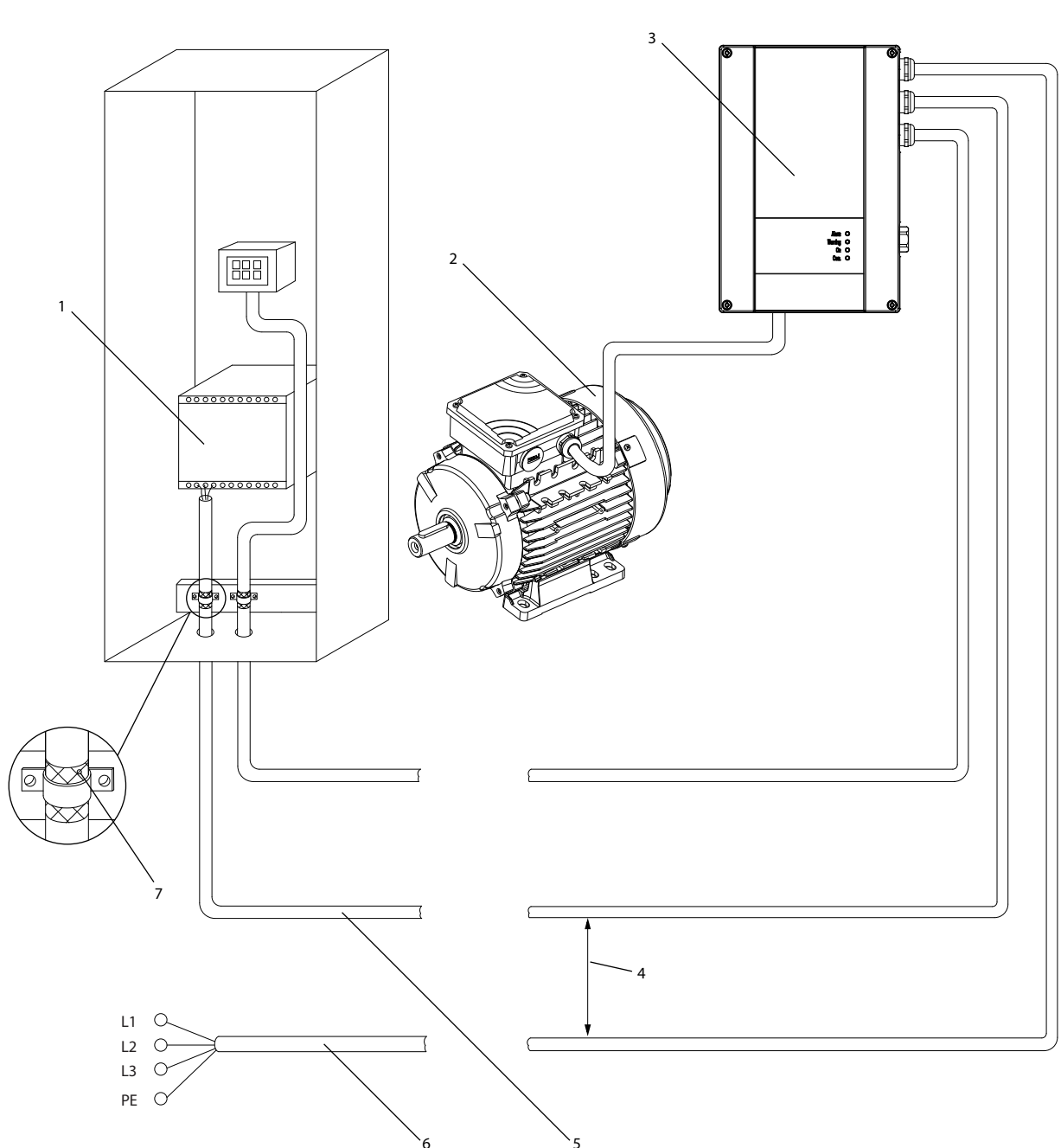
При использовании неэкранированного кабеля некоторые требования к излучению помех не могут

быть удовлетворены, хотя большая часть требований к помехозащищенности выполняется.

Для уменьшения уровня помех, создаваемых всей системой (преобразователем частоты и установкой), кабели двигателя должны быть как можно более короткими. Не прокладывайте сигнальные кабели чувствительных устройств вдоль кабелей двигателя. В частности, управляющая электроника создает радиопомехи (воздушные) на частотах выше, чем 50 МГц. Подробнее об ЭМС см. глава 2.6.1 Электрический монтаж с учетом требований ЭМС.

2.6.1 Электрический монтаж с учетом требований ЭМС

2



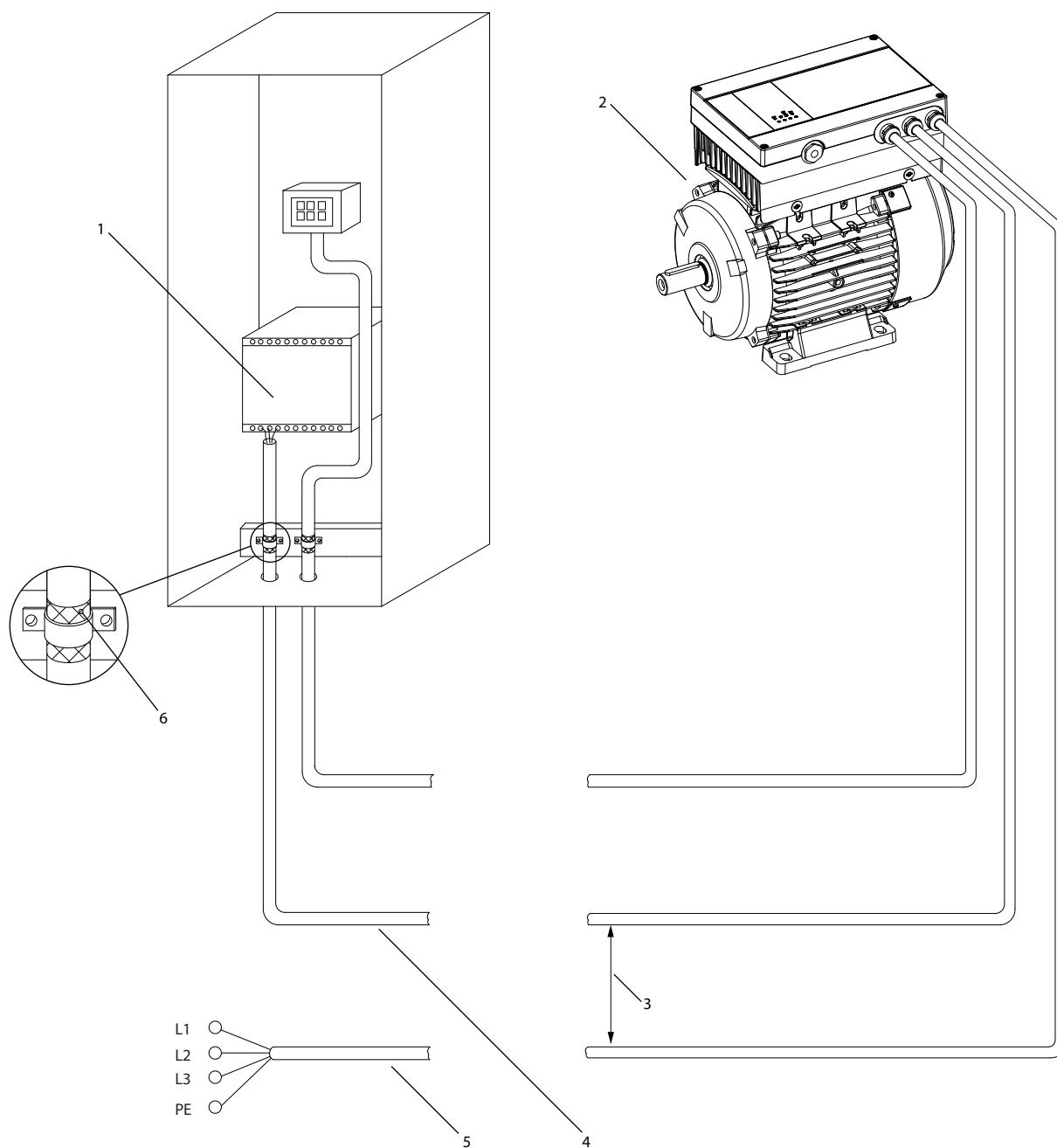
195NA420.10

1	ПЛК	5	Кабели управления
2	Двигатель	6	Сеть, 3 фазы и усиленное защитное заземление
3	Преобразователь частоты	7	Кабельная изоляция (зачищена)
4	Минимальное расстояние между кабелями управления, кабелем электродвигателя и кабелем сети питания составляет 200 мм.		

Рисунок 2.19 Электрический монтаж с учетом требований ЭМС, FCP 106

2

195NA407.10



1	ПЛК	4	Кабели управления
2	DriveMotor	5	Сеть, 3 фазы и усиленное защитное заземление
3	Минимальное расстояние между кабелями управления и кабелем сети питания составляет 200 мм.	6	Кабельная изоляция (зачищена)

Рисунок 2.20 Электрический монтаж с учетом требований ЭМС, FCM 106

Для выполнения требований ЭМС при монтаже следует соблюдать следующие общие правила.

- В качестве кабелей к двигателю и кабелей управления используйте только экранированные кабели.
- Соедините экран с землей на обоих концах.
- Избегайте подключения экрана с помощью скрученных концов (косичек), поскольку это

сводит на нет эффект экранирования на высоких частотах. Вместо этого применяйте прилагаемые кабельные зажимы.

- Обеспечьте одинаковый потенциал между преобразователем частоты и заземлением PLC.
- Используйте звездообразные шайбы и проводящие монтажные платы.

## 2.6.2 Требования по излучению

Согласно промышленному стандарту на ЭМС для преобразователей частоты с регулируемой скоростью (EN/IEC 61800-3:2004) требования по ЭМС зависят от области применения преобразователя частоты. Стандарт ЭМС для продукции определяет 4 категории, описанные в *Таблица 2.2*, а также требования к кондуктивным излучениям сети питающего напряжения.

Категория	Определение в соответствии с EN/IEC 61800-3:2004	Требования к кондуктивному излучению согласно предельным значениям, указанным в EN55011
C1	Преобразователи частоты на напряжение ниже 1000 В для работы в первых условиях эксплуатации (в жилых помещениях и в офисах).	Класс В
C2	Преобразователи частоты с напряжением ниже 1000 В для работы в первых условиях эксплуатации (в жилых помещениях и в офисах), не являющиеся ни передвижными, ни съемными, предназначенные для монтажа и ввода в эксплуатацию в качестве профессионального оборудования.	Класс А, группа 1
C3	Преобразователи частоты с напряжением ниже 1000 В для работы во вторых условиях эксплуатации (производственная среда).	Класс А, группа 2
C4	Преобразователи частоты с напряжением 1000 В и выше или номинальным током 400 А и выше, предназначенные для работы во вторых условиях эксплуатации или использования в сложных системах.	Ограничительный предел отсутствует. Разработайте план обеспечения ЭМС.

Таблица 2.2 Требования к излучению — EN/IEC 61800-3:2004

Если используются базовые стандарты в отношении излучений, преобразователь частоты должен соответствовать указанным ниже предельным значениям.

Окружающая среда	Базовый стандарт	Требования к кондуктивному излучению согласно предельным значениям, указанным в EN55011
Первые условия эксплуатации (жилые помещения и офисы)	Стандарт на излучение EN/IEC 61000-6-3 для жилищно-коммунальных объектов, предприятий торговли и легкой промышленности.	Класс В
Вторые условия эксплуатации (производственная среда)	Стандарт на излучение EN/IEC 61000-6-4 для производственной среды.	Класс А, группа 1

Таблица 2.3 Требования к излучению — EN/IEC 61000-6-3 и EN/IEC 61000-6-4

Система состоит из следующих компонентов:

- FCP 106, двигатель и экранированный кабель двигателя; или
- FCM 106

Для каждой из этих систем кондуктивное излучение соответствует стандарту EN 55011, класс В, а излучаемые помехи соответствуют стандарту EN 55011, класс А,

группа 1. Соответствие достигается на основании следующих условий:

- Встроенный фильтр ВЧ-помех
- Преобразователь частоты, настроенный на номинальную частоту коммутации.
- Экранированный кабель двигателя длиной макс. 2 м.

### 2.6.3 Требования к помехоустойчивости

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

Для подтверждения устойчивости к помехам, возникающим при протекании электрических импульсных переходных процессов, были проведены следующие испытания с соответствии со следующими базовыми стандартами.

- EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2). Электростатические разряды (ESD). Воспроизведение электростатических разрядов, связанных с присутствием человека.
- EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3). Излучение, создаваемое проникающим электромагнитным полем с амплитудной модуляцией. Воспроизведение воздействий радиолокационного оборудования и оборудования связи, а также мобильных средств связи.
- EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4). Импульсные переходные процессы. Моделирование помех, вызываемых переключением контактора, реле или аналогичных устройств.
- EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5). Переходные процессы с бросками напряжения. Воспроизведение переходных процессов, связанных, например, с ударом молнии вблизи установок.
- EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6). ВЧ-помехи в синфазном режиме. Моделирование воздействия радиопередающего оборудования, соединенного между собой кабелями.

Базовый стандарт	Импульсы IEC 61000-4-4	Броски напряжения IEC 61000-4-5	Электростатические разряды IEC 61000-4-2	Излучаемое электромагнитное поле IEC 61000-4-3	Напряжение синфазного режима в ВЧ-диапазоне IEC 61000-4-6
Критерий приемки	B	B	B	A	A
Сеть (без экрана)	4 кВ	2 кВ/2 Ом DM 4 кВ/12 Ом CM	–	–	10 В <sub>эфф.</sub>
Кабель для LCP	2 кВ	2 кВ/2 Ом <sup>1)</sup>	–	–	10 В <sub>эфф.</sub>
Цепи управления	2 кВ	2 кВ/2 Ом <sup>1)</sup>	–	–	10 В <sub>эфф.</sub>
Внешнее питание 24 В пост. тока	2 кВ	2 кВ/2 Ом <sup>1)</sup>	–	–	10 В <sub>эфф.</sub>
Провода реле	2 кВ	42 кВ/42 Ом	–	–	10 В <sub>эфф.</sub>
Корпус	–	–	8 кВ AD 6 кВ CD	10 В/м	–

Таблица 2.4 Требования к помехоустойчивости

1) Наводка на экран кабеля.

Сокращения:

AD — электростатический разряд через воздух.

CD — электростатический разряд при контакте.

CM — синфазный режим.

DM — дифференциальный режим.



## 2.7 Ток утечки

### 2.7.1 Ток утечки на землю

Соблюдайте национальные и местные нормативы, относящиеся к защитному заземлению оборудования с током утечки  $>3,5$  мА.

Технология преобразователей частоты предполагает высокочастотное переключение при высокой мощности. При этом генерируются токи утечки в проводах заземления.

Ток утечки на землю создается несколькими источниками и зависит от конфигурации системы; нужно учитывать следующие факторы:

- Фильтры ВЧ
- Длина кабеля двигателя
- Экранирование кабеля двигателя
- Мощность преобразователя частоты

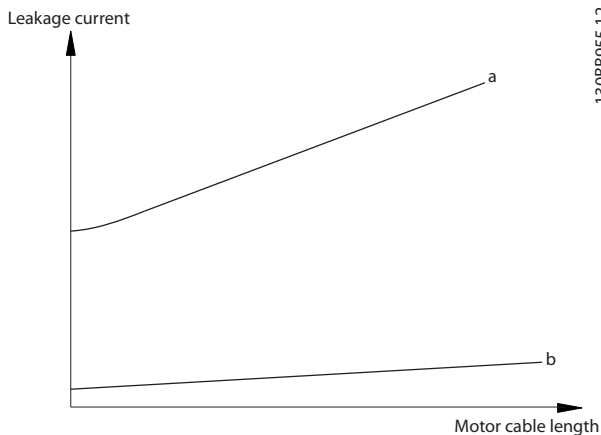


Рисунок 2.21 Влияние длины кабеля двигателя и типоразмера по мощности на ток утечки. Типоразмер по мощности **a** > типоразмера по мощности **b**

Ток утечки зависит также от линейных искажений.

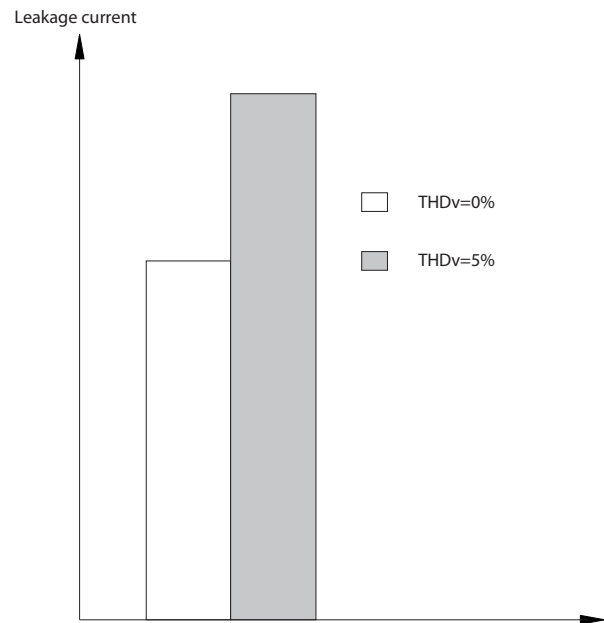


Рисунок 2.22 Влияние искажения в цепи на ток утечки

Если ток утечки превышает 3,5 мА, требуется соблюдать стандарт EN/IEC61800-5-1с особой осторожностью.

Следует усилить заземление согласно следующим требованиям к подключению защитного заземления.

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

Дополнительную информацию см. в стандартах EN/IEC61800-5-1 и EN 50178.

#### Использование датчиков остаточного тока

Если используются датчики остаточного тока (RCD), также известные как автоматические выключатели для защиты от утечек на землю (ELCB), соблюдайте следующие требования.

- Используйте только RCD типа B, которые могут обнаруживать переменные и постоянные токи.
- Используйте RCD с задержкой, чтобы предотвратить отказы в связи с переходными токами на землю.
- Номинал RCD следует подбирать с учетом конфигурации системы и условий окружающей среды.

Ток утечки включает несколько частот, происходящих как от частоты сетевого питания, так и от частоты коммутации. Обнаружение частоты коммутации зависит от типа используемого датчика RCD.

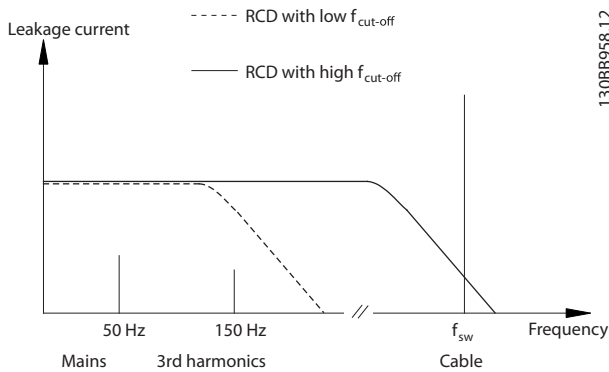


Рисунок 2.23 Основные источники тока утечки

13088958.12

Величина тока утечки, обнаруживаемого RCD, зависит от частоты среза в датчике RCD.

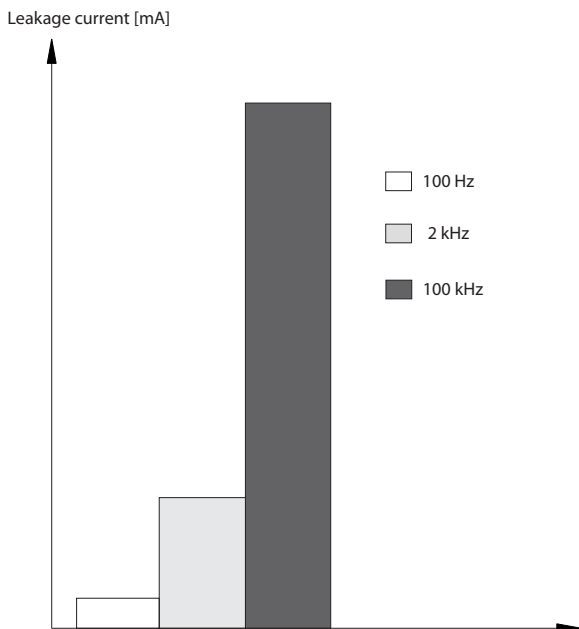


Рисунок 2.24 Влияние предельной частоты датчиков остаточного тока (RCD) на ток утечки

13088957.11

**ВНИМАНИЕ!**

**ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ТОКОМ**

Преобразователь частоты может вызвать появление постоянного тока в проводнике защитного заземления, что может привести к летальному исходу или серьезным травмам.

- Там, где для защиты от поражения электрическим током используется устройство защитного отключения (RCD), на стороне питания разрешается устанавливать RCD только типа В.

Несоблюдение рекомендаций приведет к тому, что RCD не сможет обеспечить необходимую защиту.

**2.8 Гальваническая развязка (PELV)**

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

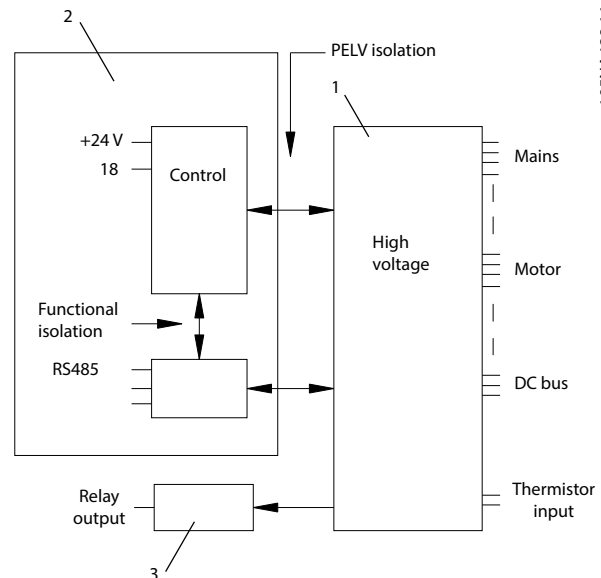
Все клеммы управления и выводы реле 01–03/04–06 соответствуют требованиям PELV (защитное сверхнизкое напряжение) (не относится к блокам с заземленной ветвью треугольника при напряжении выше 300 В).

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

Компоненты, обеспечивающие электрическую изоляцию, отвечают также требованиям к повышенной изоляции и выдерживают соответствующие испытания, как указано в EN/IEC 61800-5-1.

Гальваническая развязка PELV показана на Рисунок 2.25.

Чтобы обеспечить защиту PELV, все соединения с клеммами управления должны быть выполнены согласно требованиям PELV.



195NA438.11

1	Высоковольтная цепь
2	Плата управления посредством входов и выходов
3	Заказные реле

Рисунок 2.25 Гальваническая развязка

**УВЕДОМЛЕНИЕ****БОЛЬШАЯ ВЫСОТА**

Если высота монтажа превышает 2000 м над уровнем моря, обратитесь в Danfoss относительно требований к зазорам (PELV).

## 3 Интеграция системы

### 3

### 3.1 Введение

В этой главе описываются соображения, которые необходимо учесть при включении преобразователя частоты в проект системы. Эта глава поделена на четыре раздела:

- Входные характеристики преобразователя частоты на стороне сети, в том числе:
  - Мощность
  - Гармоники
  - Мониторинг
  - Кабели
  - Предохранители
  - Другие соображения (*глава 3.2 Вход сетевого питания*).
- Выход от преобразователя частоты на двигатель, в том числе:
  - Типы двигателей
  - Нагрузка
  - Мониторинг
  - Кабели
  - Другие соображения (*глава 3.3 Электродвигатели*).
- Интеграция входных и выходных параметров преобразователя частоты для обеспечения оптимального дизайна системы, в том числе:
  - Соответствие преобразователя двигателю и наоборот
  - Характеристики системы
  - Другие соображения (*глава 3.4 Выбор преобразователя частоты и/или дополнительного оборудования*).
- Внешние условия работы для преобразователя частоты, включая:
  - Окружающую среду
  - Корпуса
  - Температуру
  - Снижение номинальных характеристик
  - Другие соображения (*глава 3.6 Условия окружающей среды*).

### 3.1.1 FCM 106 — это интегрированная система преобразователя частоты и двигателя

Преобразователь частоты Danfoss VLT®, интегрированный с асинхронным двигателем или двигателем с постоянными магнитами, обеспечивает возможность регулирования скорости в одном устройстве.

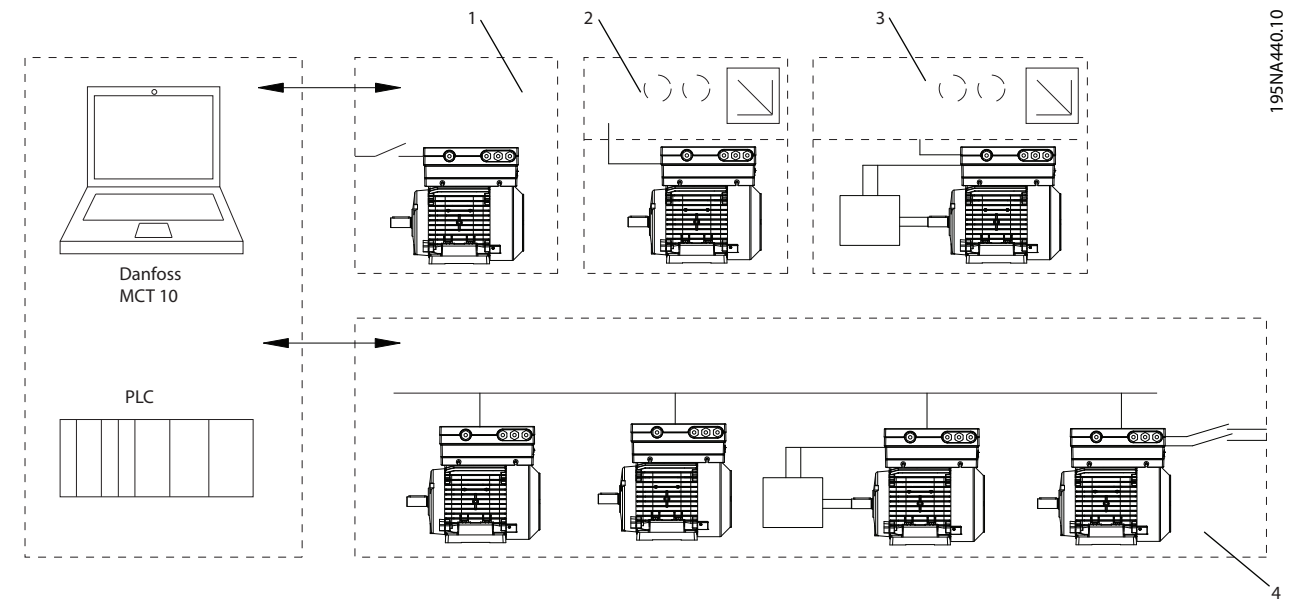
FCM 106 является компактной альтернативой централизованным решениям, в которых преобразователь частоты и двигатель установлены в виде отдельных блоков.

- Шкаф не требуется.
- Преобразователь частоты смонтирован непосредственно на двигатель, а не подключается через клеммную коробку двигателя.
- Электрический монтаж заключается только в подключении сети и цепей управления. Нет необходимости в соблюдении специальных требований к проводке для соответствия директиве по ЭМС, поскольку кабели двигателя не используются.

Заводская адаптация FCM 106 к двигателю обеспечивает управление с высокой точностью и энергоэффективностью, а также устраняет необходимость в предварительной настройке на месте установки.

FCM 106 можно использовать в автономных системах с традиционными управляющими сигналами, например сигналами пуска/остановка, задания скорости, управления процессом в замкнутом контуре. Его можно также использовать в системах с несколькими преобразователями частоты с управляющими сигналами, распределяемыми по периферийной шине.

С ПИ-регулятором замкнутого контура можно использовать сочетание сигналов по периферийной шине и традиционных сигналов управления.



195NA440.10

1	Пуск/останов	3	Управление процессом в замкнутом контуре
2	2-скоростное задание	4	Сочетание сигналов по периферийной шине и традиционных сигналов управления

Рисунок 3.1 Пример структуры управления

### 3.2 Вход сетевого питания

#### 3.2.1 Помехи в питающей сети/гармоники

##### 3.2.1.1 Общие вопросы излучения гармоник

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

Токи гармоник	$I_1$	$I_5$	$I_7$
Гц	50	250	350

Таблица 3.1 Токи гармоник

Гармонические токи увеличивают тепловые потери в установке (в трансформаторе, кабелях), но не оказывают непосредственного влияния на потребление мощности. Повышенные тепловые потери могут привести к перегрузке трансформатора и повышению температуры в кабелях. Поэтому следует понизить уровень гармоник следующими способами:

- С помощью преобразователей частоты с внутренними фильтрами гармоник.
- С помощью усовершенствованных внешних фильтров (активных или пассивных).

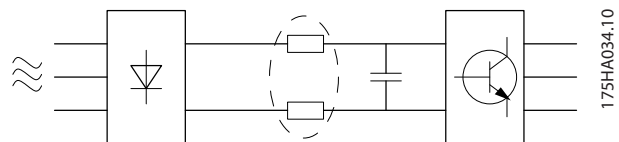


Рисунок 3.2 Фильтры

175NA034.10

### УВЕДОМЛЕНИЕ

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

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

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

$$THD \% = \sqrt{U_5^2 + U_7^2 + \dots + U_N^2} / U$$

( $U_N\%$  от  $U$ )

### 3.2.1.2 Требования к излучению гармоник

Оборудование, подключенное к системам электроснабжения общего пользования, должно соответствовать следующим стандартам:

Стандарт	Тип оборудования	Типоразмер по мощности <sup>1)</sup> FCP 106 и FCM 106
IEC/EN 61000-3-2, класс А	Профессиональное 3-фазное сбалансированное оборудование, суммарной мощностью только до 1 кВт (1,5 л. с.).	0,55–0,75 кВт (0,75–1,0 л. с.)
IEC/EN 61000-3-12, табл. 4	Оборудование 16–75 А и профессиональное оборудование от 1 кВт (1,5 л. с.) до тока 16 А на фазу.	1,1–7,5 кВт (1,5–10 л. с.)

**Таблица 3.2** Соответствие требованиям по излучению гармоник

1) Значения номинальной мощности указаны для режимов с нормальной перегрузкой (NO), см. глава 6.2 Электрические характеристики.

#### IEC 61000-3-2, Ограничения эмиссии гармонических составляющих тока (входной ток оборудования ≤16 А на фазу)

Стандарт IEC 61000-3-2 распространяется на оборудование, подключенное к низковольтным распределительным системам общего пользования, с входным током ≤16 А на фазу. Определены четыре класса излучений: с А по D. Преобразователи частоты Danfoss относятся к классу А. Однако для профессионального оборудования суммарной номинальной мощностью >1 кВт (1,5 л. с.) ограничений нет.

**Стандарт IEC 61000-3-12 ограничивает гармонические составляющие тока, вызываемые оборудованием, подключенным к низковольтным распределительным системам общего пользования, с входным током >16 А и ≤75 А.**

Стандарт IEC 61000-3-12 распространяется на оборудование, подключенное к низковольтным распределительным системам общего пользования, с входным током 16–75 А. Пределы излучений в настоящее время определены только для систем 230/400 50 Гц, а ограничения для других систем будут добавлены в будущем. Пределы излучений, применяемые к преобразователям частоты, приведены в таблице 4 стандарта. Определены требования для отдельных гармоник (5-й, 7-й, 11-й и 13-й), а также для THDi и PWhD.

### 3.2.1.3 Результаты проверки на гармоники (излучение)

МН1 <sup>1)</sup>	Ток отдельной гармоники I <sub>n</sub> /I <sub>ref</sub> (%)			
	I <sub>5</sub>	I <sub>7</sub>	I <sub>11</sub>	I <sub>13</sub>
0,55–1,5 кВт (0,65–2,0 л. с.), 380–480 В	32,33	17,15	6,8	3,79
Предельное R <sub>sce</sub>	98	86	59	48
	Коэффициент гармонического искажения тока (%)			
	THC		PWHC	
0,55–1,5 кВт (0,75–2,0 л. с.), 380–480 В (типичное)	38		30,1	
Предельное R <sub>sce</sub>	95		63	

**Таблица 3.3** МН1

1) Значения номинальной мощности указаны для режимов с нормальной перегрузкой (NO), см. глава 6.2 Электрические характеристики.

МН2 <sup>1)</sup>	Ток отдельной гармоники I <sub>n</sub> /I <sub>ref</sub> (%)			
	I <sub>5</sub>	I <sub>7</sub>	I <sub>11</sub>	I <sub>13</sub>
2,2–4 кВт (3,0–5,0 л. с.), 380–480 В	35,29	35,29	7,11	5,14
Предельное R <sub>sce</sub>	107	99	61	61
	Коэффициент гармонического искажения тока (%)			
	THC		PWHC	
2,2–4 кВт (3,0–5,0 л. с.), 380–480 В (типичное)	42,1		36,3	
Предельное R <sub>sce</sub>	105		86	

**Таблица 3.4** МН2

1) Значения номинальной мощности указаны для режимов с нормальной перегрузкой (NO), см. глава 6.2 Электрические характеристики.

МНЗ <sup>1)</sup>	Ток отдельной гармоники $I_n/I_{ref}$ (%)			
	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	$I_{13}$
5,5–7,5 кВт (7,5–10 л. с.), 380–480 В	30,08	15,00	07,70	5,23
Предельное $R_{SCE}$	91	75	66	62
	Коэффициент гармонического искажения тока (%)			
	THC		PWHC	
5,5–7,5 кВт (7,5–10 л. с.), 380–480 В (типичное)	35,9		39,2	
Предельное $R_{SCE}$	90		97	

Таблица 3.5 МНЗ

1) Значения номинальной мощности указаны для режимов с нормальной перегрузкой (NO), см. глава 6.2 Электрические характеристики.

Убедитесь, что мощность короткого замыкания источника  $S_{sc}$  больше или равна следующему значению:

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

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

Монтажник или пользователь оборудования обязан обеспечить подключение оборудования только к такому источнику питания, мощность короткого замыкания  $S_{К.З.} \geq$  указанной выше мощности. В случае необходимости проконсультируйтесь с оператором распределительной сети.

Другие типоразмеры можно подключать к сети общего пользования после консультаций с оператором распределительных сетей.

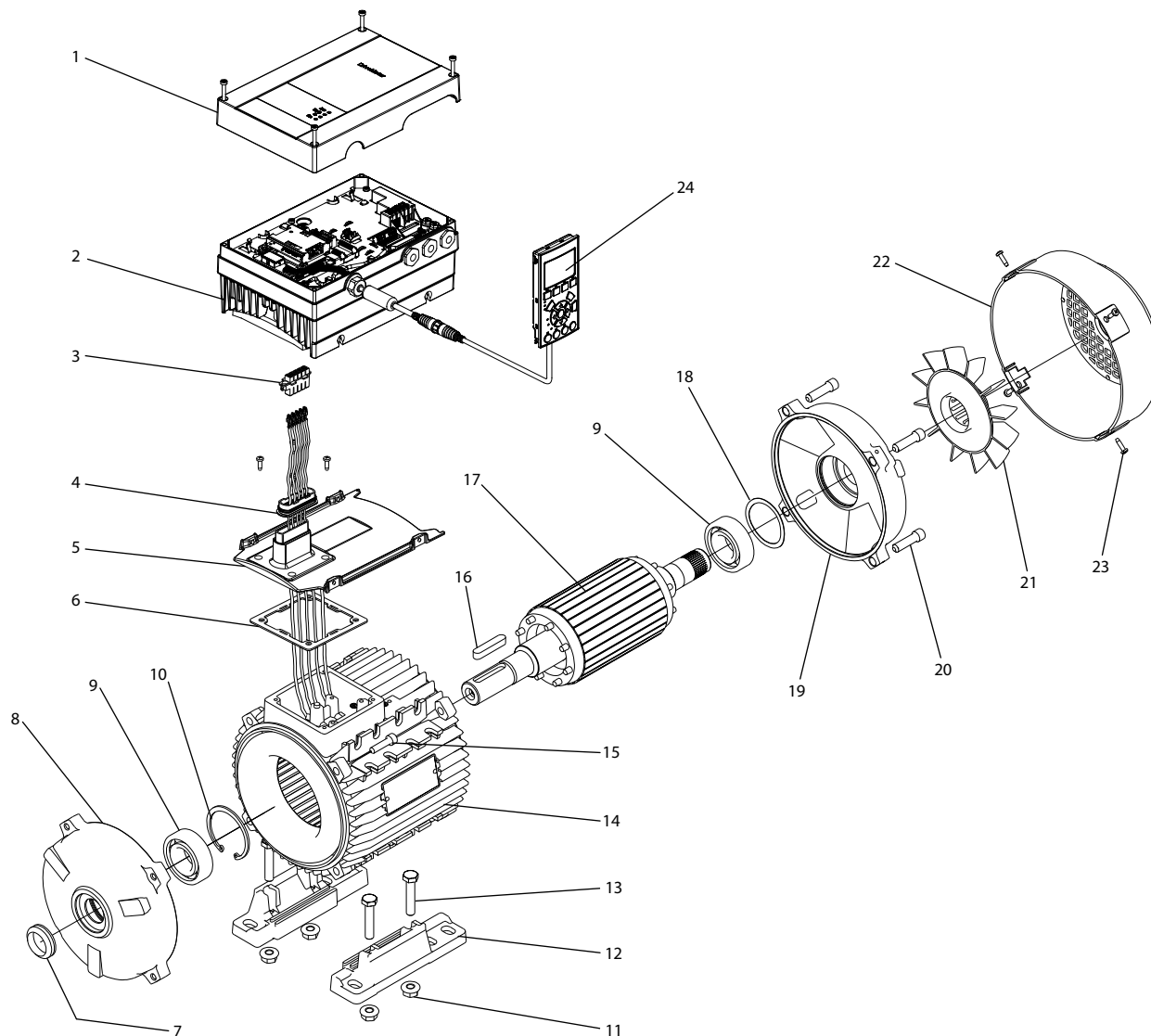
Соответствие требованиям различных уровней системы: Приведенные в Таблица 3.3 — Таблица 3.5 данные по току гармоник даны в соответствии с IEC/EN 61000-3-12 и с учетом стандарта на системы силовых приводов. Эти данные могут использоваться:

- Как основа для расчета влияния гармонических токов на систему электроснабжения.
- Для документирования соответствия применимым региональным требованиям: IEEE 519 -1992 и G5/4.

### 3.3 Электродвигатели

#### 3.3.1 Покомпонентные изображения

3

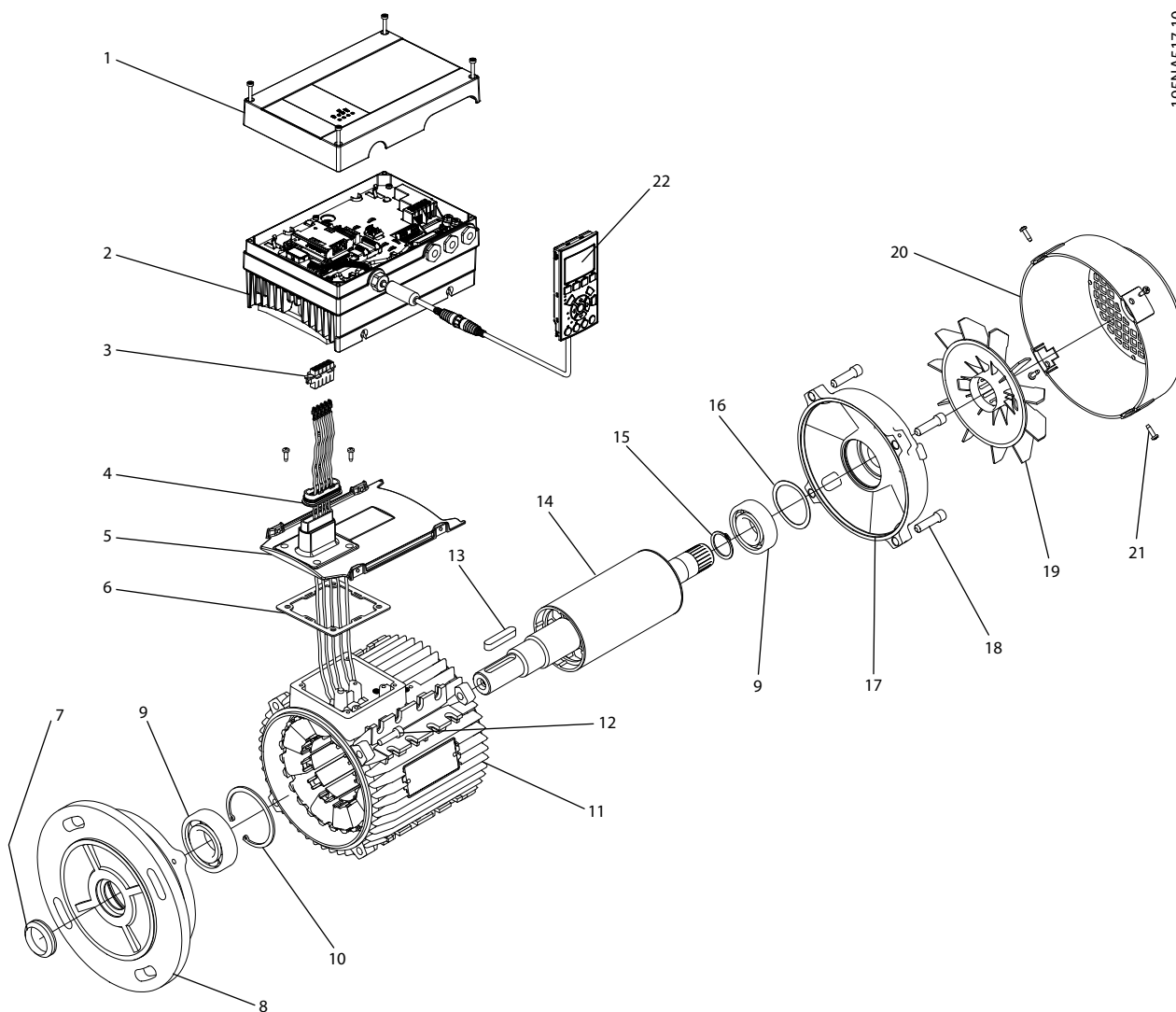


195NA518.10

1	Крышка преобразователя частоты	13	Крепежный болт опоры
2	Корпус преобразователя частоты	14	Рама статора
3	Разъем двигателя	15	Крепежный болт торцевого щита, приводной конец
4	Прокладка разъемы двигателя	16	Шпонка вала
5	Крепежная пластина двигателя	17	Ротор
6	Прокладка между двигателем и крепежной пластиной	18	Шайба преднатяга
7	Пылезащитное уплотнение, приводной конец	19	Торцевой щит, неприводной конец
8	Торцевой щит, приводной конец	20	Крепежный болт торцевого щита, неприводной конец
9	Подшипник	21	Вентилятор
10	Разрезное стопорное кольцо	22	Крышка вентилятора
11	Крепление опоры	23	Винт крышки вентилятора
12	Съемная опора	24	LCP

Рисунок 3.3 FCM 106 с асинхронным двигателем, В3 — покомпонентное изображение





1	Крышка преобразователя частоты	12	Крепежный болт торцевого щита, приводной конец
2	Корпус преобразователя частоты	13	Шпонка вала
3	Разъем двигателя	14	Ротор
4	Прокладка разъемы двигателя	15	Разрезное стопорное кольцо
5	Крепежная пластина двигателя	16	Шайба преднатяга
6	Прокладка между двигателем и крепежной пластиной	17	Торцевой щит, неприводной конец
7	Пылезащитное уплотнение, приводной конец	18	Крепежный болт торцевого щита, неприводной конец
8	Фланцевый торцевой щит	19	Вентилятор
9	Подшипник	20	Крышка вентилятора
10	Разрезное стопорное кольцо	21	Винт крышки вентилятора
11	Рама статора	22	LCP

Рисунок 3.4 FCM 106 с двигателем с постоянными магнитами, B5 — покомпонентное изображение

### 3.3.2 Подъем

#### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

##### **ПОДЪЕМНЫЕ ОПЕРАЦИИ — РИСК ПОВРЕЖДЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ**

Неправильное проведение подъемных операций может привести к повреждению оборудования.

- При наличии двух подъемных проушин используйте обе.
- При вертикальном перемещении предотвращайте неуправляемое вращение.
- При подъеме оборудования не используйте лишь подъемные точки двигателя.

Перемещение и подъем устройства должны выполняться только квалифицированным персоналом. Убедитесь в том, что:

- В наличии имеется вся документация, а также инструменты и оборудование, необходимые для безопасной работы.
- Краны, домкраты, стропы, подъемные балки по номинальным характеристикам могут выдержать вес оборудования, которое требуется поднимать. Вес блока см. в *глава 6.1.5 Масса*.
- При использовании болтов с подъемными проушинами перед подъемом убедитесь, что плечо болта плотно затянуто на лицевой стороне рамы статора.

Болты с подъемными проушинами или подъемные траверсы, поставляемые с блоком, рассчитаны только на вес блока без дополнительного веса вспомогательного оборудования.

### 3.3.3 Подшипники

В качестве стандартного решения используется неподвижный подшипник на приводной стороне (выходной стороне вала) двигателя.

Чтобы избежать статического вдавливания, убедитесь в отсутствии вибраций в месте хранения. Если избежать воздействия вибрации не представляется возможным, зафиксируйте вал. Подшипники могут оснащаться фиксирующим устройством вала, которое в течение хранения должно быть установлено на свое место. Ежедневно поворачивайте валы вручную на 1/4 оборота.

Подшипники поставляются с завода полностью смазанными литиевой смазкой.

### 3.3.4 Срок службы и смазка подшипников

Ожидаемый срок службы шарикоподшипников указан *Таблица 3.6* и *Таблица 3.7* при условии выполнения следующих условий:

- Температура 80 °C (176 °F).
- Радиальные силы в точке нагрузки, соответствующей половине выступающей части вала, не превышают значений, указанных в *Таблица 3.6* и *Таблица 3.7*.

3-фазные двигатели класса IE2, 50 Гц		Допустимые радиальные силы		Допустимые осевые силы (IMB3)		Допустимые осевые силы (IMV1)		Допустимые осевые силы (IMV1)	
				Оба направления		Сила, направленная вверх		Сила, направленная вниз	
		20000 ч	40000 ч	20000 ч	40000 ч	20000 ч	40000 ч	20000 ч	40000 ч
Типоразмер двигателя	Число полюсов	F рад. [N]	F рад. [N]	F осевая [N]	F осевая [N]	F осевая [N]	F осевая [N]	F осевая [N]	F осевая [N]
71	2	460	370	230	175	260	205	210	170
	4	580	465	330	250	350	275	300	240
80	2	590	475	320	255	340	280	290	220
	4	830	665	440	350	470	380	410	310
90	2	670	535	340	260	380	315	310	235
	4	940	750	480	365	470	385	440	330
100	2	920	735	480	360	540	460	430	325
	4	1290	1030	680	530	740	620	620	465
112	2	930	745	480	380	560	475	400	300
	4	1300	1040	680	540	750	630	600	450
132 S	2	1350	1080	800	625	1000	845	610	460
	4	1900	1520	1130	880	1320	1095	930	700
132 M	2	1400	1120	780	610	990	835	580	435
	4	1970	1575	1090	850	1300	1080	890	670
160 M	2	1550	1240	840	685	1180	975	500	395
	4	2170	1735	1180	950	1520	1245	830	640
160 L	2	1580	1265	820	675	1180	980	460	365
	4	2220	1775	1150	925	1510	1245	790	610

**Таблица 3.6 Допустимые силы, 3-фазные двигатели класса IE2, 50 Гц**

*Допустимые радиальные силы: в точке нагрузки соответствует половина выступающей части вала, предполагается, что осевая сила равна 0.*

*Допустимые осевые силы: предполагается, что радиальная сила равна 0.*

*Допустимые нагрузки при одновременном действии радиальных и осевых сил могут быть сообщены по запросу.*

Двигатели HPS		Допустимые радиальные силы		Допустимые осевые силы (IMB3)		Допустимые осевые силы (IMV1)		Допустимые осевые силы (IMV1)	
				Оба направления		Сила, направленная вверх		Сила, направленная вниз	
		20000 ч	40000 ч	20000 ч	40000 ч	20000 ч	40000 ч	20000 ч	40000 ч
Типоразмер двигателя	Скорость [об/мин]	F рад. [N]	F рад. [N]	F осевая [N]	F осевая [N]	F осевая [N]	F осевая [N]	F осевая [N]	F осевая [N]
71	1500	580	465	330	250	350	275	300	240
	1800	520	420	295	225	315	250	270	215
	3000	460	370	230	175	260	205	210	170
	3600	415	335	205	155	235	185	190	150
90	1500	940	750	480	365	470	385	440	330
	1800	845	675	430	330	420	345	395	300
	3000	670	535	340	260	380	315	310	235
	3600	600	480	305	235	340	285	280	210
112	1500	1300	1040	680	540	750	630	600	450
	1800	1170	935	610	485	675	565	540	405
	3000	930	745	480	380	560	475	400	300
	3600	835	670	430	340	505	430	360	270
132 M	1500	–	–	–	–	–	–	–	–
	1800	1710	1370	1015	790	1190	985	835	630
	3000	1350	1080	800	625	1000	845	610	460
	3600	1215	970	720	565	900	760	550	415
132 XL	1500	1970	1575	1090	850	1300	1080	890	670
	1800	–	–	–	–	–	–	–	–
	3000	1400	1120	780	610	990	835	580	435
	3600	1260	1010	700	550	890	750	520	390
132 XXL	1500	1970	1575	1090	850	1300	1080	890	670
	1800	1770	1415	980	765	1170	970	800	600
	3000	1400	1120	780	610	990	835	580	435
	3600	1260	1010	700	550	890	750	520	390

**Таблица 3.7 Допустимые силы, двигатели HPS**

Допустимые радиальные силы: точке нагрузки соответствует половина выступающей части вала, предполагается, что осевая сила равна 0.

Допустимые осевые силы: предполагается, что радиальная сила равна 0.

Допустимые нагрузки при одновременном действии радиальных и осевых сил могут быть сообщены по запросу.

Тип двигателя	Типоразмер двигателя	Тип смазки	Диапазон температуры
Асинхронный	80–180	На литиевой основе	от -40 до +140 °C (от -40 до +280 °F)
С постоянными магнитами (PM)	71–160		

**Таблица 3.8 Смазка**

Типоразмер двигателя	Скорость [об/мин]	Тип подшипника, асинхронные двигатели		Тип подшипника, двигатели с постоянными магнитами	
		Приводной конец	Неприводной конец	Приводной конец	Неприводной конец
71	1500/3000	–	–	6205 2ZC3	6303 2ZC3
80	1500/3000	6204 2ZC3	6204 2ZC3	–	–
90	1500/3000	6205 2ZC3	6205 2ZC3	6206 2ZC3	6205 2ZC3
100	1500/3000	6206 2ZC3	6206 2ZC3	–	–
112	1500/3000	6306 2ZC3	6306 2ZC3	6208 2ZC3	6306 2ZC3
132	1500/3000	6208 2ZC3	6208 2ZC3	6309 2ZC3	6208 2ZC3
160	1500/3000	1)	1)	–	–
180	1500/3000	1)	1)	–	–

Таблица 3.9 Стандартные подшипники и сальники для двигателей

1) Данные будут доступны в следующих редакциях.

### 3.3.5 Баланс

FCM 106 сбалансирован в соответствии с классом R стандарта ISO 8821 (пониженный баланс). Для критически важных применений, особенно на высоких скоростях (>4000 оборотов в минуту), может потребоваться специальный баланс (класс S).

### 3.3.6 Выходные валы

Выходные валы изготавливаются из стали с сопротивлением растяжению 35/40 тонн (460/540 МН/м<sup>2</sup>). В стандартной версии приводной конец вала снабжается резьбовым отверстием в соответствии с DIN 332 Form D и пазом замкнутого профиля.

### 3.3.7 Инерция FCM 106

Инерция J FCM 106 <sup>1)</sup>	Асинхронный двигатель		Двигатель с ПМ	
	3000 об/мин	1500 об/мин	3000 об/мин	1500 об/мин
[кВт]				
0,55	–	–	–	0,00047
0,75	0,0007	0,0025	0,00047	0,0007
1,1	0,00089	0,00373	0,00047	0,00091
1,5	0,00156	0,00373	0,0007	0,0011
2,2	0,0018	0,00558	0,00091	0,00082
3,0	0,00405	0,00703	0,00082	0,00104
4,0	0,00648	0,0133	0,00107	0,00131
5,5	0,014	0,03	0,00131	0,0136
7,5	0,016	0,036	0,0136	0,0206

 Таблица 3.10 Инерция [кг·м<sup>2</sup>]

1) Значения номинальной мощности указаны для режимов с нормальной перегрузкой (NO), см. глава 6.2 Электрические характеристики.

### 3.3.8 Типоразмер двигателя FCM 106

Типоразмер по мощности <sup>1)</sup>	Асинхронный двигатель		Двигатель с ПМ	
	1500 об/мин	3000 об/мин	1500 об/мин	3000 об/мин
[кВт]				
0,55	–	–	71	–
0,75	80	71	71	71
1,1	90	80	71	71
1,5	90	80	71	71
2,2	100	90	90	71
3	100	90	90	90
4	112	100	90	90
5,5	112	112	112	90
7,5	132	112	112	112

Таблица 3.11 FCM 106 — типоразмеры для двигателей с постоянными магнитами и асинхронных двигателей

1) Значения номинальной мощности указаны для режимов с нормальной перегрузкой (NO), см. глава 6.2 Электрические характеристики.

### 3.3.9 Тепловая защита двигателя

Защита двигателя от перегрузки может быть реализована с помощью различных устройств:

- Электронное тепловое реле (ЭТР)
- Термисторный датчик помещается между обмотками двигателя.
- Механический тепловой выключатель.

#### 3.3.9.1 Электронное тепловое реле

ЭТР работает только с асинхронными двигателями. В защите ЭТР используется моделирование характеристик биметаллического реле исходя из измеренных преобразователем частоты фактического тока и скорости. Характеристика представлена на Рисунок 3.5.

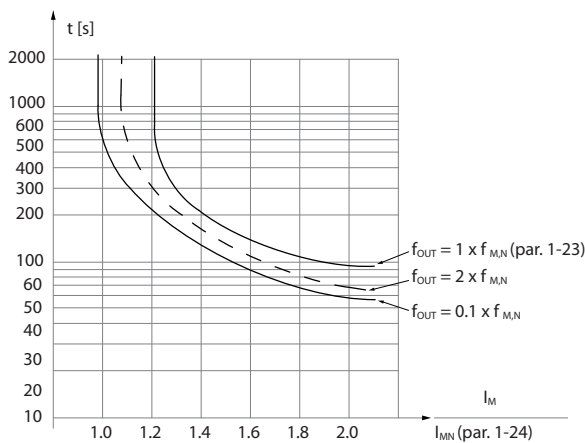


Рисунок 3.5 Характеристики защиты ЭТР

По оси X показано соотношение между  $I_{двиг.}$  и номинальным значением  $I_{двиг.}$ . По оси Y показано время в секундах перед срабатыванием ЭТР, отключающим преобразователь частоты. Кривые показывают характерную номинальную скорость: вдвое больше номинальной скорости и 0,1 от номинальной скорости.

Понятно, что при более низкой скорости функция ЭТР срабатывает при более низкой температуре в связи с меньшим охлаждением двигателя. Таким образом, двигатель защищен от перегрева даже на малой скорости.

**Краткий итог**

ЭТР работает только с асинхронными двигателями. ЭТР защищает двигатель от перегрева, и дополнительной защиты двигателя от перегрузки не требуется. При нагреве двигателя таймер ЭТР определяет время, в течение которого двигатель сможет проработать при повышенной температуре, прежде чем потребуются остановить его для предотвращения перегрева. Если двигатель перегружается без достижения температуры перегрева, при которой ЭТР отключает двигатель, предел по току защищает двигатель и систему от перегрузки. В этом случае ЭТР не активируется и, следовательно, необходимо использовать другой способ тепловой защиты.

Активируйте ЭТР в параметр 1-90 Тепловая защита двигателя. Регулировка ЭТР выполняется с помощью параметр 4-18 Current Limit Mode.

**3.3.9.2 Термистор (только FCP 106)**

Термистор расположен между обмотками двигателя. Соединение для термистора находится в вилке кабеля двигателя на клеммах T1 и T2. Расположение клемм и сведения о проводке см. в разделе Подключение двигателя в Инструкции по эксплуатации VLT® DriveMotor FCP 106 и FCM 106.

Чтобы отслеживать реакцию термистора, установите для параметр 1-90 Motor Thermal Protection значение [1] Предупр.по термист. или [2] Откл. по термистору.

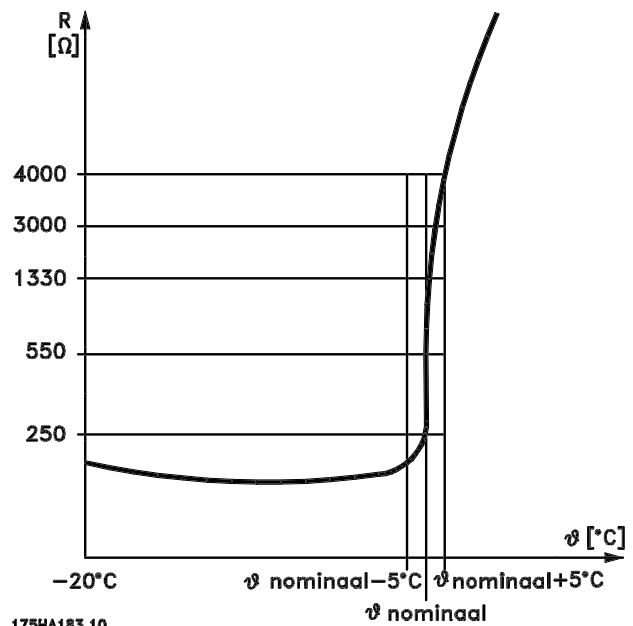


Рисунок 3.6 Типичное поведение термистора

Когда под воздействием температуры двигателя сопротивление на термисторе увеличивается до значений выше 2,9 кОм, преобразователь частоты отключается. Когда сопротивление на термисторе уменьшается до значений ниже 0,8 кОм, преобразователь частоты снова включается.

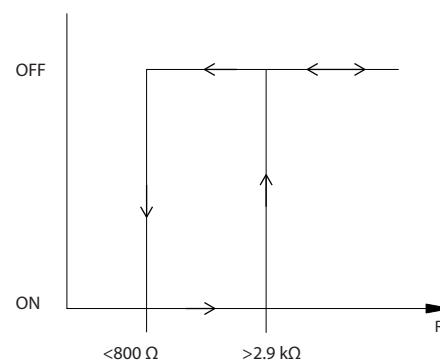


Рисунок 3.7 Работа преобразователя частоты с термистором

**УВЕДОМЛЕНИЕ**

Выберите термистор в соответствии с характеристиками, указанными в Рисунок 3.6 и Рисунок 3.7.

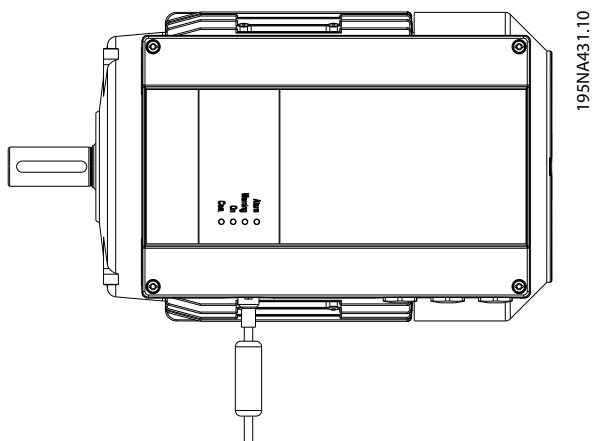
**УВЕДОМЛЕНИЕ**

Если термистор не изолирован гальванически, подключение проводов термистора вместо проводов двигателя может привести к повреждению преобразователя частоты.

Вместо термистора может быть использован механический термовыключатель (типа Klixon).

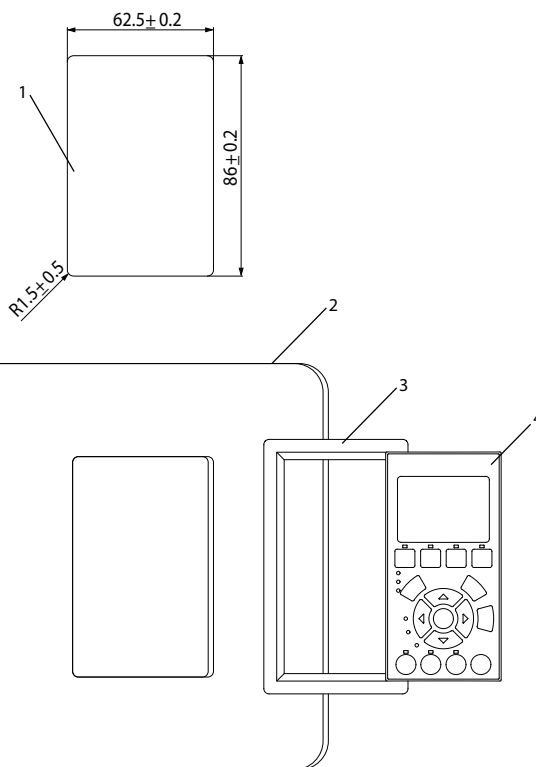
**3.4 Выбор преобразователя частоты и/или дополнительного оборудования**

**3.4.1 Комплект дистанционного монтажа**



195NA431.10

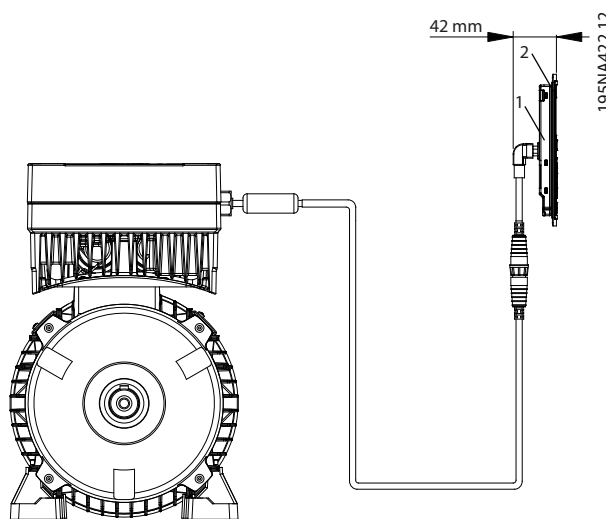
Рисунок 3.8 Разъемы комплекта дистанционного монтажа



195NA506.11

1	Вырез в панели. Толщина панели составляет 1–3 мм.
2	Шкаф
3	Прокладка
4	LCP

Рисунок 3.9 Коннектор комплекта дистанционного монтажа



195NA422.12

1	Панель управления
2	Дверца панели

Рисунок 3.10 Дистанционный монтаж LCP

### 3.4.2 Местный пульт управления

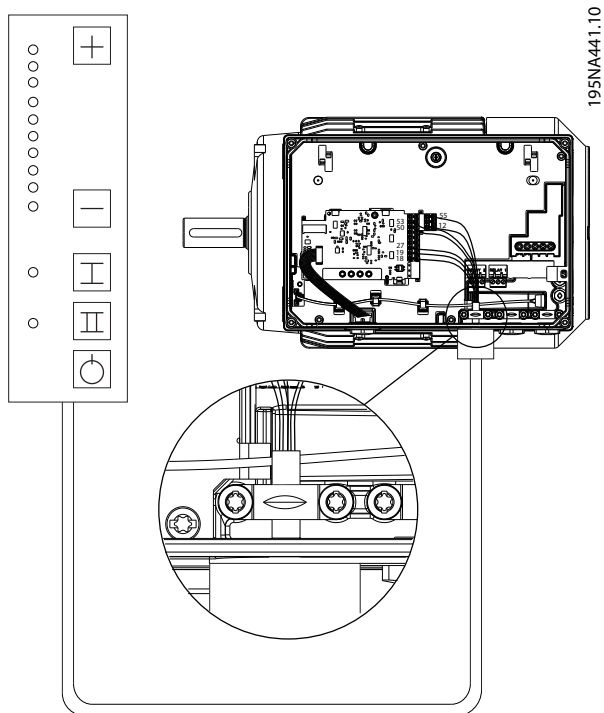


Рисунок 3.11 Разъемы для подключения LOP

Кнопка	Работа с двумя скоростями	Работа в двух режимах	Работа в двух направлениях
Кнопка +/-	Установленное задание		
Кнопка I	Работа на заданной скорости	Работа с набором параметров 1	Вращение вперед
Кнопка II	Работа с фиксированной частотой	Работа с набором параметров 2	Пуск в обр. направл.
Кнопка O	Останов + сброс		

Таблица 3.12 Функция

Клемма	Работа с двумя скоростями	Работа в двух режимах	Работа в двух направлениях
18	Сиреневый		Серый
19	-		
27	Коричневый		
29	Зеленый		
12	Красный		
50	Желтый		
55	Синий		

Таблица 3.13 Электрические подключения

Параметр	Работа с двумя скоростями	Работа в двух режимах	Работа в двух направлениях
Параметр 5-1 0 Клемма 18, цифровой вход Клемма 18	Пуск*		
Параметр 5-1 2 Клемма 27, цифровой вход Клемма 27	Сброс		
Параметр 5-1 3 Клемма 29, цифровой вход Клемма 29	Фиксация частоты*	Выбор набора	Запуск и реверс
Дополнительные параметры	Параметр 3 -11 Фиксированная скорость [Гц]	Параметр 0-1 0 Активный набор = [9] Несколько наборов	Параметр 4-10 Н направление вращения двигателя = [2] Оба направления

Таблица 3.14 Настройки параметров

\* Указывает установку по умолчанию.

Аварийные сигналы сбрасываются при каждом запуске. Чтобы запретить такой сброс:

- Оставьте коричневый провод неподключенным или
- Установите для параметр 5-12 Terminal 27 Digital Input значение [0] Не используется.

При включении питания устройство всегда находится в режиме остановки. Установленное задание в ходе отключения питания сохраняется.

Чтобы установить постоянный режим запуска, отключите функцию останова с LOP следующим образом:

- Подключите клемму 12 к клемме 18
- Не подключайте сиреневый/серый провод к клемме 18.

## 3.5 Особые условия

### 3.5.1 Цель снижения номинальных характеристик

Рассмотрите целесообразность снижения номинальных характеристик при использовании преобразователя частоты в следующих условиях:

- Низкое атмосферное давление (большие высоты)
- Низкие скорости



- Длинные кабели электродвигателя
- Кабели с большим сечением
- Высокие температуры окружающего воздуха

В данном разделе описываются необходимые действия.

### 3.5.2 Снижение номинальных характеристик для температуры окружающего воздуха и частоты коммутации.

См. глава 6.10 *Derating According to Ambient Temperature and Switching Frequency* в данном руководстве.

### 3.5.3 Автоматическая адаптация для обеспечения эксплуатационных характеристик

Преобразователь частоты постоянно контролирует критические уровни внутренней температуры, тока нагрузки, высокого напряжения на промежуточной цепи и низких скоростей вращения двигателя. При обнаружении критического уровня преобразователь частоты может изменить частоту и/или метод коммутации для обеспечения надлежащих эксплуатационных характеристик. Способность автоматически уменьшать выходной ток дополнительно расширяет допустимые условия эксплуатации.

### 3.5.4 Снижение номинальных характеристик в случае низкого атмосферного давления

С понижением атмосферного давления охлаждающая способность воздуха уменьшается.

- При высоте над уровнем моря до 1000 м снижение номинальных характеристик не требуется.
- При высотах более 1000 м снизьте температуру окружающей среды или максимальный выходной ток.
  - При высоте, превышающей 1000 м, необходимо понизить выходной ток на 1 % на каждые 100 м высоты или
  - Понизить максимальную температуру окружающего воздуха на 1 °C на каждые 200 м высоты.
- В случае высоты над уровнем моря более 2000 м обратитесь в Danfoss относительно требований PELV.

Альтернативой является понижение температуры окружающей среды на больших высотах над уровнем моря, что позволяет обеспечить на этих высотах 100 %

выходного тока. Пример. При высоте 2000 м и температуре 45 °C (Ток<sub>р.ср.</sub>, макс. - 3,3 К) доступное значение выходного тока составляет 91 % от номинального значения. При температуре 41,7 °C доступны 100 % номинала выходного тока.

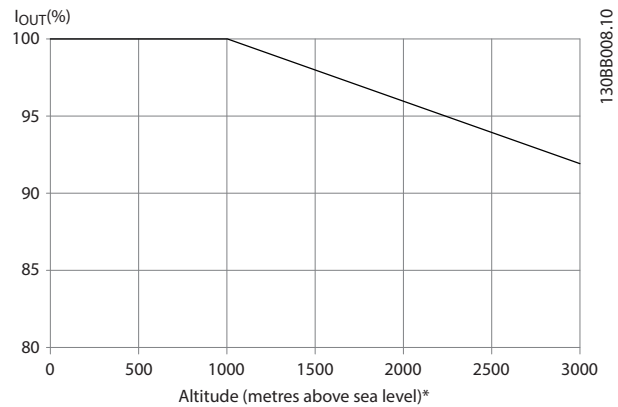


Рисунок 3.12 Пример

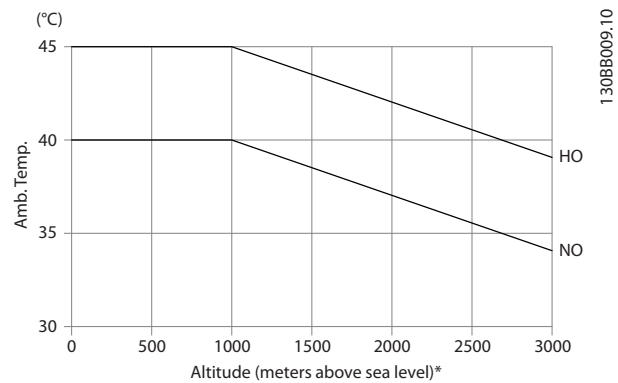


Рисунок 3.13 Снижение выходного тока в зависимости от высоты над уровнем моря при температуре окружающей среды Ток<sub>р. ср.</sub>, макс.

### 3.5.5 Экстремальные условия работы

#### Короткое замыкание (фаза — фаза двигателя)

Преобразователь частоты 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 инвертора по току. Инвертор отключается, когда ток короткого замыкания превышает допустимое значение (*аварийный сигнал 16, Коротк замыкан*).

#### Коммутация на выходе

Допустима коммутация цепей на выходе между двигателем и преобразователем частоты. Может появиться сообщение о неисправности. Если требуется, чтобы преобразователь частоты подхватывал

вращающийся двигатель, выберите [2] *Разрешено в параметр 1-73 Запуск с хода.*

#### Превышение напряжения, создаваемое двигателем

Напряжение в промежуточной цепи увеличивается, когда двигатель переходит в генераторный режим. Бросок напряжения происходит в следующих случаях.

- Нагрузка раскручивает двигатель при постоянной выходной частоте преобразователя. Иными словами, нагрузка отдает энергию.
- В процессе замедления (уменьшения скорости) при большом моменте инерции, низком трении и слишком малом времени для замедления энергия не успевает рассеяться в виде потерь в преобразователе частоты, двигателе и установке.
- Неверная настройка компенсации скольжения может привести к повышению напряжения в цепи постоянного тока.
- Противо-ЭДС при работе двигателя с постоянными магнитами. При выбеге на больших оборотах противо-ЭДС от двигателя с постоянными магнитами потенциально может превысить максимально допустимое напряжение преобразователя частоты, что может стать причиной поломки. Для предотвращения этого риска повреждения значение *параметр 4-19 Макс. выходная частота* автоматически ограничивается. Предел устанавливается в соответствии с внутренними расчетами, основанными на следующих значениях:

- *Параметр 1-40 Противо-ЭДС при 1000 об/мин.*
- *Параметр 1-25 Номинальная скорость двигателя.*
- *Параметр 1-39 Число полюсов двигателя.*

При наличии риска превышения двигателем скорости (например, из-за чрезмерного влияния авторотации) используйте тормозной резистор.

Блок управления может пытаться скорректировать изменение скорости (*параметр 2-17 Контроль перенапряжения*).

При достижении определенного уровня напряжения инвертор отключается, чтобы защитить транзисторы и конденсаторы цепи постоянного тока.

Выберите метод контроля уровня напряжения в цепи постоянного тока с помощью следующих параметров:

- *Параметр 2-10 Функция торможения.*
- *Параметр 2-17 Контроль перенапряжения.*

## УВЕДОМЛЕНИЕ

Контроль перенапряжения нельзя включить при работе с двигателем с постоянными магнитами (то есть когда для параметра *параметр 1-10 Конструкция двигателя* установлено значение [1] *Неявно. с пост. магн.*).

#### Пропадание напряжения сети

При отключении напряжения сети преобразователь частоты продолжает работать, пока напряжение цепи постоянного тока не снизится до минимального уровня, при котором происходит останов. Минимальное напряжение, при котором происходит останов, обычно на 15 % ниже наименьшего номинального напряжения питания преобразователя частоты. Продолжительность работы преобразователя частоты при выбеге определяется напряжением сети перед пропаданием питания и нагрузкой двигателя.

#### Статическая перегрузка в режиме VVC+

При перегрузке преобразователя частоты контуры управления уменьшают выходную частоту для снижения нагрузки.

При сильной перегрузке ток может оказаться столь большим, что это приведет к отключению преобразователя частоты примерно через 5–10 с.

### 3.6 Условия окружающей среды

#### 3.6.1 Влажность

Хотя преобразователь частоты может нормально работать при высокой влажности (до 95 % относительной влажности), следует всегда избегать конденсации. Конденсация особенно вероятна, когда преобразователь частоты холоднее, чем окружающий влажный воздух. Влага в воздухе также может конденсироваться на электронных компонентах и вызывать короткие замыкания. Конденсация происходит в блоках, на которые не подается питание. Если в связи с условиями окружающей среды возможна конденсация, рекомендуется установить в шкаф обогреватели. Не производите установку в местах, где возможна отрицательная температура.

Также можно использовать преобразователь частоты в режиме ожидания (с подключением к сети): это уменьшает вероятность конденсации. Однако следует убедиться, что рассеиваемого тепла достаточно, чтобы влажность не воздействовала на схемы преобразователя частоты.

Преобразователь частоты соответствует требованиям следующих стандартов:

- IEC/EN 60068-2-3, EN 50178 9.4.2.2 при 50 °C.
- IEC 600721, класс 3K4.

### 3.6.2 Температура

Ограничения по минимальной и максимальной температурам окружающей среды установлены для всех преобразователей частоты. Защита оборудования от воздействия предельных температур окружающей среды продлит срок его службы и увеличит общую надежность системы. Следуйте приведенным рекомендациям для обеспечения максимальных эксплуатационных характеристик и длительного срока службы оборудования.

- Хотя преобразователи могут работать при температуре до  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , правильная работа при номинальной нагрузке гарантируется только при температурах  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  и выше.
- Не допускайте повышения температуры выше максимального предела.
- При работе при температурах, превышающих проектную, срок службы электронных компонентов сокращается на 50 % на каждые  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  превышения.
- Даже для устройств с классом защиты IP54, IP55 и IP66 необходимо соблюдение указанных диапазонов температуры окружающей среды.
- Может потребоваться установка дополнительного кондиционирующего оборудования для шкафа или площадки, на которой установлено оборудование.

### 3.6.3 Охлаждение

Преобразователи частоты рассеивают мощность в виде тепла. Для эффективного охлаждения блоков необходимо выполнять следующие рекомендации.

- Максимальная температура воздуха на входе в корпус ни в коем случае не должна превышать  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $104\text{ }^{\circ}\text{F}$ ).
- Среднесуточная температура не должна превышать  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $95\text{ }^{\circ}\text{F}$ ).
- Установите устройство так, чтобы обеспечить беспрепятственное поступление холодного воздуха через охлаждающие пластины. Размеры зазоров, которые необходимо оставлять при монтаже, см. в *глава б.1.1 Зазоры*.
- Соблюдайте требования к минимальным зазорам спереди и сзади для подачи холодного воздуха. Более подробную информацию о требованиях правильной установки см. в *Инструкциях по эксплуатации VLT® DriveMotor FCP 106 и FCM 106*.

### 3.6.4 Агрессивная окружающая среда

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

#### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

**Преобразователь частоты не должен устанавливаться в местах, где в воздухе содержатся капли жидкости, твердые частицы или газы, способные воздействовать на электронные устройства и вызывать их повреждение. Если не приняты необходимые защитные меры, возрастает опасность неполадок и, таким образом, сокращается срок службы преобразователя частоты.**

Жидкости могут переноситься по воздуху и конденсироваться в преобразователе частоты, вызывая коррозию компонентов и металлических деталей. Пар, масло и морская вода могут привести к коррозии компонентов и металлических деталей. При таких условиях эксплуатации используйте оборудование в корпусах со степенью защиты IP54.

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

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

Возникающие химические реакции воздействуют на электронные устройства и быстро приводят к их повреждению. В таких условиях следует устанавливать оборудование в шкафах с вентиляцией свежим воздухом, благодаря которой агрессивные газы будут удаляться из преобразователя частоты.

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

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

### 3.6.5 Температура окружающей среды

Рекомендуемые температуры окружающей среды при хранении и эксплуатации см. в *глава 6.5 Условия окружающей среды* и *глава 6.10 Derating According to Ambient Temperature and Switching Frequency*.

### 3.6.6 Акустический шум

#### FCP 106

Акустический шум происходит от следующих источников:

- Внешний вентилятор
- Дроссели постоянного тока промежуточной цепи
- Дроссель фильтра ВЧ-помех

Частота коммутации	МН1	МН2	МН3
[кГц]	[дБ]	[дБ]	[дБ]
5	55	55,5	52

Таблица 3.15 Уровни акустического шума FCP 106 при включенном вентиляторе и измерении на расстоянии 1 м от устройства

#### FCM 106

Акустический шум происходит от следующих источников:

- Вентилятор двигателя
- Внешний вентилятор
- Статор и ротор двигателя
- Дроссели постоянного тока промежуточной цепи
- Дроссель фильтра ВЧ-помех

Скорость двигателя	Частота коммутации	Вентилятор	МН1	МН2	МН3
[об/мин]	[кГц]	[вкл/выкл]	[дБ]	[дБ]	[дБ]
0	5	вкл	55	55,5	52
150	5	Выкл.	57,5	50	57
150	5	вкл	61	57	59
1500	5	Выкл.	65,5	64	71,5
1500	5	вкл	66	65,5	71,5

Скорость двигателя	Частота коммутации	Вентилятор	МН1	МН2	МН3
[об/мин]	[кГц]	[вкл/выкл]	[дБ]	[дБ]	[дБ]
1500	10	Выкл.	65	61,5	66,5
1500	16	Выкл.	64	60	65,5
1500	16	вкл	64,5	62	65,5

Таблица 3.16 Уровни акустического шума FCM 106 при измерении на расстоянии 1 м от устройства

### 3.6.7 Вибрационные и ударные воздействия

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

Преобразователь частоты испытан в соответствии с методикой, определенной в *Таблица 3.17*.

IEC 61800-5-1 Ed.2	Испытание на вибрацию, пункт 5.2.6.4
IEC/EN 60068-2-6	Вибрация (синусоидальная) — 1970
IEC/EN 60068-2-64	Вибрация, случайные вибрации в широком диапазоне частот
IEC 60068-2-34, 60068-2-35, 60068-2-36	Кривая D (1–3), долгосрочное испытание 2,52 г, среднеквадратичные значения

Таблица 3.17 Соответствие процедур испытания на вибрацию и ударные воздействия

### 3.7 Энергоэффективность

В стандарте EN 50598 «Экодизайн для систем силовых приводов, пускателей, силовой электроники и их ведомых систем» изложены принципы оценки энергоэффективности преобразователей частоты.

Стандарт предусматривает нейтральный метод для определения классов энергоэффективности и потерь мощности при полной и частичной нагрузке. Стандарт допускает сочетание любого двигателя с любым преобразователем частоты.

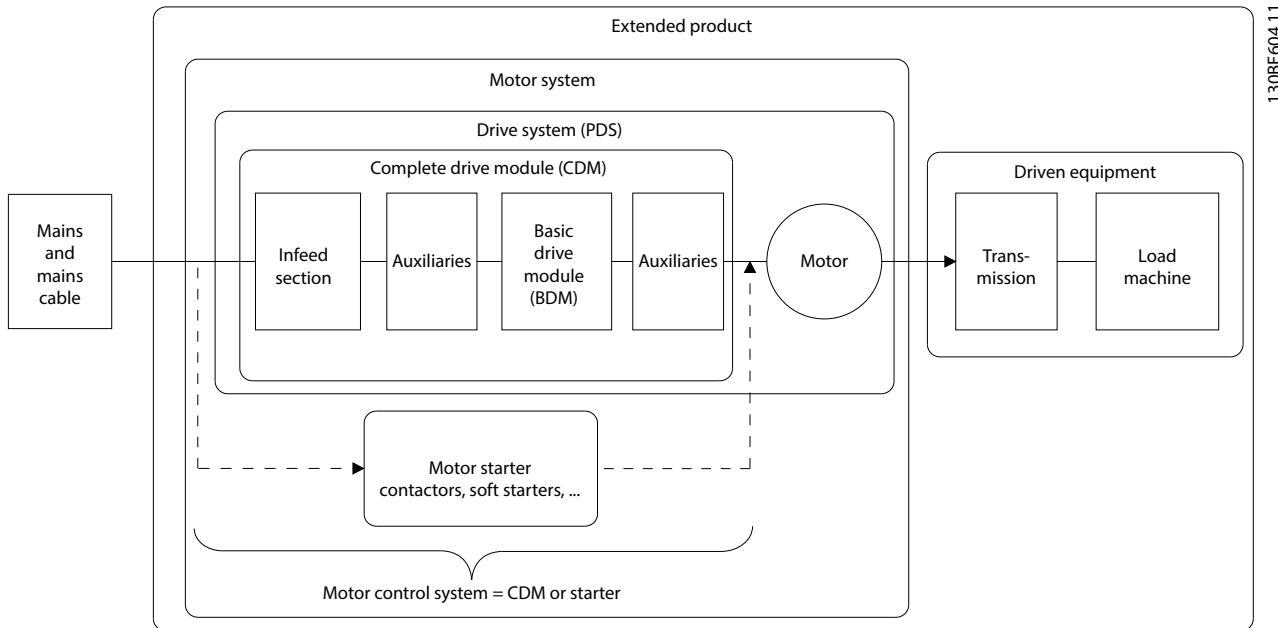


Рисунок 3.14 Система силового привода (PDS) и комплектный модуль привода (CDM)

Вспомогательное оборудование: Advanced Harmonic Filter AHF 005, AHF 010, Line Reactor MCC 103, Sine-wave Filter MCC 101, dU/dt Filter MCC 102.

#### 3.7.1 Расчет классов IE и IES

##### Комплектные модули привода

Согласно стандарту EN 50598-2, комплектный модуль привода (CDM) состоит из преобразователя частоты, его питающей секции и его принадлежностей.

Классы по энергоэффективности для CDM:

- IE0 = ниже современного технического уровня.
- IE1 = на современном техническом уровне.
- IE2 = выше современного технического уровня.

Преобразователи частоты Danfoss соответствуют классу энергоэффективности IE2. Класс энергоэффективности определяется в номинальной точке CDM.

##### Системы силового привода

Система силового привода (PDS) состоит из комплектного модуля привода (CDM) и двигатель.

Классы энергоэффективности для PDS:

- IE0 = ниже современного технического уровня.
- IE1 = на современном техническом уровне.
- IE2 = выше современного технического уровня.

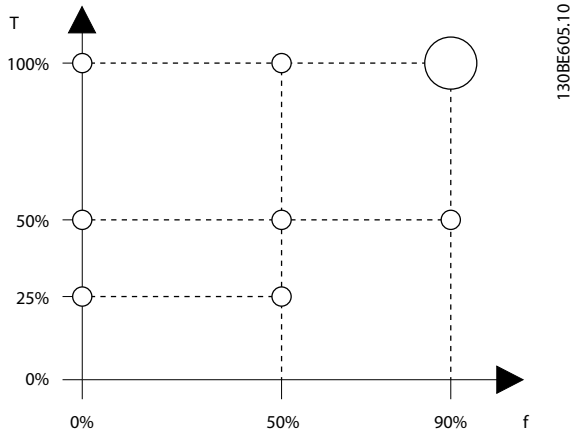
В зависимости от КПД двигателя, двигатели, приводимые преобразователем частоты Danfoss VLT® обычно соответствуют классу энергоэффективности IES2.

Класс энергоэффективности определяется в номинальной точке PDS и может быть рассчитан на основе потерь в CDM и двигателе.

#### 3.7.2 Данные о потерях мощности и энергоэффективности

Потери мощности и энергоэффективность преобразователя частоты зависят от конфигурации и вспомогательного оборудования. Чтобы получить данные по потерям мощности и энергоэффективности, воспользуйтесь программным приложением Danfoss VLT® ecoSmart.

Данные по потере мощности предоставляются в процентах от номинальной полной выходной мощности и определяются согласно EN 50598-2. При определении значений потерь мощности используются заводские установки преобразователя частоты (кроме данных двигателя, которые необходимы для работы двигателя).



T	Крутящий момент [%]
f	Частота [%]

Рисунок 3.15 Рабочие точки преобразователя частоты в соответствии с EN 50598-2

См. [www.danfoss.com/vltenergyefficiency](http://www.danfoss.com/vltenergyefficiency) для получения данных по потерям мощности и энергоэффективности преобразователя частоты в рабочих точках, указанных в Рисунок 3.15.

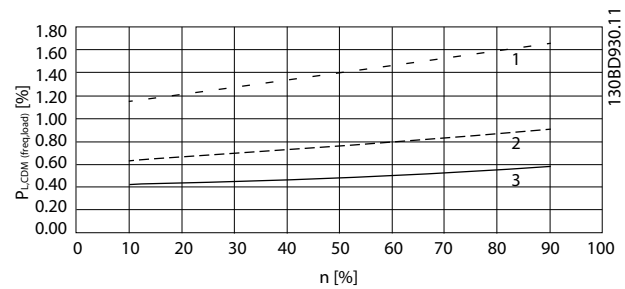
Для расчета классов энергоэффективности IE и IES используется приложение VLT® ecoSmart. Приложение доступно в Интернете по адресу [vlt-ecosmart.danfoss.com](http://vlt-ecosmart.danfoss.com).

#### Пример доступных данных

В приведенном ниже примере показаны потери мощности и данные эффективности для преобразователя частоты со следующими характеристиками:

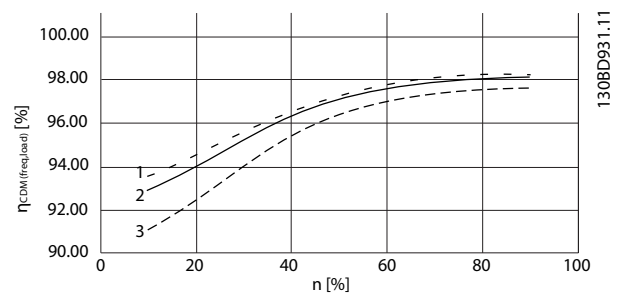
- Номинальная мощность 55 кВт, номинальное напряжение 400 В.
- Номинальная полная мощность,  $S_r$ , 67,8 кВА.
- Номинальная выходная мощность,  $P_{CDM}$ , 59,2 кВт.
- Номинальный КПД,  $\eta_r$ , 98,3 %.

На Рисунок 3.16 и Рисунок 3.17 показаны потери мощности и кривые эффективности. Скорость пропорциональна частоте.



1	Нагрузка 100 %
2	Нагрузка 50 %
3	Нагрузка 25 %

Рисунок 3.16 Данные о потерях мощности для преобразователя частоты. Зависимость относительных потерь в CDM ( $P_{L, CDM}$ ) [%] от скорости (n) [%] от номинальной скорости].



1	Нагрузка 100 %
2	Нагрузка 50 %
3	Нагрузка 25 %

Рисунок 3.17 Данные энергоэффективности преобразователя частоты. Зависимость эффективности CDM ( $\eta_{CDM}$ (частота, нагрузка)) [%] от скорости (n) [%] от номинальной скорости].

#### Интерполяция потери мощности

Потеря мощности в произвольной рабочей точке определяется с помощью 2-мерной интерполяции.

### 3.7.3 Потери и КПД двигателя

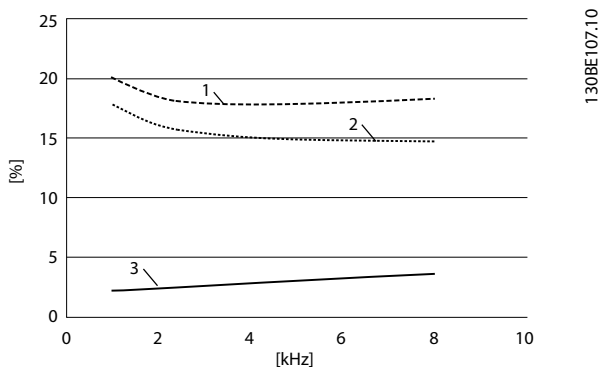
КПД двигателя, работающего при 50–100 % от номинальной скорости двигателя и при 75–100 % от номинального крутящего момента, практически постоянен. Это справедливо и тогда, когда преобразователь частоты управляет двигателем, и тогда, когда двигатель работает непосредственно от сети.

КПД зависит от типа двигателя и уровня намагниченности.

Подробнее о типах различных типов двигателей см. брошюры по соответствующим типам по адресу [www.vlt-drives.danfoss.com](http://www.vlt-drives.danfoss.com).

**Частота коммутации**

Частота коммутации влияет на потери вследствие намагниченности в двигателе и потери вследствие коммутации в преобразователе частоты, как показано на Рисунок 3.18.



1	Двигатель и преобразователь частоты
2	Только двигатель
3	Только преобразователь частоты

Рисунок 3.18 Зависимость потерь [%] от частоты коммутации [кГц]

**УВЕДОМЛЕНИЕ**

Преобразователь частоты создает в двигателе дополнительные потери вследствие гармоник. При увеличении частоты коммутации эти потери уменьшаются.

**3.7.4 Потери и энергоэффективности системы силового привода**

Для оценки потерь мощности в различных рабочих точках для систем силового привода, необходимо суммировать потери мощности в рабочей точке всех компонентов системы:

- Преобразователь частоты
- Двигатель.
- Вспомогательное оборудование.

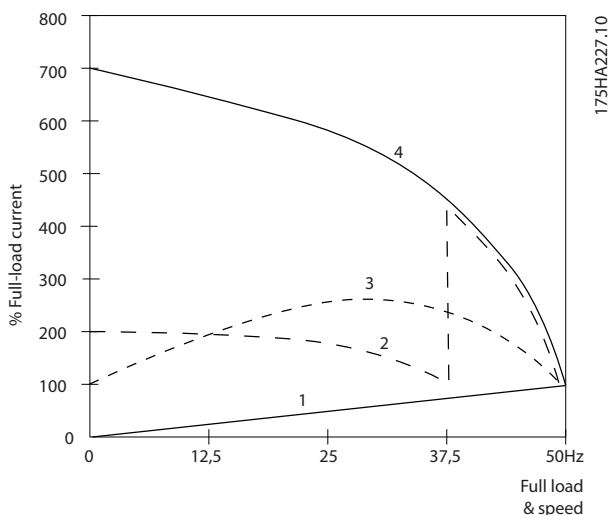
## 4 Примеры применения

### 4.1 Примеры применения в системах ОВКВ

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

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

Как показано на *Рисунок 4.1*, преобразователь частоты не потребляет ток, превышающий номинальный.



1	VLT® DriveMotor
2	Пускатель типа «звезда/треугольник»
3	Устройство плавного пуска
4	Пуск непосредственно от сети

Рисунок 4.1 Пусковой ток

### 4.1.2 Пуск/останов

Клемма 18 = Пуск/останов параметр 5-10 Клемма 18, цифровой вход [8] Пуск.

Клемма 27 = Не используется, параметр 5-12 Клемма 27, цифровой вход [0] Не используется (по умолчанию — [2] Выбег, инверсный)

Параметр 5-10 Клемма 18, цифровой вход = [8] Пуск (по умолчанию).

Параметр 5-12 Клемма 27, цифровой вход = [2] Выбег, инверсный (по умолчанию).

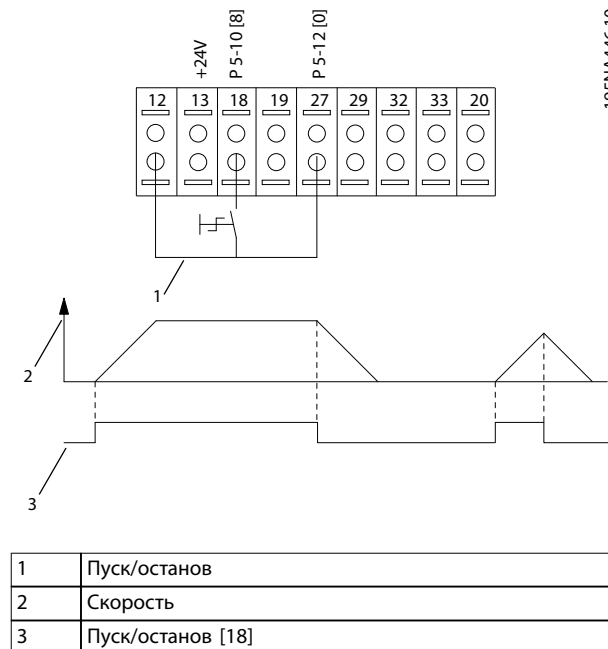


Рисунок 4.2 Пуск/останов и скорость вращения



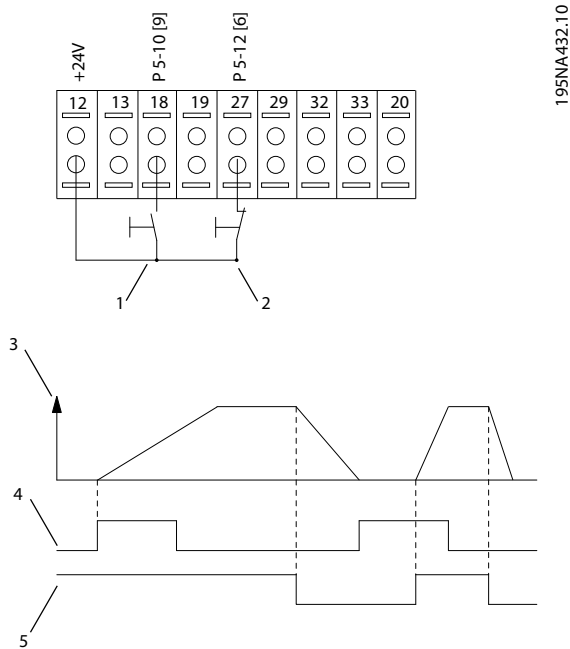
### 4.1.3 Импульсный пуск/останов

Клемма 18 = Пуск/останов параметр 5-10 Клемма 18, цифровой вход [9] Импульсный запуск.

Клемма 27= Останов параметр 5-12 Клемма 27, цифровой вход [6] Останов, инверсный.

Параметр 5-10 Клемма 18, цифровой вход = [9] Импульсный запуск.

Параметр 5-12 Клемма 27, цифровой вход = [6] Останов, инверсный.



1	Пуск
2	Останов, инверсный
3	Скорость
4	Пуск (18)
5	Стоп (27)

Рисунок 4.3 Импульсный пуск/останов

### 4.1.4 Задание от потенциометра

Задание напряжения потенциометром.

Параметр 3-15 Источник задания 1 [1] = Аналоговый вход 53.

Параметр 6-10 Клемма 53, низкое напряжение = 0 В.

Параметр 6-11 Клемма 53, высокое напряжение = 10 В.

Параметр 6-14 Клемма 53, низкое зад./обр. связь = 0 об/мин.

Параметр 6-15 Клемма 53, высокое зад./обр. связь = 1500 об/мин.

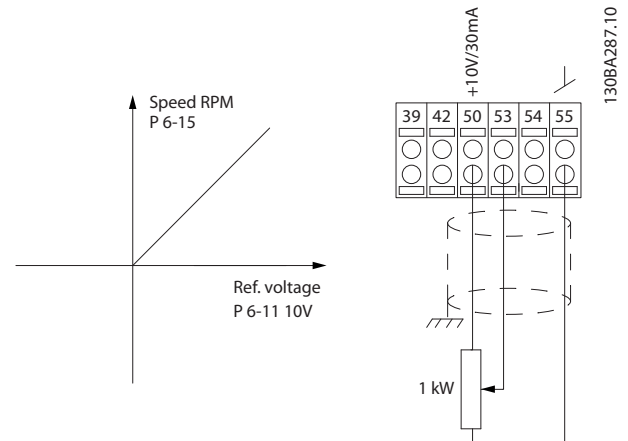


Рисунок 4.4 Задание от потенциометра

### 4.1.5 Автоматическая адаптация двигателя (ААД)

Автоматическая адаптация двигателя (ААД) представляет собой алгоритм для измерения электрических параметров двигателя при неподвижном двигателе. Это означает, что сама функция ААД не создает никакого крутящего момента.

Функция ААД используется при вводе системы в эксплуатацию и проведении оптимизации настройки преобразователя частоты для применяемого двигателя. Эта функция часто используется в тех случаях, когда заводские настройки не применимы для подключаемого двигателя.

В параметр 1-29 Авто адаптация двигателя (ААД) выберите [1] Включ. полной ААД или [2] Включ. упроц. ААД. Полная ААД определяет все электрические параметры двигателя. При сокращенной ААД определяется только сопротивление статора Rs. Продолжительность полной ААД варьируется от нескольких секунд для небольших электродвигателей до более чем 15 минут для крупных электродвигателей.

**Ограничения и предварительные условия:**

- Чтобы обеспечить оптимальное определение параметров двигателя с помощью ААД, необходимо правильно ввести данные с паспортной таблички двигателя в параметры с *параметр 1-20 Мощность двигателя [кВт]* до *параметр 1-28 Проверка вращения двигателя*. Для асинхронного двигателя введите в *параметр 1-24 Motor Current* и *параметр 1-37 d-axis Inductance (Ld)* правильные данные с паспортной таблички двигателя.
- Для обеспечения наилучшей настройки преобразователя частоты выполняйте процедуры ААД на холодном двигателе. Повторное выполнение ААД может вызывать нагрев двигателя, что приведет к увеличению сопротивления статора Rs. Обычно это не существенно.
- ААД может выполняться только в том случае, если номинальный ток двигателя составляет не менее 35 % номинального выходного тока преобразователя частоты. ААД может проводиться на двигателях, отличающихся не более чем на один типоразмер от типоразмера преобразователя.
- Возможно проведение сокращенной ААД при установленном синусоидальном фильтре. Полную ААД при установленном синусоидальном фильтре проводить нельзя. Если требуется полная настройка, удалите синусоидальный фильтр перед проведением полной ААД. После завершения ААД снова установите синусоидальный фильтр.
- Если электродвигатели включаются параллельно, проводите только сокращенную автоматическую адаптацию.
- Во время выполнения ААД преобразователь частоты не создает крутящий момент двигателя. Во время выполнения ААД необходимо, чтобы система не пыталась привести во вращение вал двигателя. Известно, что такая ситуация может возникнуть, например, вследствие самовращения в системах вентиляции. Вращение вала двигателя мешает выполнению ААД.
- При работе двигателя с постоянными магнитами (для *параметр 1-10 Конструкция двигателя* установлено значение [1] *Неявно. с пост. магн.*) можно активировать только режим [1] *Включ. полной ААД*.

**4.1.6 Система вентиляторов с резонансными колебаниями**

Резонансные колебания, которые могут привести к повреждению вентилятора, могут возникнуть в следующих случаях:

- Двигатель с вентилятором, установленным непосредственно на валу двигателя.
- Точка вращения находится в области ослабления поля.
- Точка вращения находится вблизи или выше номинальной точки.

Сверхмодуляция используется как способ увеличить напряжение двигателя, подаваемое преобразователем частоты для  $f_{\text{двиг.}}$  45–65 Гц.

- Преимущества сверхмодуляции:
  - В области ослабления поля могут быть достигнуты более низкие токи и более высокий КПД.
  - Преобразователь частоты может выдавать номинальное напряжение сети при номинальной частоте сети.
  - Когда напряжение сети иногда опускается ниже правильного напряжения двигателя, например, до 43 Гц, сверхмодуляция может выполнить компенсацию до требуемого уровня напряжения двигателя.
- Недостатки сверхмодуляции. Несинусоидальные напряжения увеличивают гармоники напряжения. Это увеличение приводит к пульсациям крутящего момента, что может повредить вентилятор.

Решения, позволяющие избежать повреждения вентилятора:

- Наилучшее решение заключается в отключении сверхмодуляции, что позволит снизить вибрации до минимума. Однако это решение может также привести к снижению номинальных характеристик используемого двигателя в диапазоне 5–10 % в связи с нехваткой напряжения, которое больше не компенсируется методом сверхмодуляции.
- Альтернативным решением для применений, где невозможно отключить сверхмодуляцию, может стать пропуск небольшого диапазона выходных частот. Если двигатель подобран по предельным характеристикам вентиляторной системы, потери напряжения в преобразователе частоты приведут к

недостаточному крутящему моменту. В таких ситуациях проблема вибрации может быть значительно уменьшена путем пропуска небольшой полосы частот вокруг механической резонансной частоты, например, 6-й гармоники. Чтобы выполнить такой пропуск, настройте соответствующие параметры (группа параметров 4-6 \* *Исключ. скорости*) или воспользуйтесь параметром полуавтоматического исключения скорости параметр 4-64 *Semi-Auto Bypass Set-up*. Однако общего правила проектирования для получения оптимального пропуска полос не существует, поскольку это зависит от ширины пика резонансной частоты. В большинстве случаев резонанс можно услышать.

## 4.2 Примеры энергосбережения

### 4.2.1 Использование преобразователя частоты для управления вентиляторами и насосами

Преимуществом преобразователя частоты является то, что центробежные вентиляторы и насосы регулируются с учетом законов пропорциональности для таких вентиляторов и насосов. Подробнее см. глава 4.2.3 *Пример энергосбережения*.

### 4.2.2 Явное преимущество — энергосбережение

Явное преимущество использования преобразователя частоты для управления скоростью вентиляторов или насосов заключается в достигаемом сбережении электроэнергии.

По сравнению с другими системами и технологиями управления, преобразователь частоты является энергетически оптимальной системой управления вентиляторами и насосами.

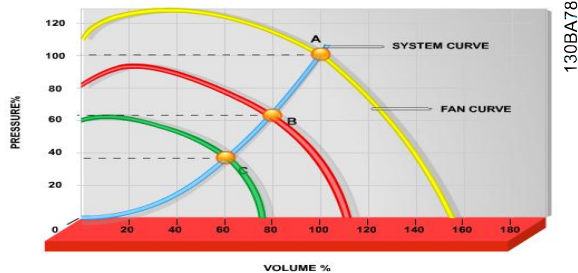


Рисунок 4.5 На графике показаны кривые вентиляторов (A, B и C) для их уменьшенной производительности

При снижении мощности вентилятора до 60 % с помощью преобразователя частоты в типовых условиях применения можно сэкономить до 50 % электроэнергии.

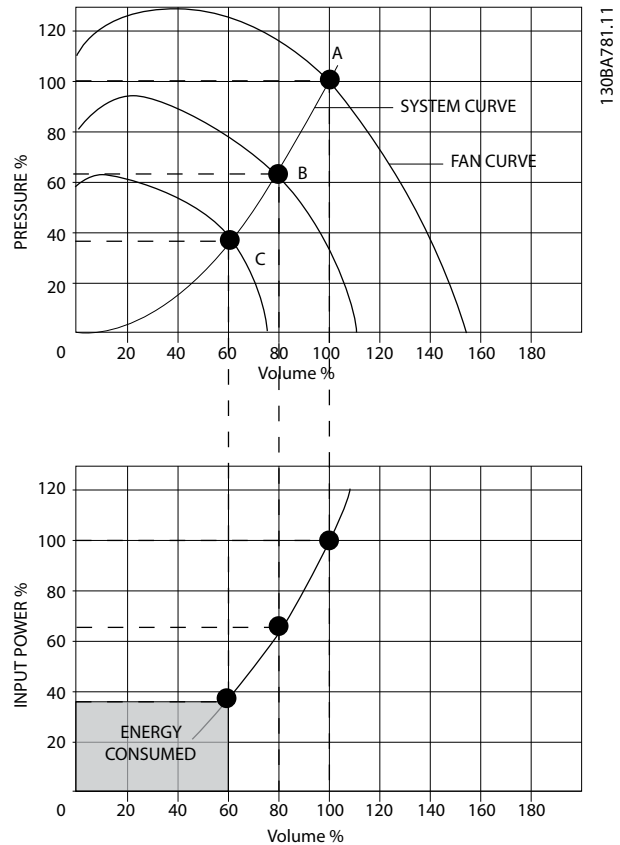


Рисунок 4.6 Экономия электроэнергии при пониженной мощности вентилятора

### 4.2.3 Пример энергосбережения

Как показано на Рисунок 4.7, управление расходом осуществляется с помощью изменения количества оборотов в минуту. При уменьшении скорости только на 20 % относительно номинальной скорости расход уменьшается также на 20 %. Это происходит потому, что расход прямо пропорционален числу оборотов. В то же время, потребление электроэнергии снижается на 50 %. Если система предназначена для обеспечения 100-процентного расхода лишь в течение нескольких дней в году, а в остальное время расход составляет менее 80 % от номинального, количество сэкономленной электроэнергии даже превышает 50 %.

На Рисунок 4.7 показана зависимость расхода, давления и энергопотребления от числа оборотов.

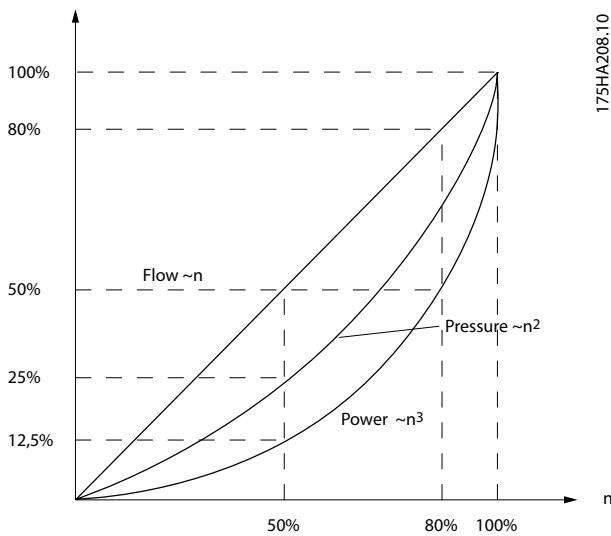


Рисунок 4.7 Законы пропорциональности

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

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

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

Q = расход	P = мощность
Q <sub>1</sub> = номинальный расход	P <sub>1</sub> = номинальная мощность
Q <sub>2</sub> = пониженный расход	P <sub>2</sub> = пониженная мощность
H = давление	n = регулирование скорости
H <sub>1</sub> = номинальное давление	n <sub>1</sub> = номинальная скорость вращения
H <sub>2</sub> = пониженное давление	n <sub>2</sub> = пониженная скорость вращения

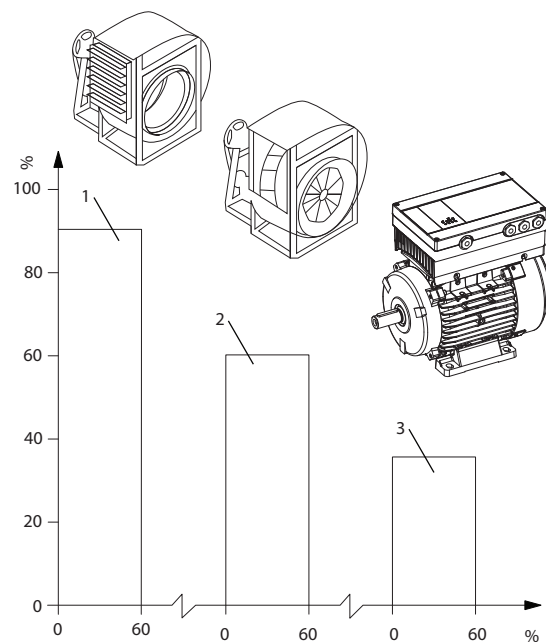
Таблица 4.1 Пояснения к уравнению

#### 4.2.4 Сравнение вариантов энергосбережения

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

На Рисунок 4.8 показаны типичные показатели экономии энергии, получаемые при использовании трех известных решений, когда производительность вентилятора уменьшается, например, до 60 %. При

использовании решения VLT в типичных приложениях экономия энергии может составить более чем 50 %.



1	Решение с выпускной заслонкой — низкое энергосбережение
2	Решение с входным направляющим аппаратом (IGV) — высокая стоимость установки
3	Решение VLT — максимальное энергосбережение

Рисунок 4.8 Сравнение потребления энергии при использовании энергосберегающих систем, зависимость потребляемой мощности (%) от производительности (%)

Выпускные заслонки в некоторой степени уменьшают потребление электроэнергии. Входной направляющий аппарат обеспечивает сокращение потребления электроэнергии на 40 %, но его установка стоит дорого. Решение с использованием преобразователя частоты от компании Danfoss позволяет сократить потребление электроэнергии более чем на 50 %. К тому же его легко устанавливать.

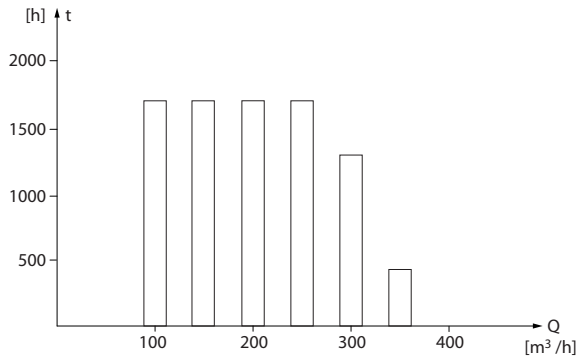
#### 4.2.5 Пример расхода, изменяющегося в течение 1 года

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

конкретной системе используйте программное обеспечение VLT® Energy box.

**Энергосбережение**

$P_{shaft}$  = выходная мощность на валу



175HA210.11

Рисунок 4.9 Распределение расхода в течение 1 года

м³/ч ас	Распределе ние		Регулирование с помощью клапана		Регулирование с помощью преобразователя частоты	
	%	Часы	Мощно сть	Потреб- ление	Мощно сть	Потреб- ление
			A1-B1	[кВт·ч]	A1-C1	[кВт·ч]
350	5	438	42,5	18,615	42,5	18,615
300	15	1314	38,5	50,589	29,0	38,106
250	20	1752	35,0	61,320	18,5	32,412
200	20	1752	31,5	55,188	11,5	20,148
150	20	1752	28,0	49,056	6,5	11,388
100	20	1752	23,0	40,296	3,5	6,132
<b>Σ</b>	<b>100</b>	<b>8760</b>	-	<b>275,064</b>	-	<b>26,801</b>

Таблица 4.2 Производительность насоса

**4.3 Примеры управления**

**4.3.1 Улучшенное управление**

Использование преобразователя частоты для регулирования расхода или давления в системе дает более высокое качество управления.

Преобразователь частоты может изменять скорость вращения вентилятора или насоса, обеспечивая плавное регулирование расхода и давления. Кроме того, преобразователь частоты способен быстро адаптировать скорость вращения вентилятора или насоса к новым значениям расхода или давления в системе.

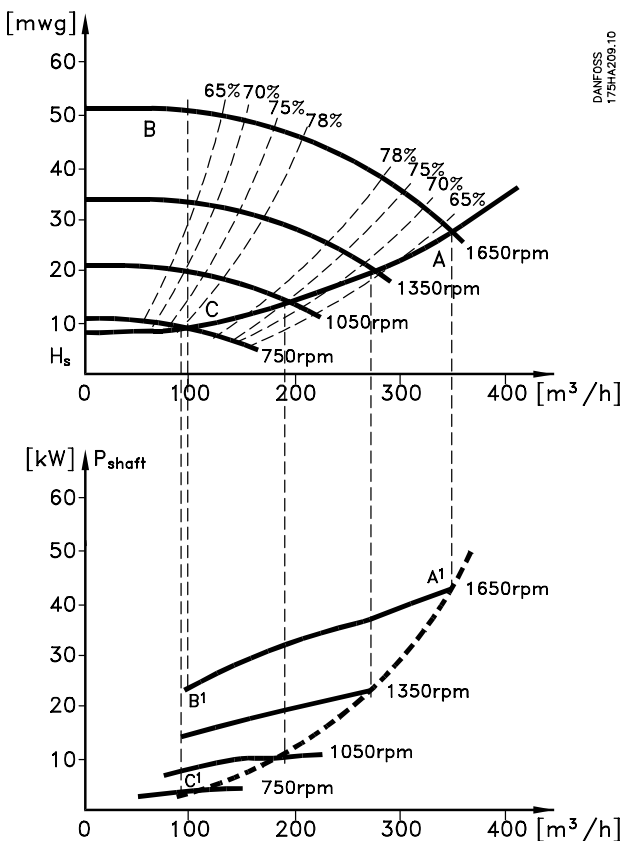
Благодаря использованию встроенного ПИ-регулятора обеспечивается простое управление процессом (расходом, уровнем или давлением).

**4.3.2 Интеллектуальное логическое управление**

Новым полезным устройством в преобразователе частоты является интеллектуальный логический контроллер (SLC, Smart Logic Control).

В приложениях, в которых программируемый логический контроллер (PLC) формирует простую последовательность, контроллер SLC может получать элементарные задания от главного управляющего устройства.

SLC предназначен для инициирования действий в ответ на события, которые пересылаются преобразователю частоты или формируются в нем. После этого преобразователь частоты выполняет предварительно запрограммированное действие.



DANFOSS  
175HA209.10

Рисунок 4.10 Производительность насоса

### 4.3.3 Программирование интеллектуального логического контроллера

Интеллектуальное логическое управление (SLC) представляет собой заданную пользователем последовательность действий (см. параметр 13-52 Действие контроллера SL), которая выполняется SLC, когда SLC оценивает соответствующее заданное пользователем событие (см. параметр 13-51 Событие контроллера SL) как TRUE (Истина).

События и действия, пронумерованные и связанные в пары, называются состояниями. Когда событие [1] имеет место (получает значение TRUE), выполняется действие [1]. После такого выполнения анализируются условия события [2] и, если оно оценивается как TRUE (Истина), выполняется действие [2] и т. д. События и действия размещаются в параметрах типа массива.

В каждый момент времени оценивается только одно событие. Если событие оценено как FALSE (Ложь), в течение текущего интервала сканирования ничего не происходит (в SLC), и другие события не оцениваются. Это означает, что, когда запускается SLC, в каждом

интервале контроля выполняется оценка события [1] (и только события [1]). Только если событие [1] оценивается как TRUE (Истина), SLC выполняет действие [1] и запускает оценку события [2].

Можно запрограммировать от 0 до 20 событий и действий. Когда выполнено последнее событие/действие, последовательность начинается снова с события [1]/действия [1]. На Рисунок 4.11 показан пример с тремя событиями/действиями.

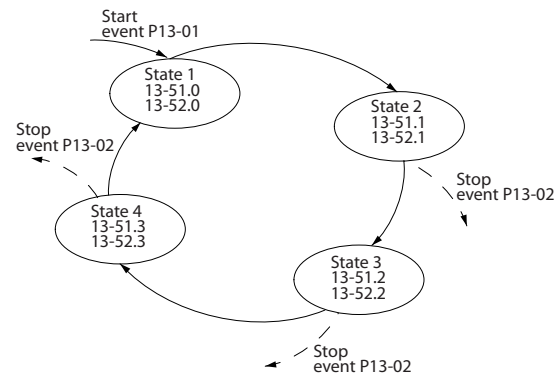
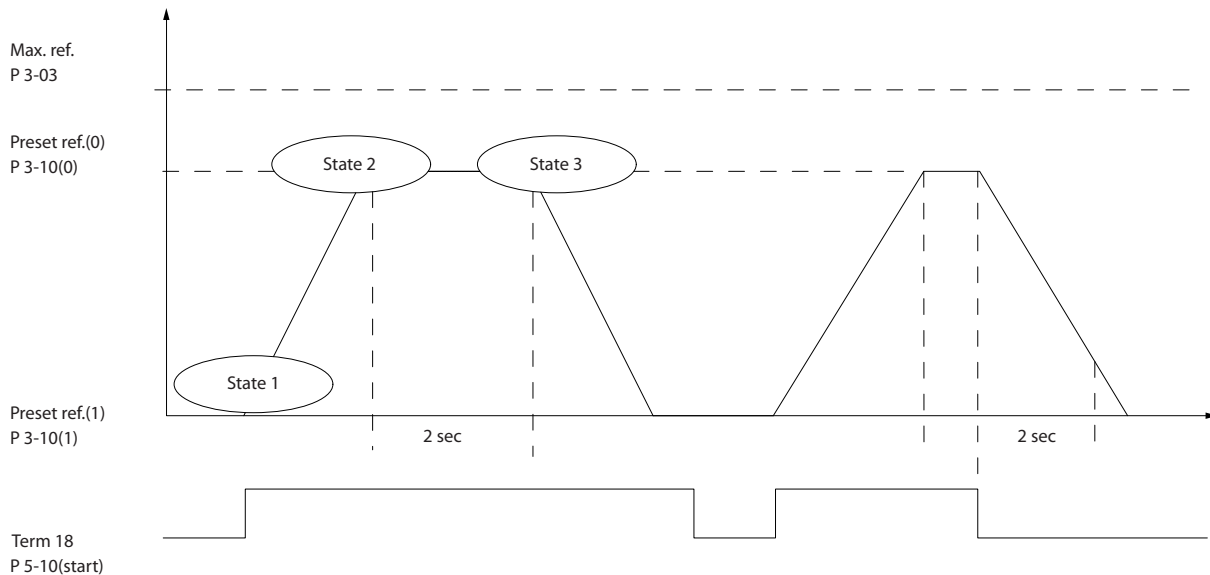


Рисунок 4.11 Пример с тремя событиями/действиями

130BA062.14

### 4.3.4 Пример применения SLC



Состояние 1	Пуск и разгон.
Состояние 2	Работа на заданной скорости в течение 2 секунд.
Состояние 3	Торможение и удерживание вала до останова.

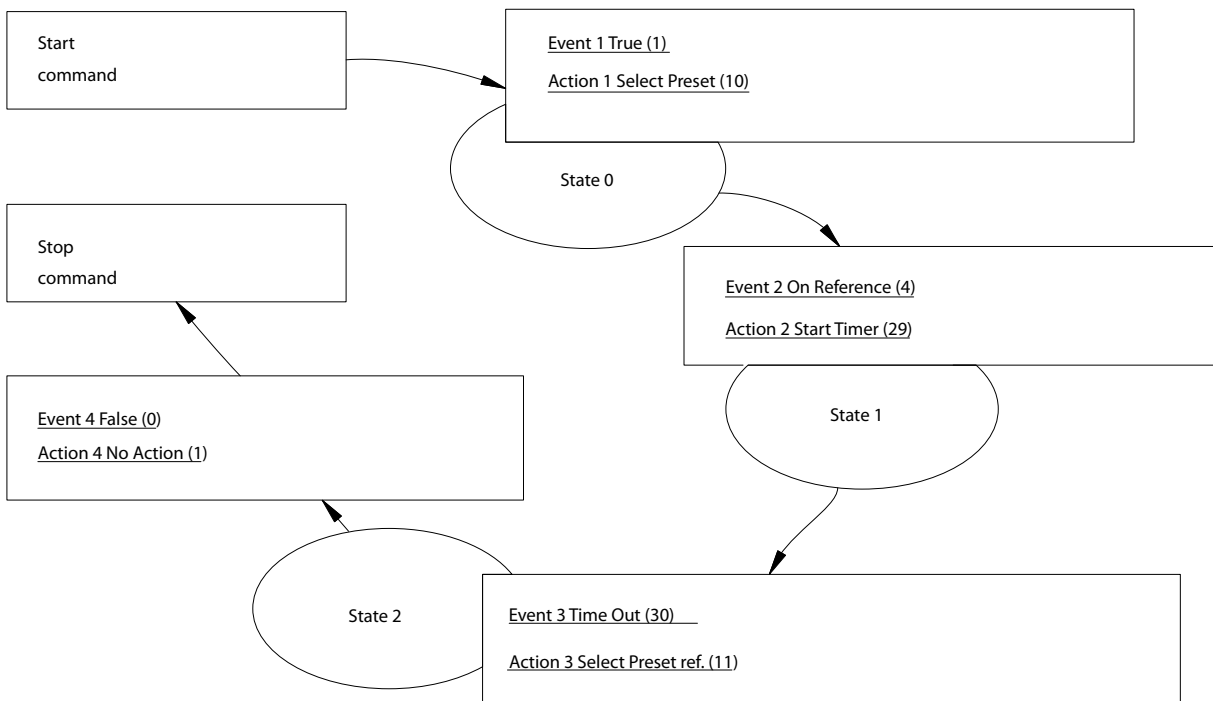
Рисунок 4.12 Пример последовательности

130BA157.11

1. Установите нужные значения времени изменения скорости в параметрах *параметр 3-41 Время разгона 1* и *параметр 3-42 Время замедления 1*.  

$$t_{изм. скор.} = \frac{t_{ускор.} \times n_{норм.} (пар. 1 - 25)}{задан. [об/мин]}$$
2. Установите для клеммы 27 значение [0] Не используется (*параметр 5-12 Клемма 27, цифровой вход*).
3. Установите предустановленное задание 0 на первую предустановленную скорость (*параметр 3-10 Предустановленное задание [0]*) в процентах от максимальной заданной скорости (*параметр 3-03 Максимальное задание*). Например, 60 %.
4. Установите предустановленное задание 1 на вторую предустановленную скорость (*параметр 3-10 Предустановленное задание [1]*). Например, 0 % (ноль).
5. В пар. *параметр 13-20 Таймер контроллера SL* [0] установите таймер 0 для постоянной скорости вращения. Например, 2 с.
6. В *параметр 13-51 Событие контроллера SL* установите для события 1 значение [1] TRUE.
7. В *параметр 13-51 Событие контроллера SL* установите для события 2 значение [4] На задании.
8. В *параметр 13-51 Событие контроллера SL* установите для события 3 значение [30] Время ожид. 0.
9. В *параметр 13-51 Событие контроллера SL* установите для события 4 значение [0] FALSE.
10. В *параметр 13-52 Действие контроллера SL* установите для действия 1 значение [10] Выбор предуст. зад. 0.
11. В *параметр 13-52 Действие контроллера SL* установите для действия 2 значение [29] Запуск таймера 0.
12. В *параметр 13-52 Действие контроллера SL* установите для действия 3 значение [11] Выбор предуст. зад. 1.
13. В *параметр 13-52 Действие контроллера SL* установите для действия 4 значение [1] Нет действия.
14. Установите для интеллектуального логического управления в *параметр 13-00 Режим контроллера SL* значение [1] Включена.

Команда пуска/останова подается на клемму 18. Если поступает сигнал останова, преобразователь частоты замедляет вращение и переходит в свободный режим.



130BA148.12

Рисунок 4.13 Установка события и действия

#### 4.4 Концепция EC+ для асинхронных двигателей и двигателей с постоянными магнитами

Чтобы обеспечить эффективное энергосбережение, разработчики системы учитывают систему в целом. Решающим фактором является не эффективность отдельных компонентов, а эффективность всей системы. Нет никакой выгоды в высокоэффективной конструкции двигателя, если другие компоненты в работе системы уменьшают общую эффективность системы. Концепция EC+ делает возможной автоматическую оптимизацию производительности для компонентов независимо от источника. Таким образом, разработчик системы свободен в выборе оптимального сочетания стандартных компонентов для преобразователя частоты, двигателя и вентилятора/насоса, и при этом может добиваться оптимальной эффективности системы.

##### Пример

Пример ОВКВ, встречающийся в практике, — подключаемые вентиляторы версии EC с внешним ротором. Для получения компактной конструкции двигатель помещен в область впуска рабочего колеса. Такая вложенная конструкция отрицательно влияет на эффективность вентилятора, и, следовательно, снижает эффективность всего вентиляционного устройства. В этом случае высокий КПД двигателя не приводит к высокому КПД системы.

##### Преимущества

Гибкость, обеспечиваемая концепцией EC+, позволяет избежать такого сокращения эффективности системы и дает проектировщику системы и конечному пользователю следующие преимущества:

- Превосходные показатели КПД благодаря комбинированию отдельных компонентов с оптимальной эффективностью.
- Свободный выбор технологии электродвигателя: асинхронный двигатель либо двигатель с постоянными магнитами.
- Независимость от производителя при приобретении компонентов.
- Простая и экономически эффективная модернизация существующих систем.

FCP 106 и FCM 106 с EC+ позволяют проектировщику системы оптимизировать эффективность системы, не теряя в гибкости и надежности.

- Привод FCP 106 может устанавливаться как на асинхронных двигателях, так и двигателях с постоянными магнитами.
- FCM 106 поставляется либо с асинхронным двигателем, либо с двигателем с постоянными магнитами. Использование стандартных

двигателей и стандартных преобразователей частоты обеспечивает долгосрочную доступность компонентов.

Программирование FCP 106 и FCM 106 идентично программированию всех других преобразователей частоты Danfoss.



## 5 Код типа и рекомендации по выбору

### 5.1 Конфигуратор привода

Пользуясь системой номеров для заказа можно спроектировать преобразователь частоты в соответствии с требованиями к эксплуатационным характеристикам.

Преобразователи частоты можно заказать в стандартной комплектации или с дополнительными внутренними устройствами с помощью строки кода типа, например:

FCM106P4K0T4C55H1FSXXANXE4N4K0150B03000

Подробное описание каждого символа в строке см. в *глава 5.2 Строка кода типа*. В приведенном выше примере двигатель с классом КПД IE4 и с нормальным профилем перегрузки интегрирован с преобразователем частоты. Номера для заказа стандартных вариантов двигателей и преобразователей частоты можно также найти в *глава 5.3 Номера для заказа*.

Чтобы подобрать правильную конфигурацию преобразователя частоты или двигателя для преобразователя частоты в конкретной системе, а также генерировать строку кода типа, воспользуйтесь «Конфигуратором привода» доступным через Интернет. Конфигуратор привода автоматически формирует восьмиразрядный торговый номер, который необходимо передать в местное торговое представительство. Кроме того, можно создать список проектов с несколькими изделиями и направить его представителю по сбыту продукции Danfoss. Конфигуратор привода находится по адресу [www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives).

## 5.2 Строка кода типа

Пример работы с конфигуратором привода: Номера в клетках обозначают положение буквы/цифры в строке кода типа. Код типа читается слева направо.

**5**

Продукт	Наименование	Позиция	Варианты выбора
FCM 106	FCP 106	Группа изделия	1–3 FCP FCM
		Серия	4–6 106
		Профиль нагрузки, преобразователь частоты	7 N: Нормальная перегрузка H: Повышенная перегрузка
		Мощность	8–10 0,55–7,5 кВт (K55–7K5)
		Напряжение сети	11–12 T4: 380–480 В перем. тока
		Корпус	13–15 C66: IP66/UL ТИП 4X (только FCP 106) C55: IP55/Тип 12 (только FCM 106)
		Фильтр ВЧ-помех	16–17 H1: Фильтр ВЧ-помех, класс C1
		Дополнительный вентилятор	18 F: С вентилятором
		Специальная версия	19–21 SXX: Последняя версия — стандартное программное обеспечение
		Опции	22–23 AN: модуль памяти VLT® Memory Module MCM 101, без периферийной шины AM: модуль памяти VLT® Memory Module MCM 101, VLT® PROFIBUS DP MCA 101
		Не назначено	24 X: Зарезервировано
		Диапазон двигателей	25 E: Стандартный диапазон двигателей
		Класс КПД	26 2: КПД двигателя IE2 4: КПД двигателя IE4
		Профиль нагрузки, двигатель	27 N: Нормальная перегрузка H: Повышенная перегрузка
		Мощность на валу	28–30 0,55–7,5 кВт (K55–7K5)
		Номинальная скорость двигателя	31–33 150: 1500 об/мин 180: 1800 об/мин 300: 3000 об/мин 360: 3600 об/мин
		Вариант монтажа двигателя	34–36 B03: монтаж на лапах B05: на фланце B5 B14: на торце B14 B34: на лапах и на торце B14 B35: на лапах и фланце B5
		Фланец двигателя	37–39 000: Монтаж только на лапах 085: Размер фланца двигателя 85 мм 100: Размер фланца двигателя 100 мм 115: Размер фланца двигателя 115 мм 130: Размер фланца двигателя 130 мм 165: Размер фланца двигателя 165 мм 215: Размер фланца двигателя 215 мм 265: Размер фланца двигателя 265 мм 300: Размер фланца двигателя 300 мм 350: Размер фланца двигателя 350 мм

Таблица 5.1 Определения кода типа

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

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
F	C	P	1	0	6					T	4	P	6	6	H	1		S	X	X			X

195NA445.10

Рисунок 5.1 Пример строки кода типа

## 5.2.1 Размеры корпуса двигателя и фланцев

Размеры фланцев соответствуют типоразмерам двигателя и номинальной мощности FCM 106, перечисленным в Таблица 5.2.

Номинальная мощность FCM 106 [kW]	Типоразмер двигателя	Вариант монтажа	Размер фланца, стандартный (S)	Размер фланца, альтернативный (B)
	4-полюсный		[мм]	[мм]
0,55	80	B5/B35	165	–
		B14/B34	100	75/85/115/130
0,75	80	B5/B35	165	–
		B14/B34	100	75/85/115/130
1,1	90	B5/B35	165	215
		B14/B34	115	85/100/130/165
1,5	90	B5/B35	165	215
		B14/B34	115	85/100/130/165
2,2	100	B5/B35	215	–
		B14/B34	130	85/100/115
3,0	100	B5/B35	215	–
		B14/B34	130	85/100/115
4,0	112	B5/B35	215	–
		B14/B34	130	85/100/115
5,5	132	B5/B35	265	–
		B14/B34	165	–
7,5	132	B5/B35	265	–
		B14/B34	165	–

Таблица 5.2 Размеры фланцев в соответствии с номинальной мощностью FCM 106

S: доступен со стандартным валом.

B: доступен в качестве альтернативы со стандартным валом для данного типоразмера, модификация не требуется.

### 5.3 Номера для заказа

#### 5.3.1 Дополнительные устройства и принадлежности

Описание	Размер корпуса <sup>1)</sup>		
	Напряжение сети T4 (380–480 В перем. тока)		
	МН1 [кВт/л. с.]	МН2 [кВт/л. с.]	МН3 [кВт/л. с.]
	0,55–1,5/ 0,75–2	2,2–4/ 3–5,5	5,5–7,5/ 7,5–10
Панель местного управления (LCP), IP55	130B1107		
Комплект для дистанционного монтажа панели LCP FCP 106 с кабелем 3 м, IP 55	134B0564		
Пульт местного управления (LOP), IP65	175N0128		
Комплект крепежной пластины двигателя Крепежная пластина двигателя, разъем для подключения двигателя, разъем защитного заземления, прокладка разъема двигателя, 4 винта	134B0340	134B0390	134B0440
Крепежная пластина для настенного монтажа	134B0341	134B0391	134B0441
VLT® PROFIBUS DP MCA 101	130B1200		
Модуль памяти VLT® Memory Module MCM 101	134B0791		
Дополнительный потенциометр	177N0011		

Таблица 5.3 Дополнительные устройства и принадлежности, номера для заказа

1) Значения номинальной мощности указаны для режимов с нормальной перегрузкой (NO), см. глава 6.2 Электрические характеристики.

### 5.3.2 Запасные части

Номера для заказа и общую информацию о том, как сделать заказ, см. в разделах

- VLT Shop по адресу [vltshop.danfoss.com](http://vltshop.danfoss.com).
- Конфигуратор привода по адресу [www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives).

Элемент	Описание	Номер для заказа
Блок вентилятора, МН1	Блок вентилятора, размер корпуса МН1	134В0345
Блок вентилятора, МН2	Блок вентилятора, размер корпуса МН2	134В0395
Блок вентилятора, МН3	Блок вентилятора, размер корпуса МН3	134В0445
Пакет с комплектом принадлежностей, МН1	Пакет с комплектом принадлежностей, размер корпуса МН1	134В0346
Пакет с комплектом принадлежностей, МН2	Пакет с комплектом принадлежностей, размер корпуса МН2	134В0346
Пакет с комплектом принадлежностей, МН3	Пакет с комплектом принадлежностей, размер корпуса МН3	134В0446

Таблица 5.4 Номера для заказа, запасные части

### 5.3.3 Детали, необходимые для монтажа

Дополнительные детали для подключения двигателя:

Обжимные клеммы:

- 3 клеммы двигателей, U, V и W.
- 2 клеммы для термистора (опция).

Стандартные силовые контакты таймера АМР, номера для заказа:

- 134В0495 (0,2–0,5 мм<sup>2</sup>) [AWG 24–20].
- 134В0496 (0,5–1 мм<sup>2</sup>) [AWG 20–17].
- 134В0497 (1–2,5 мм<sup>2</sup>) [AWG 17–13,5].
- 134В0498 (2,5–4 мм<sup>2</sup>) [AWG 13–11].
- 134В0499 (4–6 мм<sup>2</sup>) [AWG 12–10].

Полную информацию по монтажу, в том числе о подключении двигателя, см. инструкции по эксплуатации VLT® DriveMotor FCP 106 и FCM 106.

## 6 Технические характеристики

### 6.1 Зазоры, габариты и вес

#### 6.1.1 Зазоры

Чтобы обеспечить достаточный приток воздуха к преобразователю частоты, соблюдайте минимальные зазоры, указанные в *Таблица 6.1*.

Если вблизи от преобразователя частоты поток воздуха блокируется, следует обеспечить достаточный приток охлаждающего воздуха и отток горячего воздуха от устройства.

Корпус		Мощность <sup>1)</sup> [кВт (л. с.)]		Зазоры на концах [мм (дюйм)]	
Размер корпуса	Класс защиты		3 x 380–480 В	Сторона фланца двигателя	Сторона охлаждающего вентилятора
	FCP 106	FCM 106			
MN1	IP66/Тип 4X <sup>2)</sup>	IP55/Тип 12	0,55–1,5 (0,75–2,0)	30 (1,2)	100 (4,0)
MN2	IP66/Тип 4X <sup>2)</sup>	IP55/Тип 12	2,2–4,0 (3,0–5,0)	40 (1,6)	100 (4,0)
MN3	IP66/Тип 4X <sup>2)</sup>	IP55/Тип 12	5,5–7,5 (7,5–10)	50 (2,0)	100 (4,0)

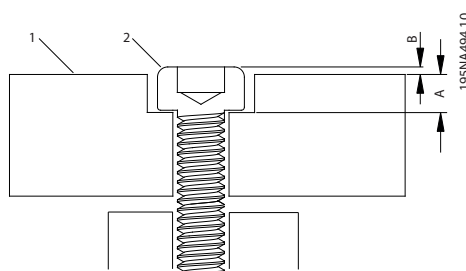
**Таблица 6.1 Минимальные зазоры для охлаждения**

1) Значения номинальной мощности указаны для режимов с нормальной перегрузкой (NO), см. глава 6.2 Электрические характеристики.

2) Указанные классы IP и Type применимы только в случае монтажа FCP 106 с использованием пластины для настенного монтажа или крепежной пластины двигателя. Убедитесь, что прокладка между крепежной пластиной и двигателем имеет класс защиты, позволяющий обеспечить необходимый класс защиты для сочетания двигателя и преобразователя частоты. Отдельно работающий преобразователь частоты имеет класс защиты корпуса IP00 и Open type.

Размер корпуса	Максимальная глубина отверстия в крепежной пластине (A) [мм (дюйм)]	Максимальная высота винта над крепежной пластиной (B) [мм (дюйм)]
MN1	3 (0,12)	0,5 (0,02)
MN2	4 (0,16)	0,5 (0,02)
MN3	3,5 (0,14)	0,5 (0,02)

**Таблица 6.2 Винты для крепления крепежной пластины двигателя**



1	Крепежная пластина
2	Винт
A	Максимальная глубина отверстия в крепежной пластине
B	Максимальная высота винта над крепежной пластиной

**Рисунок 6.1 Винты для крепления крепежной пластины двигателя**

## 6.1.2 Типоразмеры двигателя для корпусов FCP 106

Двигатель с ПМ		Асинхронный двигатель		FCP 106	
		об/мин		Корпус	Мощность [кВт (л. с.)]
1500	3000	3000	1500		
71	–	–	–	МН1	0,55 (0,75)
71	71	71	80		0,75 (1,0)
71	71	80	90		1,1 (1,5)
71	71	80	90		1,5 (2,0)
90	71	90	100	МН2	2,2 (3,0)
90	90	90	100		3 (4,0)
90	90	100	112		4 (5,0)
112	90	112	112	МН3	5,5 (7,5)
112	112	112	132		7,5 (10)

Таблица 6.3 Типоразмеры двигателя для корпусов FCP 106

## 6.1.3 Размеры FCP 106

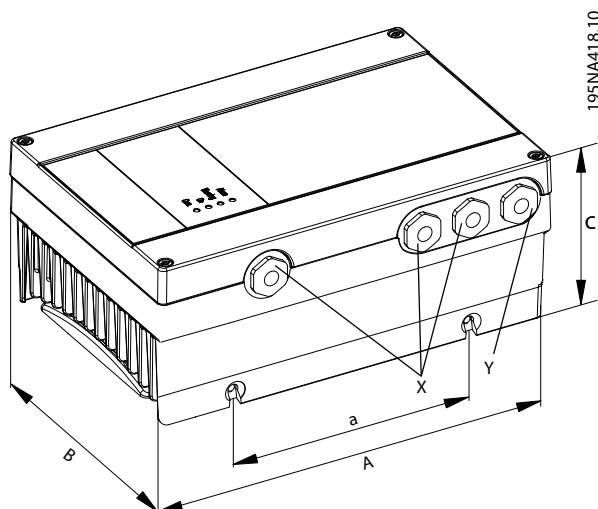


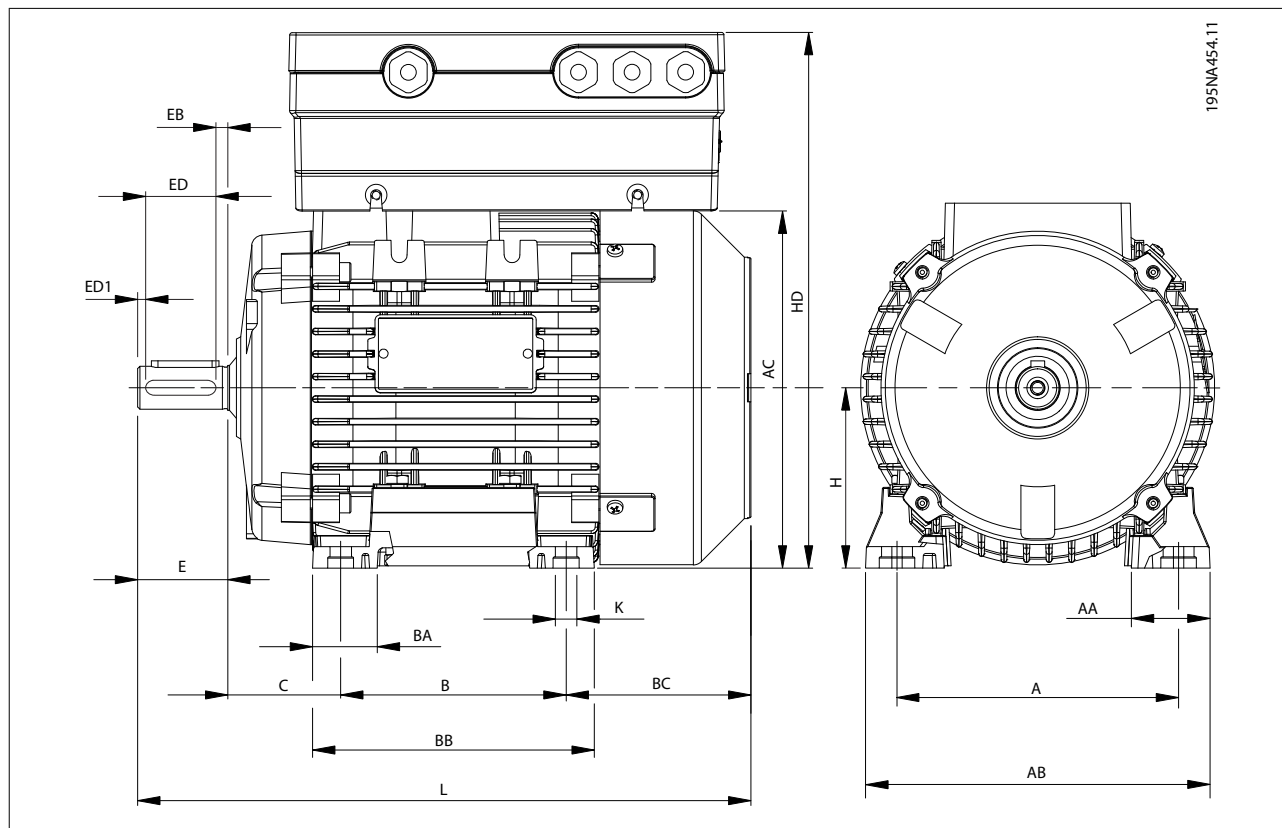
Рисунок 6.2 Размеры FCP 106

Тип корпуса	Мощность <sup>1)</sup> [кВт (л. с.)]	Длина [мм (дюйм)]		Ширина [мм (дюйм)]	Высота [мм (дюйм)]		Диаметр кабельного уплотнения		Монтажное отверстие	
		A	a		B	C	C	X		Y
МН1	0,55–1,5 (0,75–2,0)	231,4 (9,1)	130 (5,1)	162,1 (6,4)	106,8 (4,2)	121,4 (4,8)	M20	M20	M6	
МН2	2,2–4,0 (3,0–5,0)	276,8 (10,9)	166 (6,5)	187,1 (7,4)	113,2 (4,5)	127,8 (5,0)	M20	M20	M6	
МН3	5,5–7,5 (7,5–10)	321,7 (12,7)	211 (8,3)	221,1 (8,7)	123,4 (4,9)	138,1 (5,4)	M20	M25	M6	

Таблица 6.4 Размеры FCP 106

1) Значения номинальной мощности указаны для режимов с нормальной перегрузкой (NO), см. глава 6.2 Электрические характеристики.

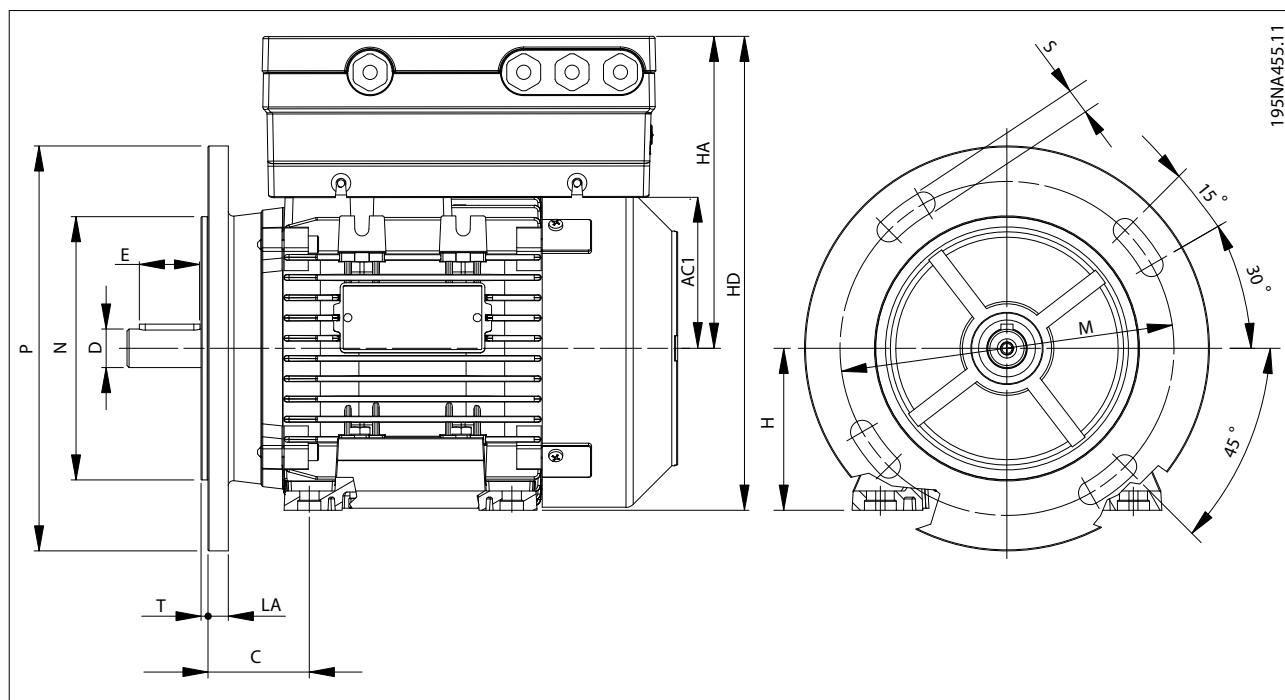
## 6.1.4 Размеры FCM 106



Типоразмер двигателя	71	80	90S	90L	100S	100L	112M	132S	132M
A [мм (дюйм)]	112 (4,4)	125 (4,9)	140 (5,5)	140 (5,5)	160 (6,3)	160 (6,3)	190 (7,5)	216 (8,5)	216 (8,5)
B [мм (дюйм)]	90 (3,5)	100 (4,0)	100 (4,0)	125 (4,9)	140 (5,5)	140 (5,5)	140 (5,5)	140 (5,5)	178 (7,0)
C [мм (дюйм)]	45 (1,8)	50 (2,0)	56 (2,2)	56 (2,2)	63 (2,5)	63 (2,5)	70 (2,6)	89 (3,5)	89 (3,5)
H [мм (дюйм)]	71 (2,8)	80 (3,1)	90 (3,5)	90 (3,5)	100 (4,0)	100 (4,0)	112 (4,4)	132 (5,2)	132 (5,2)
K [мм (дюйм)]	8 (0,3)	10 (0,4)	10 (0,4)	10 (0,4)	11 (0,43)	11 (0,43)	12,5 (0,5)	12 (0,47)	12 (0,47)
AA [мм (дюйм)]	31 (1,2)	34,5 (1,4)	37 (1,5)	37 (1,5)	44 (1,7)	44 (1,7)	48 (1,9)	59 (2,3)	59 (2,3)
AB [мм (дюйм)]	135 (5,3)	153 (6,0)	170 (6,7)	170 (6,7)	192 (7,6)	192 (7,6)	220 (8,7)	256 (10,1)	256 (10,1)
BB [мм (дюйм)]	108 (4,3)	125 (4,9)	150 (5,9)	150 (5,9)	166 (6,5)	166 (6,5)	176 (6,9)	180 (7,1)	218 (8,6)
BC [мм (дюйм)]	83 (3,3)	89 (3,5)	116 (4,6)	91 (3,6)	110 (4,3)	144 (5,7)	126 (5,0)	134 (5,3)	136 (5,4)
L [мм (дюйм)]	246 (9,7)	272 (10,7)	317 (12,5)	317 (12,5)	366 (14,4)	400 (15,7)	388 (15,3)	445 (17,5)	485 (19,1)
AC [мм (дюйм)]	139 (5,5)	160 (6,3)	180 (7,1)	180 (7,1)	196 (7,7)	194 (7,6)	225 (8,9)	248 (9,8)	248 (9,8)
E [мм (дюйм)]	30 (1,2)	40 (1,6)	50 (2,0)	50 (2,0)	60 (2,4)	60 (2,4)	60 (2,4)	80 (3,1)	80 (3,1)
ED [мм (дюйм)]	20 (0,8)	30 (1,2)	30 (1,2)	40 (1,6)	40 (1,6)	50 (2,0)	50 (2,0)	70 (2,6)	70 (2,6)
EB [мм (дюйм)]	4 (0,16)	4 (0,16)	4 (0,16)	4 (0,16)	4 (0,16)	4 (0,16)	4 (0,16)	4 (0,16)	4 (0,16)
HD [мм (дюйм)] без VLT® PROFIBUS DP MCA 101									
MH1	247 (9,7)	267 (10,5)	286 (11,3)	286 (11,3)	—	—	—	—	—
MH2	248 (9,8)	268 (10,6)	287 (11,4)	287 (11,4)	304 (12)	304 (12)	332 (13,1)	—	—
MH3	—	—	299 (11,8)	299 (11,8)	316 (12,4)	316 (12,4)	344 (13,5)	379 (14,9)	379 (14,9)
HD [мм (дюйм)] с VLT® PROFIBUS DP MCA 101									
MH1/	262 (10,3)	282 (11,1)	301 (11,9)	301 (11,9)	—	—	—	—	—
MH2	263 (10,4)	283 (11,1)	302 (11,9)	302 (11,9)	319 (12,6)	319 (12,6)	347 (13,7)	—	—
MH3	—	—	314 (12,4)	314 (12,4)	331 (13,0)	331 (13,0)	359 (14,1)	394 (15,5)	394 (15,5)

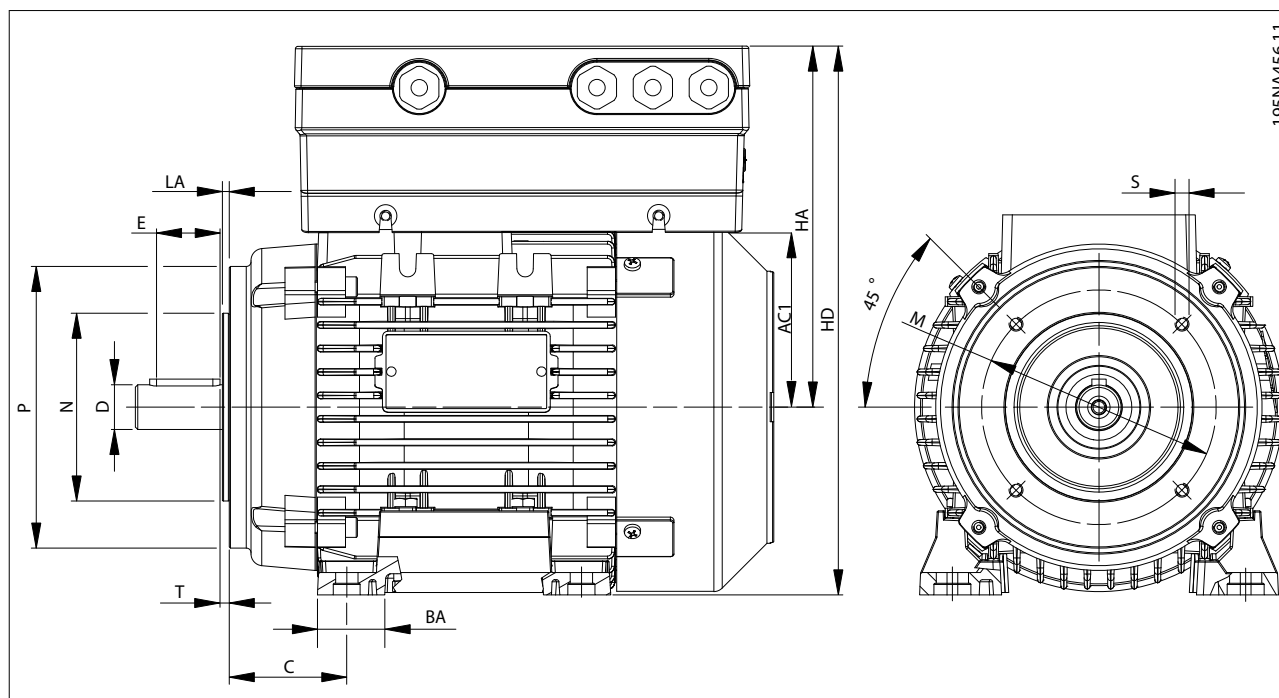
Таблица 6.5 Размеры FCM 106: монтаж на ножках — асинхронный двигатель и двигатель с постоянными магнитами типоразмера B3





Типоразмер двигателя	71	80	90S	90L	100L	112M	132S
M [мм (дюйм)]	130 (5,1)	165 (6,5)	165 (6,5)	165 (6,5)	215 (8,5)	215 (8,5)	265 (10,4)
N [мм (дюйм)]	110 (4,3)	130 (5,1)	130 (5,1)	130 (5,1)	180 (7,8)	180 (7,8)	230 (9,1)
P [мм (дюйм)]	160 (6,3)	200 (7,9)	200 (7,9)	200 (7,9)	250 (9,8)	250 (9,8)	300 (11,8)
S [мм (дюйм)]	M8	M10	M10	M10	M12	M12	M12
T [мм (дюйм)]	3,5 (0,14)	3,5 (0,14)	3,5 (0,14)	3,5 (0,14)	4 (0,16)	4 (0,16)	4 (0,16)
LA [мм (дюйм)]	10 (0,4)	10 (0,4)	12 (0,5)	12 (0,5)	14 (0,6)	14 (0,6)	14 (0,6)
HA [мм (дюйм)]	HA = AC1 + высота преобразователя частоты. Размеры преобразователей частоты см. в Таблица 6.4.						
HD [мм (дюйм)] без VLT® PROFIBUS DP MCA 101							
MH1	247 (9,7)	267 (10,5)	286 (11,3)	286 (11,3)	–	–	–
MH2	248 (9,8)	268 (10,6)	287 (11,4)	287 (11,4)	304 (12)	332 (13,1)	–
MH3	–	–	299 (11,8)	299 (11,8)	316 (12,4)	244 (9,6)	379 (14,9)
HD [мм (дюйм)] с VLT® PROFIBUS DP MCA 101							
MH1	262 (10,3)	282 (11,1)	301 (11,9)	301 (11,9)	–	–	–
MH2	263 (10,4)	283 (11,2)	302 (11,9)	302 (11,9)	319 (12,6)	347 (13,7)	–
MH3	–	–	314 (12,4)	314 (12,4)	331 (13,1)	359 (14,1)	394 (15,5)

Таблица 6.6 Размеры FCM 106: фланцевый монтаж — B5, B35 для асинхронного двигателя и двигателя с постоянными магнитами



195NA456.11

**Малый фланец B14**

Типоразмер двигателя	71	80	90S	100L	112M	132S
M [мм (дюйм)]	85 (3,3)	100 (4,0)	115 (4,5)	130 (5,1)	130 (5,1)	165 (6,5)
N [мм (дюйм)]	70 (2,8)	80 (3,1)	95 (3,7)	110 (4,3)	110 (4,3)	130 (5,1)
P [мм (дюйм)]	105 (4,1)	120 (4,7)	140 (5,5)	160 (6,3)	160 (6,3)	200 (7,9)
S [мм (дюйм)]	M6	M6	M8	M8	M8	M10
T [мм (дюйм)]	2,5 (0,1)	3 (0,12)	3 (0,12)	3,5 (0,14)	3,5 (0,14)	3,5 (0,14)
LA [мм (дюйм)]	11 (0,4)	9 (0,35)	9 (0,35)	10 (0,4)	10 (0,4)	30 (0,4)

**Большой фланец B14**

Типоразмер двигателя	71	80	90S	100L	112M	132S
M [мм (дюйм)]	115 (4,5)	130 (5,1)	130 (5,1)	165 (6,5)	165 (6,5)	215 (8,5)
N [мм (дюйм)]	95 (3,7)	110 (4,3)	110 (4,3)	130 (5,1)	130 (5,1)	180 (7,1)
P [мм (дюйм)]	140 (5,5)	160 (6,3)	160 (6,3)	200 (7,9)	200 (7,9)	250 (9,8)
S [мм (дюйм)]	M8	M8	M8	M10	M10	M12
T [мм (дюйм)]	2,5 (0,1)	3,5 (0,14)	3,5 (0,14)	3,5 (0,14)	3,5 (0,14)	4 (0,16)
LA [мм (дюйм)]	8 (0,31)	8,5 (0,33)	9 (0,35)	12 (0,5)	12 (0,5)	12 (0,5)

HA [мм (дюйм)] HA = AC1 + высота преобразователя частоты.  
 Размеры преобразователей частоты см. в Таблица 6.4.

HD [мм (дюйм)] без VLT® PROFIBUS DP MCA 101

MН1	247 (9,7)	267 (10,5)	286 (11,3)	–	–	–
MН2	248 (9,8)	268 (10,6)	287 (11,4)	304 (12)	332 (13,1)	–
MН3	–	–	299 (11,8)	316 (12,4)	244 (9,6)	379 (14,9)

HD [мм (дюйм)] с VLT® PROFIBUS DP MCA 101

MН1	262 (10,3)	282 (11,1)	301 (11,9)	–	–	–
MН2	263 (10,4)	283 (11,2)	302 (11,9)	319 (12,6)	347 (13,7)	–
MН3	–	–	314 (12,4)	331 (13)	359 (14,1)	394 (15,5)

Таблица 6.7 Размеры FCM 106: торцевой монтаж — B14, B34 для асинхронных двигателями и двигателя с постоянными магнитами

FCM 106 с асинхронным двигателем и двигателем с постоянными магнитами						
Типоразмер двигателя	71	80	90S	100L	112M	132S
D [мм (дюйм)]	14 (0,6)	19 (0,7)	24 (1,0)	28 (1,1)	28 (1,1)	38 (1,5)
F [мм (дюйм)]	5 (0,2)	6 (0,25)	8 (0,3)	8 (0,3)	8 (0,3)	10 (0,4)
G [мм (дюйм)]	11 (0,4)	15,5 (0,6)	20 (0,8)	24 (1,0)	24 (1,0)	33 (1,3)
DH	M5	M6	M8	M10	M10	M12

Таблица 6.8 Размеры FCM 106: приводной конец вала — асинхронный двигатель и двигатель с постоянными магнитами

### 6.1.5 Масса

Для расчета общего веса устройства, сложите:

- Вес объединенных преобразователя частоты и крепежной пластины, см. see Таблица 6.9.
- Вес двигателя, см. Таблица 6.10.

Тип корпуса	Масса		
	FCP 106 [кг (фунт)]	Крепежная пластина двигателя [кг (фунт)]	Сочетание FCP 106 и крепежной пластины двигателя [кг (фунт)]
MN1	3,9 (8,6)	0,7 (1,5)	4,6 (10,1)
MN2	5,8 (12,8)	1,12 (2,5)	6,92 (15,3)
MN3	8,1 (17,9)	1,48 (3,3)	9,58 (21,2)

Таблица 6.9 Вес FCP 106

Мощность на валу [Вт (л. с.)]	Двигатель с ПМ				Асинхронный двигатель			
	1500 об/мин		3000 об/мин		1500 об/мин		3000 об/мин	
	Типоразмер двигателя	Вес [кг (фунт)]	Типоразмер двигателя	Вес [кг (фунт)]	Типоразмер двигателя	Вес [кг (фунт)]	Типоразмер двигателя	Вес [кг (фунт)]
0,55 (0,75)	71	4,8 (10,6)	—	—	—	—	—	—
0,75 (1,0)	71	5,4 (11,9)	71	4,8 (10,6)	80S	11 (24,3)	71	9,5 (20,9)
1,1 (1,5)	71	7,0 (15,4)	71	4,8 (10,6)	90S	16,4 (36,2)	80	11 (24,3)
1,5 (2,0)	71	10 (22)	71	6,0 (13,2)	90L	16,4 (36,2)	80	14 (30,9)
2,2 (3,0)	90	12 (26,5)	71	6,6 (14,6)	100L	22,4(49,4)	90L	16 (35,3)
3 (4,0)	90	14 (30,9)	90S	12 (26,5)	100L	26,5 (58,4)	100L	23 (50,7)
4 (5,0)	90	17 (37,5)	90S	14 (30,9)	112M	30,4 (67)	100L	28 (61,7)
5,5 (7,5)	112	30 (66)	90S	16 (35,3)	132S	55 (121,3)	112M	53 (116,8)
7,5 (10)	112	33 (72,8)	112M	26 (57,3)	132M	65 (143,3)	112M	53 (116,8)

Таблица 6.10 Приблизительный вес двигателя

## 6.2 Электрические характеристики

### 6.2.1 Питание от сети 3 x 380–480 В пер. тока при нормальной (NO) и высокой перегрузке (HO)

Корпус	МН1							МН2						МН3
	PK55		PK75		P1K1		P1K5	P2K2		P3K0		P4K0		P5K5
Перегрузка <sup>1)</sup>	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO
Типичная выходная мощность на валу [кВт]	0,55		0,75		1,1		1,5	2,2		3,0		4,0		
Типичная выходная мощность на валу [л. с.]	0,75		1,0		1,5		2,0	3,0		4,0		5,0		
Макс. сечение кабеля в клеммах <sup>2)</sup> (сеть, двигатель) [мм <sup>2</sup> /AWG]	4/12		4/12		4/12		4/12	4/12		4/12		4/12		
<b>Выходной ток</b>														
<b>Температура окружающей среды 40 °С</b>														
Непрерывный (3 x 380–440 В) [A]	1,7		2,2		3,0		3,7	5,3		7,2		9,0		
Прерывистый (3 x 380–440 В) [A]	1,9	2,7	2,4	3,5	3,3	4,8	4,1	5,9	5,8	8,5	7,9	11,5	9,9	14,4
Непрерывный (3 x 440–480 В) [A]	1,6		2,1		2,8		3,4	4,8		6,3		8,2		
Прерывистый (3 x 440–480 В) [A]	1,8	2,6	2,3	3,4	3,1	4,5	3,7	5,4	5,3	7,7	6,9	10,1	9,0	13,2
<b>Макс. входной ток</b>														
Непрерывный (3 x 380–440 В) [A]	1,3		2,1		2,4		3,5	4,7		6,3		8,3		
Прерывистый (3 x 380–440 В) [A]	1,4	2,0	2,3	2,6	2,6	3,7	3,9	4,6	5,2	7,0	6,9	9,6	9,1	12,0
Непрерывный (3 x 440–480 В) [A]	1,2		1,8		2,2		2,9	3,9		5,3		6,8		
Прерывистый (3 x 440–480 В) [A]	1,3	1,9	2,0	2,5	2,4	3,5	3,2	4,2	4,3	6,3	5,8	8,4	7,5	11,0
Максимальный ток сетевых предохранителей	См. глава 6.9 Технические характеристики предохранителей и автоматических выключателей.													
Расчетные потери мощности [Вт], лучший/типичный вариант <sup>3)</sup>	38		44		57		73	91		129		143		
КПД [%], лучший/типичный вариант <sup>4)5)</sup>	0,96		0,97		0,97		0,97	0,97		0,97		0,97		

Таблица 6.11 Питание от сети 3 x 380–480 В пер. тока при нормальной (NO) и высокой перегрузке (HO): корпуса МН1, МН2 и МН3

1) NO: Нормальная перегрузка (NO), 110 % в течение 1 минуты. HO: Высокая перегрузка, 160 % в течение 1 минуты.

Преобразователь частоты, рассчитанный на высокую перегрузку, требует использования двигателя соответствующего типоразмера по мощности. Например, в Таблица 6.11 показано, что двигатель 1,5 кВт требует для использования в режиме высокой перегрузки преобразователь частоты P2K2.

2) Под максимальным сечением кабеля подразумевается наибольшее сечение кабеля, при котором кабель может быть присоединен к клеммам. Обязательно соблюдайте государственные и местные нормы и правила.

3) Относится к мощности охлаждения преобразователя частоты. Если частота коммутации превышает установленную по умолчанию, возможен существенный рост потерь. Приведенные данные учитывают мощность, потребляемую LCP и типовыми платами управления. Данные о потерях мощности в соответствии с EN 50-598-2 см. [www.danfoss.com/vltenergyefficiency](http://www.danfoss.com/vltenergyefficiency).

4) КПД, измеренный при номинальном токе. Класс энергоэффективности см. в глава 6.5 Условия окружающей среды. Потери при частичной нагрузке см. на сайте [www.danfoss.com/vltenergyefficiency](http://www.danfoss.com/vltenergyefficiency).

5) Измеряется при подключении двигателя экранированным кабелем длиной 4 м при номинальной нагрузке и номинальной частоте.

Корпус	МНЗ		
	P5K5	P7K5	
Перегрузка <sup>1)</sup>	NO	HO	NO
Типичная выходная мощность на валу [кВт]	5,5		7,5
Типичная выходная мощность на валу [л. с.]	7,5		10
Макс. сечение кабеля в клеммах <sup>2)</sup> (сеть, двигатель) [мм <sup>2</sup> /AWG]	4/12		4/12
<b>Выходной ток</b>			
Температура окружающей среды 40 °С			
Непрерывный (3 x 380–440 В) [A]	12		15,5
Прерывистый (3 x 380–440 В) [A]	13,2	19,2	17,1
Непрерывный (3 x 440–480 В) [A]	11		14
Прерывистый (3 x 440–480 В) [A]	12,1	13,2	15,4
<b>Макс. входной ток</b>			
Непрерывный (3 x 380–440 В) [A]	11		15
Прерывистый (3 x 380–440 В) [A]	12	17	17
Непрерывный (3 x 440–480 В) [A]	9,4		13
Прерывистый (3 x 440–480 В) [A]	10	15	14
Максимальный ток сетевых предохранителей	См. глава 6.9 Технические характеристики предохранителей и автоматических выключателей.		
Расчетные потери мощности [Вт], лучший/типичный вариант <sup>3)</sup>	143	236	
КПД [%], лучший/типичный вариант <sup>4)5)</sup>	0,97	0,97	

**Таблица 6.12 Питание от сети 3 x 380–480 В пер. тока при нормальной (NO) и высокой перегрузке (HO): корпус МНЗ**

1) NO: Нормальная перегрузка (NO), 110 % в течение 1 минуты. HO: Высокая перегрузка, 160 % в течение 1 минуты.

Преобразователь частоты, рассчитанный на высокую перегрузку, требует использования двигателя соответствующего типоразмера по мощности. Например, в Таблица 6.11 показано, что двигатель 1,5 кВт требует для использования в режиме высокой перегрузки преобразователь частоты P2K2.

2) Под максимальным сечением кабеля подразумевается наибольшее сечение кабеля, при котором кабель может быть присоединен к клеммам. Обязательно соблюдайте государственные и местные нормы и правила.

3) Относится к мощности охлаждения преобразователя частоты. Если частота коммутации превышает установленную по умолчанию, возможен существенный рост потерь. Приведенные данные учитывают мощность, потребляемую LCP и типовыми платами управления. Данные о потерях мощности в соответствии с EN 50-598-2 см. [www.danfoss.com/vltenergyefficiency](http://www.danfoss.com/vltenergyefficiency).

4) КПД, измеренный при номинальном токе. Класс энергоэффективности см. в глава 6.5 Условия окружающей среды. Потери при частичной нагрузке см. на сайте [www.danfoss.com/vltenergyefficiency](http://www.danfoss.com/vltenergyefficiency).

5) Измеряется при подключении двигателя экранированным кабелем длиной 4 м при номинальной нагрузке и номинальной частоте.

### 6.3 Питание от сети

Питание от сети (L1, L2, L3)

Напряжение питания 380–480 В ±10 %

Низкое напряжение сети/пропадание напряжения:

- При низком напряжении или пропадании напряжения сети преобразователь частоты продолжает работать, пока напряжение в цепи постоянного тока не снизится до минимального уровня останова. Обычно этот уровень соответствует напряжению на 15 % более низкому, чем номинальное минимально допустимое напряжение питания преобразователя частоты. Включение и полный крутящий момент невозможны при напряжении в сети меньше 10 % от минимального номинального напряжения питания преобразователя частоты.

Частота питания 50/60 Гц

Макс. кратковременная асимметрия фаз сети питания 3,0 % от номинального напряжения питающей сети

Коэффициент активной мощности ( $\lambda$ )  $\geq 0,9$  номинального значения при номинальной нагрузке

Коэффициент реактивной мощности (COS $\phi$ ) около 1 (>0,98)

Число включений входного питания L1, L2, L3 Не более 2 раз в минуту.

Категория по перенапряжению III/степень

Условия окружающей среды согласно EN 60664-1 и IEC 61800-5-1 загрязнение 2

Устройство может использоваться в схеме, способной выдавать

- симметричный ток 100 000 А(эфф.) при максимальном напряжении 480 В с предохранителями, используемыми в качестве защиты параллельных цепей.
- При использовании для защиты параллельных цепей автоматических выключателей, см. Таблица 6.14 и Таблица 6.15.

### 6.4 Средства и функции защиты

Средства и функции защиты

- Электронная тепловая защита электродвигателя от перегрузки.
- Контроль температуры радиатора обеспечивает отключение преобразователя частоты при достижении температуры 90 °C (194 °F) ±5 °C (41 °F). Сброс защиты от перегрузки при перегреве не может быть выполнен, пока температура радиатора не окажется ниже 70 °C (158 °F) ±5 °C (41 °F). Однако эти температуры могут различаться в зависимости от мощности, корпуса и т. д. Функция автоматического снижения номинальных параметров преобразователя частоты обеспечивает невозможность достижения радиатором температуры 90 °C (194 °F).
- Клеммы U, V и W преобразователя частоты защищены от короткого замыкания при включении питания и пуске двигателя.
- При потере фазы электродвигателя преобразователь частоты отключается и выдает аварийный сигнал.
- При потере фазы сети питания преобразователь частоты отключается или выдает предупреждение (в зависимости от нагрузки).
- Контроль напряжения в звене постоянного тока обеспечивает отключение преобразователя частоты при значительном понижении или повышении напряжения в звене постоянного тока.
- Преобразователь частоты защищен от короткого замыкания на землю клемм двигателя U, V и W.
- Все клеммы управления и клеммы реле 01–03/04–06 соответствуют требованиям PELV (защитное сверхнизкое напряжение). Однако это соответствие не распространяется на заземленную ветвь треугольника с напряжением выше 300 В.

## 6.5 Условия окружающей среды

### Окружающая среда

Класс защиты корпуса	IP66/Type 4X <sup>1)</sup>
Класс защиты корпуса FCP 106 между крышкой и радиатором	IP66/Тип 4X
Класс защиты корпуса FCP 106 между радиатором и крепежной пластиной	IP66/Тип 4X
Комплект для настенного монтажа FCP 106	IP66
Постоянные вибрации IEC61800-5-1 Ed.2	Cl. 5.2.6.4
Непостоянная вибрация (IEC 60721-3-3 Class 3M6)	25,0 g
Относительная влажность (IEC 60721-3-3; класс 3K4 (без конденсации))	5–95 % во время работы
Агрессивная среда (IEC 60721-3-3)	Класс 3C3
Метод испытаний соответствует требованиям стандарта IEC 60068-2-43	H2S (10 дней)
Температура окружающей среды	40 °C (104 °F) (средняя за 24 часа)
Мин. температура окружающей среды во время работы с полной нагрузкой	-10 °C (14 °F)
Мин. температура окружающей среды при работе с пониженной производительностью	-20 °C (-4 °F)
Макс. температура окружающей среды при работе с пониженной производительностью	50 °C (122 °F)
Температура при хранении	От -25 до +65 °C (от -13 до +149 °F)
Температура при транспортировке	От -25 до +70 °C (от -13 до +158 °F)
Макс. высота над уровнем моря без снижения номинальных характеристик	1000 м (3280 футов)
Макс. высота над уровнем моря со снижением номинальных характеристик	3000 м (9842 футов)
Нормы безопасности	EN/IEC 60204-1, EN/IEC 61800-5-1, UL 508C
Стандарты ЭМС, излучение	EN 61000-3-2, EN 61000-3-12, EN 55011, EN 61000-6-4
Стандарты ЭМС, помехоустойчивость	EN 61800-3, EN 61000-6-1/2
Класс энергоэффективности, VLT <sup>®</sup> DriveMotor FCP 106 <sup>2)</sup>	IE2
Класс энергоэффективности, VLT <sup>®</sup> DriveMotor FCM 106	IE5

1) Указанные классы IP и Type применимы только в случае монтажа FCP 106 с использованием пластины для настенного монтажа или крепежной пластины двигателя. Убедитесь, что прокладка между крепежной пластиной и двигателем имеет класс защиты, позволяющий обеспечить необходимый класс защиты для сочетания двигателя и преобразователя частоты. Отдельно работающий преобразователь частоты имеет класс защиты корпуса IP00 и Open type.

2) Определяется в соответствии с требованием стандарта EN50598-2 при следующих условиях:

- Номинальная нагрузка.
- Частота 90 % от номинальной.
- Заводская настройка частоты коммутации.
- Заводская настройка метода коммутации.

## 6.6 Технические характеристики кабелей

### Длина и сечение кабелей

Макс. длина кабеля двигателя для настенного монтажа, экранированный/защищенный	2 м
Макс. поперечное сечение кабеля к двигателю, сети для МН1–МН3	4 мм <sup>2</sup> /11 AWG
Макс. сечение клемм пост. тока в корпусах типа МН1–МН3	4 мм <sup>2</sup> /11 AWG
Макс. сечение проводов, подключаемых к клеммам управления при монтаже жестким проводом	2,5 мм <sup>2</sup> /13 AWG
Макс. сечение проводов, подключаемых к клеммам управления при монтаже гибким кабелем	2,5 мм <sup>2</sup> /13 AWG
Мин. сечение проводов, подключаемых к клеммам управления	0,05 мм <sup>2</sup> /30 AWG
Макс. поперечное сечение кабеля для входа термистора (на разъеме двигателя)	4 мм <sup>2</sup> /11 AWG

## 6.7 Вход/выход и характеристики цепи управления

### Цифровые входы

Программируемые цифровые входы	4
Номер клеммы	18, 19, 27, 29
Логика	PNP или NPN
Уровень напряжения	0–24 В пост. тока

Уровень напряжения, логический «0» PNP	<5 В пост. тока
Уровень напряжения, логическая «1» PNP	>10 В пост. тока
Уровень напряжения, логический «0» NPN	>19 В пост. тока
Уровень напряжения, логическая «1» NPN	<14 В пост. тока
Максимальное напряжение на входе	28 В пост. тока
Входное сопротивление, $R_i$	Приблизительно 4 кОм
Цифровой вход 29 в качестве импульсного входа	Максимальная частота 32 кГц (двухтактное управление) и 5 кГц (разомкнутый контур)

## Аналоговые входы

Количество аналоговых входов	2
Номер клеммы	53, 54
Клемма 53, режим	Параметр 6-19 Клемма 53, режим: 1 = напряжение, 0 = ток
Клемма 54, режим	Параметр 6-29 Клемма 54, режим: 1 = напряжение, 0 = ток
Уровень напряжения	0–10 В
Входное сопротивление, $R_i$	Приблизительно 10 кОм
Максимальное напряжение	20 В
Уровень тока	от 0/4 до 20 мА (с изменением масштаба)
Входное сопротивление, $R_i$	<500 Ом
Максимальный ток	29 мА

## Аналоговый выход

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

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

## Цифровой выход

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

1) Клеммы 27 и 29 можно запрограммировать как вход.

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

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

## Плата управления, последовательная связь через интерфейс RS485

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

## Плата управления, выход 24 В пост. тока

Номер клеммы	12
Максимальная нагрузка	80 мА



## Выход реле

Программируемый выход реле	2
01–03 (нормально замкнутый контакт), 01–02 (нормально разомкнутый контакт), 04–06 (нормально замкнутый контакт), 04–05 (нормально разомкнутый контакт)	
Реле 01 и 02	
Макс. нагрузка (АС-1) <sup>1)</sup> на клеммах 01–02/04–05 (нормально разомкнутый контакт) (резистивная нагрузка)	250 В пер. тока, 3 А
Макс. нагрузка (АС-15) <sup>1)</sup> на клеммах 01–02/04–05 (нормально разомкнутый контакт) (индуктивная нагрузка при COSφ 0,4)	250 В перем. тока, 0,2 А
Макс. нагрузка (DC-1) <sup>1)</sup> на клеммах 01–02/04–05 (нормально разомкнутый контакт) (резистивная нагрузка)	30 В пост. тока, 2 А
Макс. нагрузка (DC-13) <sup>1)</sup> на клеммах 01–02/04–05 (нормально разомкнутый контакт) (индуктивная нагрузка)	24 В пост. тока, 0,1 А
Макс. нагрузка (АС-1) <sup>1)</sup> на клеммах 01–03/04–06 (нормально замкнутый контакт) (резистивная нагрузка)	250 В пер. тока, 3 А
Макс. нагрузка (АС-15) <sup>1)</sup> на клеммах 01–03/04–06 (нормально разомкнутый контакт) (индуктивная нагрузка при COSφ 0,4)	250 В перем. тока, 0,2 А
Макс. нагрузка (DC-1) <sup>1)</sup> на клеммах 01–03/04–06 (нормально замкнутый контакт) (резистивная нагрузка)	30 В пост. тока, 2 А
Мин. нагрузка на клеммах 01–03 (нормально замкнутый контакт), 01–02 (нормально разомкнутый контакт), 24 В пост. тока 10 мА, 24 В пер. тока 20 мА	
Условия окружающей среды согласно стандарту EN60664-1	Категория по перенапряжению III/степень загрязнения 2
1) IEC 60947, разделы 4 и 5.	

## Плата управления, выход 10 В пост. тока

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

## 6.8 Технические характеристики двигателя FCM 106

## Мощность двигателя (U, V, W)

Выходное напряжение	0–100 % от напряжения питания
Выходная частота, асинхронный двигатель	0–200 Гц (VVC <sup>+</sup> ), 0–400 Гц (u/f)
Выходная частота, двигатель с постоянными магнитами	0–390 Гц (VVC <sup>+</sup> PM)
Число коммутаций на выходе	Без ограничения
Длительность изменения скорости	0,05–3600 s

## Вход термистора (на разъеме двигателя)

Условия на входе	Отказ: >2,9 кОм, нет отказа: <800 Ом
------------------	--------------------------------------

## 6.8.1 Данные о перегрузке двигателя, VLT DriveMotor FCM 106

Тип	Размер	Скорость [об/мин]	Pn [кВт (л. с.)]	TN100 [Н·м (дюйм-фунт)]	Ток преобразования частоты [А], 100 %	T110 [Н·м (дюйм-фунт)]	Ток привода [А], 110 %	T160 [Н·м (дюйм-фунт)]	Ток привода [А], 160 %
HPS	71	1500	0,55 (0,74)	4,54 (40,2)	1,7	4,91 (43,5)	1,9	6,74 (59,7)	2,7
HPS	71	1500	0,75 (1,0)	6,07 (53,7)	2,2	6,38 (56,5)	2,4	8,99 (79,6)	3,5
HPS	71	1500	1,10 (1,47)	8,37 (74,1)	3	8,96 (79,3)	3,3	12,55 (111,1)	4,8
HPS	71	1500	1,50 (2,0)	10,18 (90,1)	3,7	11,08 (98,1)	4,1	15,35 (135,9)	5,9
HPS	71	1800	0,55 (0,74)	4,52 (40)	1,7	4,81 (42,6)	1,9	6,63 (58,7)	2,7
HPS	71	1800	0,75 (1,0)	5,06 (44,8)	2,2	5,32 (47,1)	2,4	7,48 (66,2)	3,5
HPS	71	1800	1,10 (1,47)	6,93 (61,3)	3	7,44 (65,8)	3,3	10,40 (92)	4,8
HPS	71	1800	1,50 (2,0)	8,97 (79,4)	3,7	9,70 (85,9)	4,1	13,43 (118,9)	5,9
HPS	71	3000	0,75 (1,0)	3,03 (26,8)	2,2	3,17 (28,1)	2,4	4,50 (39,8)	3,5
HPS	71	3000	1,10 (1,47)	4,18 (37)	3	4,48 (39,7)	3,3	6,27 (55,5)	4,8
HPS	71	3000	1,50 (2,0)	5,25 (46,5)	3,7	5,71 (50,5)	4,1	7,90 (69,9)	5,9
HPS	71	3000	2,20 (2,95)	7,56 (66,9)	5,3	8,13 (72)	5,8	11,44 (101,3)	8,5
HPS	71	3600	0,75 (1,0)	2,53 (22,4)	2,2	2,66 (23,5)	2,4	3,74 (3,1)	3,5
HPS	71	3600	1,10 (1,47)	3,47 (30,7)	3	3,72 (32,9)	3,3	5,20 (46)	4,8
HPS	71	3600	1,50 (2,0)	4,53 (40,1)	3,7	4,91 (43,5)	4,1	6,79 (60,1)	5,9
HPS	71	3600	2,20 (2,95)	6,26 (55,4)	5,3	6,74 (59,7)	5,8	9,48 (83,9)	8,5
HPS	90	1500	1,50 (2,0)	10,18 (90,1)	3,7	11,08 (98,1)	4,1	15,35 (135,6)	5,9
HPS	90	1500	2,20 (2,95)	14,49 (128,2)	5,3	15,63 (138,3)	5,8	21,99 (194,6)	8,5
HPS	90	1500	3,00 (4,02)	19,70 (174,4)	7,2	21,37 (189,1)	7,9	29,83 (264)	11,5
HPS	90	1500	4,00 (5,36)	29,81 (263,8)	9	32,19 (284,9)	9,9	44,81 (396,6)	14,4
HPS	90	1800	2,20 (2,95)	12,63 (111,8)	5,3	13,59 (120,3)	5,8	19,12 (166,2)	8,5
HPS	90	1800	3,00 (4,02)	16,40 (145,2)	7,2	17,79 (157,5)	7,9	24,84 (219,9)	11,5
HPS	90	1800	4,00 (5,36)	22,42 (198,4)	9	24,27 (214,8)	9,9	33,88 (299,9)	14,4
HPS	90	3000	2,20 (2,95)	7,25 (64,2)	5,3	7,81 (69,1)	5,8	10,99 (97,3)	8,5
HPS	90	3000	3,00 (4,02)	9,90 (87,6)	7,2	10,73 (95)	7,9	14,99 (132,7)	11,5
HPS	90	3000	4,00 (5,36)	13,29 (117,6)	9	14,32 (126,7)	9,9	20,03 (177,3)	14,4
HPS	90	3000	5,50 (7,37)	18,32 (162,1)	12	19,91 (176,2)	13,2	27,78 (245,9)	19,2
HPS	90	3600	3,00 (4,02)	8,25 (73)	7,2	8,95 (79,2)	7,9	12,50 (110,6)	11,5
HPS	90	3600	4,00 (5,36)	10,67 (94,4)	9	11,61 (102,8)	9,9	16,21 (143,5)	14,4
HPS	90	3600	5,50 (7,37)	15,40 (136,3)	12	16,61 (147)	13,2	23,23 (205,6)	19,2
HPS	112	1500	5,50 (7,37)	36,62 (324,1)	12	39,66 (351)	13,2	55,41 (490,4)	19,2
HPS	112	1500	7,50 (10,05)	49,59 (438,9)	15,5	53,98 (477,8)	17,1	71,01 (628,5)	23,3
HPS	112	1800	5,50 (7,37)	30,36 (268,7)	12	32,94 (291,5)	13,2	45,99 (407)	19,2
HPS	112	1800	7,50 (10,05)	42,14 (373)	15,5	45,80 (405,4)	17,1	60,25 (533,3)	23,3
HPS	112	3000	7,50 (10,05)	24,66 (218,5)	15,5	26,83 (237,5)	17,1	35,30 (312,4)	23,3
HPS	112	3600	7,50 (10,05)	21,33 (188,8)	15,5	23,23 (205,6)	17,1	30,52 (270,1)	23,3
AMHE	71Z	2865	0,75 (1,0)	2,89 (25,6)	2,2	3,55 (31,4)	2,4	5,10 (45,1)	3,5
AMHE	80Z	1430	0,75 (1,0)	6,11 (54,1)	2,2	7,67 (67,9)	2,4	11,20 (99,1)	3,5
AMHE	80Z	2880	1,10 (1,47)	4,32 (38,2)	3	5,78 (15,2)	3,3	8,77 (77,6)	4,8
AMHE	80Z	2880	1,50 (2,0)	5,44 (48,1)	3,7	6,96 (61,6)	4,1	10,61 (93,9)	5,9
AMHE	90S	1430	1,10 (1,47)	8,76 (77,5)	3	11,30 (100)	3,3	16,91 (149,7)	4,8
AMHE	90L	1430	1,50 (2,0)	10,88 (96,3)	3,7	13,29 (117,6)	4,1	20,52 (181,6)	5,9
AMHE	90L	2860	2,20 (2,95)	8,79 (77,8)	5,3	10,48 (92,8)	5,8	15,62 (138,2)	8,5
AMHE	90L	2880	3,00 (4,02)	11,69 (103,5)	7,2	14,33 (126,8)	7,9	19,61 (173,6)	11,5
AMHE	100L	1450	2,20 (2,95)	15,07 (133,4)	5,3	18,21 (161,2)	5,8	28,62 (253,3)	8,5
AMHE	100L	1440	3,00 (4,02)	19,63 (173,7)	7,2	22,61 (200,1)	7,9	32,93 (291,5)	11,5
AMHE	100L	2920	4,00 (5,36)	15,12 (133,8)	9	18,75 (166)	9,9	27,23 (241)	14,4
AMHE	112M	1450	4,00 (5,36)	27,85 (246,5)	9	33,22 (294)	9,9	51,53 (456,1)	14,4

Тип	Размер	Скорость [об/мин]	Pn [кВт (л. с.)]	TN100 [Н·м (дюйм-фунт)]	Ток преобразования частоты [А], 100 %	T110 [Н·м (дюйм-фунт)]	Ток привода [А], 110 %	T160 [Н·м (дюйм-фунт)]	Ток привода [А], 160 %
AMHE	112M	1450	5,50 (7,37)	36,50 (323,1)	12	42,60 (377)	13,2	62,05 (549,2)	19,2
AMHE	112M	2920	5,50 (7,37)	20,88 (184,8)	12	26,45 (234,1)	13,2	34,27 (303,3)	19,2
AMHE	112M	2900	7,50 (10,05)	28,79 (254,8)	15,5	31,84 (281,8)	17,1	42,09 (372,5)	23,3
AMHE	132M	1450	7,50 (10,05)	49,18 (435,3)	15,5	56,62 (501,1)	17,1	78,74 (696,9)	23,3

Таблица 6.13 Данные о перегрузке двигателя

## 6.9 Технические характеристики предохранителей и автоматических выключателей

### Защита от перегрузки по току

Во избежание перегрева кабелей в установке необходимо обеспечить защиту от перегрузки. Всегда соблюдайте местные и государственные нормы и правила защиты от перегрузки по току. Подберите плавкие предохранители для защиты в цепях, допускающих максимальный ток 100 000 А(эфф.) (симметричная схема) при максимальном напряжении 480 В. Отключающую способность для автоматического выключателя Danfoss CTI25M при максимальном напряжении 480 В см. в *Таблица 6.14* и *Таблица 6.15*.

### Соответствие UL/без соответствия UL

Чтобы обеспечить соответствие требованиям UL 508С или IEC 61800-5-1, используйте автоматические выключатели или предохранители, указанные в *Таблица 6.14*, *Таблица 6.15* и *Таблица 6.16*.

## **УВЕДОМЛЕНИЕ**

### ПОВРЕЖДЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

В случае возникновения неисправности несоблюдение приведенных рекомендаций может привести к повреждению преобразователя частоты.

Размер корпуса	Мощность <sup>1)</sup> [кВт (л. с.)] 3 x 380–480 В	Автоматический выключатель			
		Рекомендуемый для соответствия UL	Отключающая способность	Макс. для соответствия UL	Отключающая способность
MН1	0,55 (0,75)	CTI25M – 47B3146	100000	CTI25M – 047B3149	50000
	0,75 (1,0)	CTI25M – 47B3147	100000	CTI25M – 047B3149	50000
	1,1 (1,5)	CTI25M – 47B3147	100000	CTI25M – 047B3150	6000
	1,5 (2,0)	CTI25M – 47B3148	100000	CTI25M – 047B3150	6000
MН2	2,2 (3,0)	CTI25M – 47B3149	50000	CTI25M – 047B3151	6000
	3,0 (4,0)	CTI25M – 47B3149	50000	CTI25M – 047B3151	6000
	4,0 (5,0)	CTI25M – 47B3150	6000	CTI25M – 047B3151	6000
MН3	5,5 (7,5)	CTI25M – 47B3150	6000	CTI25M – 047B3151	6000
	7,5 (10)	CTI25M – 47B3151	6000	CTI25M – 047B3151	6000

Таблица 6.14 Автоматические выключатели, UL

Размер корпуса	Мощность <sup>1)</sup> [кВт (л. с.)] 3 x 380–480 В	Автоматический выключатель			
		Рекомендуемый при отсутствии необходимости соответствия UL	Отключающая способность	Максимальный, если соответствие UL не требуется	Отключающая способность
МН1	0,55 (0,75)	СТI25M – 47B3146	100000	СТI25M – 47B3149	100000
	0,75 (1,0)	СТI25M – 47B3147	100000	СТI25M – 47B3149	100000
	1,1 (1,5)	СТI25M – 47B3147	100000	СТI25M – 47B3150	50000
	1,5 (2,0)	СТI25M – 47B3148	100000	СТI25M – 47B3150	50000
МН2	2,2 (3,0)	СТI25M – 47B3149	100000	СТI25M – 047B3151	15000
	3,0 (4,0)	СТI25M – 47B3149	100000	СТI25M – 047B3151	15000
	4,0 (5,0)	СТI25M – 47B3150	50000	СТI25M – 047B3102 <sup>1)</sup>	15000
МН3	5,5 (7,5)	СТI25M – 47B3150	50000	СТI25M – 047B3102 <sup>1)</sup>	15000
	7,5 (10)	СТI25M – 47B3151	15000	СТI25M – 047B3102 <sup>1)</sup>	15000

Таблица 6.15 Автоматические выключатели, без соответствия UL

1) Макс. уровень защитного отключения 32 А.

Размер корпуса	Мощность <sup>1)</sup> [кВт] 3 x 380–480 В	Предохранитель								
		Рекомендуемый для соответствия UL	Макс. для соответствия UL						Рекомендованный, если соответствие UL не требуется	Максимальный, если соответствие UL не требуется
			Тип							
		RK5, RK1, J, T, CC	RK5	RK1	J	T	CC	Тип gG	Тип gG	
МН1	0,55 (0,75)	6	6	6	6	6	6	10	10	
	0,75 (1,0)	6	6	6	6	6	6	10	10	
	1,1 (1,5)	6	10	10	10	10	10	10	10	
	1,5 (2,0)	6	10	10	10	10	10	10	10	
МН2	2,2 (3,0)	6	20	20	20	20	20	16	20	
	3,0 (4,0)	15	25	25	25	25	25	16	25	
	4,0 (5,0)	15	30	30	30	30	30	16	32	
МН3	5,5 (7,5)	20	30	30	30	30	30	25	32	
	7,5 (10)	25	30	30	30	30	30	25	32	

Таблица 6.16 Предохранители

1) Значения номинальной мощности указаны для режимов с нормальной перегрузкой (NO), см. глава 6.2 Электрические характеристики.

### 6.10 Derating According to Ambient Temperature and Switching Frequency

The ambient temperature measured over 24 hours should be at least 5 °C (41 °F) lower than the maximum ambient temperature. If the frequency converter operates at high ambient temperature, decrease the constant output current, decrease the constant output current.

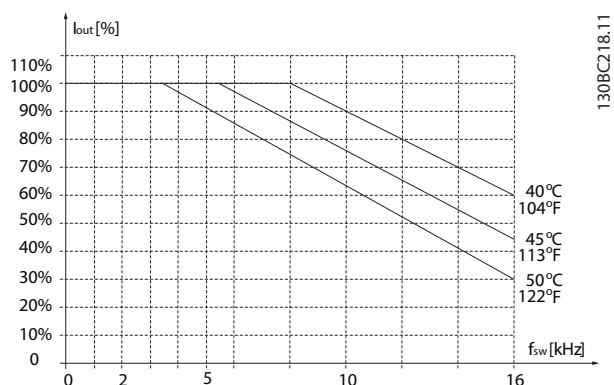


Рисунок 6.3 400 V MH1 0.55-1.5 kW (0.75-2.0 hp)

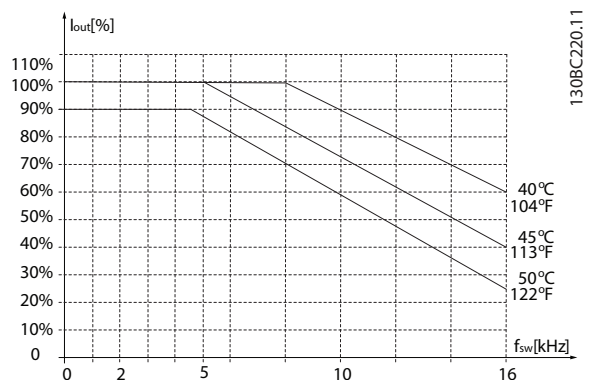


Рисунок 6.4 400 V MH2 2.2-4.0 kW (3.0-5.0 hp)

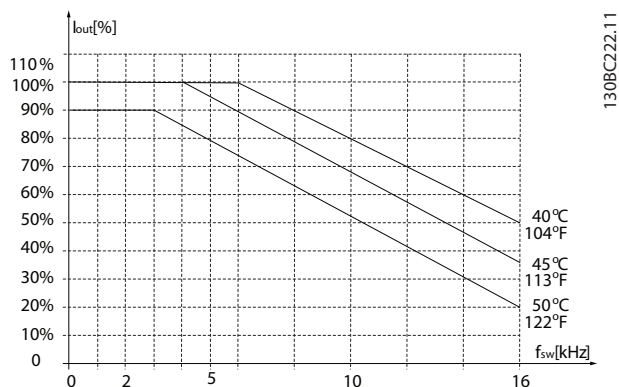


Рисунок 6.5 400 V MH3 5.5-7.5 kW (7.5-10 hp)

## 6.11 dU/dt

Выходная мощность на валу [кВт (л. с.)]	Длина кабеля [м (фут)]	Напряжение сети [В]	Время нарастания [мкс]	V <sub>пик.</sub> [кВ]	dU/dt [кВ/мкс]
0,55 (0,75)	0,5 (1,6)	400	0,1	0,57	4,5
0,75 (1,0)	0,5 (1,6)	400	0,1	0,57	4,5
1,1 (1,5)	0,5 (1,6)	400	0,1	0,57	4,5
1,5 (2,0)	0,5 (1,6)	400	0,1	0,57	4,5
2,2 (3,0)	<0,5 (1,6)	400	1)	1)	1)
3,0 (4,0)	<0,5 (1,6)	400	1)	1)	1)
4,0 (5,0)	<0,5 (1,6)	400	1)	1)	1)
5,5 (7,5)	<0,5 (1,6)	400	1)	1)	1)
7,5 (10)	<0,5 (1,6)	400	1)	1)	1)

Таблица 6.17 dU/dt, МН1-МН3

1) Данные будут доступны в следующих редакциях.

## 6.12 КПД

### КПД преобразователя частоты ( $\eta_{VLT}$ )

Нагрузка преобразователя частоты мало влияет на его КПД. Обычно КПД при номинальной частоте двигателя  $f_{m,n}$  постоянен, даже при изменении величины крутящего момента на валу двигателя в пределах от 100 до 75 % номинального момента, то есть в случае частичных нагрузок.

Это также означает, что КПД преобразователя частоты не меняется даже при выборе других характеристик U/f. Однако характеристики U/f влияют на КПД двигателя. КПД несколько снижается при задании частоты коммутации выше 5 кГц. КПД также немного уменьшается при напряжении питающей сети 480 В.

### Расчет КПД преобразователя частоты

При определении КПД преобразователя частоты для различных скоростей и нагрузок используйте Рисунок 6.6. Умножьте коэффициент на этой диаграмме на удельный КПД, указанный в таблицах технических характеристик.

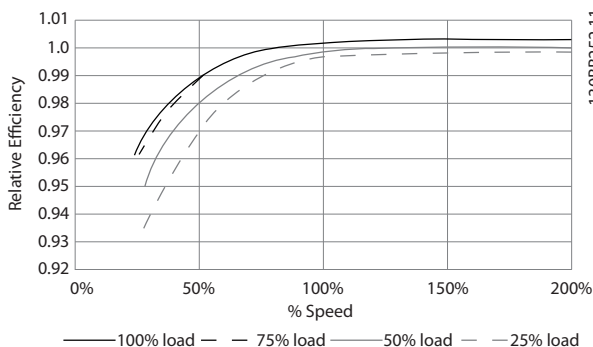


Рисунок 6.6 Типичные кривые КПД

Пример. Предположим, что преобразователь частоты на 22 кВт (30 л. с.), 380–480 В пер. тока работает с нагрузкой 25 % при скорости 50 %. На графике видно

значение 0,97, а номинальный КПД для привода 22 кВт (30 л. с.) составляет 0,98. Фактический КПД равен:  $0,97 \times 0,98 = 0,95$ .

### КПД двигателя ( $\eta_{двиг.}$ )

КПД двигателя, подключенного к преобразователю частоты, зависит от уровня намагничивания. Обычно КПД почти так же высок, как и при питании двигателя непосредственно от сети. КПД двигателя зависит от его типа.

В диапазоне крутящего момента 75–100 % от номинального КПД двигателя практически постоянен. Это справедливо для работы двигателя при питании как от преобразователя частоты, так и непосредственно от сети.

У маломощных двигателей влияние на КПД характеристик U/f незначительно. В то же время для двигателей мощностью 11 кВт (15 л. с.) и выше имеются существенные преимущества.

Частота коммутации на КПД маломощных двигателей обычно не влияет. У двигателей мощностью 11 кВт (15 л.с.) и выше КПД увеличивается (на 1–2 %). Это происходит потому, что при высокой частоте коммутации ток двигателя имеет почти идеальную синусоидальную форму.

### КПД системы ( $\eta_{системы}$ )

Для вычисления КПД системы необходимо умножить КПД преобразователя частоты ( $\eta_{VLT}$ ) на КПД двигателя ( $\eta_{двиг.}$ ):

$$\eta_{системы} = \eta_{VLT} \times \eta_{двиг.}$$

## Алфавитный указатель

### С

CDM..... 47

### D

#### Derating

Derating, ambient temperature..... 79

Derating, switching frequency..... 79

DeviceNet..... 5

### L

LCP..... 19, 62

### M

Modbus..... 5

Modbus RTU..... 15

### P

PELV..... 6, 28, 43, 72

PROFIBUS..... 5, 60, 62

### R

RCD..... 27

### A

ААД..... 51

Автоматическая адаптация двигателя..... 51

Автоматическая адаптация для обеспечения эксплуатационных характеристик..... 43

Автоматический выключатель..... 27, 72, 77

Агрессивная окружающая среда..... 45, 73

Акустический шум..... 46

Асинхронный двигатель..... 52, 58

### Б

Более высокое качество управления..... 55

### В

Версия ПО..... 9

Вибрационные и ударные воздействия..... 46

Включение входного питания..... 72

Влажность..... 44, 45

Влажность воздуха..... 44

Время разрядки..... 10

Вход термистора (на разъеме двигателя)..... 75

### Входы

Аналоговый вход..... 74

Аналоговый вход 53..... 51

Цифровой вход..... 6, 19, 21, 74

### ВЧ-помехи

Фильтр ВЧ-помех..... 27

Высокое напряжение..... 9, 16

Выходной вал..... 39

### Выходы

Аналоговый выход..... 12, 74

Выход реле..... 75

Цифровой выход..... 12, 74

### Г

Гальваническая развязка..... 28

### Д

#### Двигатель

Асинхронный двигатель..... 39

с ПМ..... 35, 39, 44

Защита двигателя..... 72

Кабель двигателя..... 27

Клеммы подключения электродвигателя..... 72

Мощность двигателя (U, V, W)..... 75

Параметры двигателя..... 51

Превышение напряжения, создаваемое двигателем... 44

Тепловая защита двигателя..... 39

Фазы двигателя..... 43

Двигатель с ПМ..... 52

#### Директивы

ErP..... 8

Директива о машинном оборудовании..... 8

Директива по низковольтному оборудованию..... 7

Машинное оборудование..... 7

Низковольтное оборудование..... 7

ЭМС..... 7

#### Директивы ЕС

Директива по электромагнитной совместимости..... 8

Дополнительные устройства и принадлежности, номера для заказа..... 62

### З

Задание от потенциометра..... 51

Заземление..... 27

Зазоры для охлаждения..... 23, 45, 64

Законы пропорциональности..... 53

Защита..... 6, 11, 28, 45, 77

Защита от перегрузки по току..... 77

Защитное сверхнизкое напряжение..... 6, 28, 72

### И

Изменение расхода в течение 1 года..... 55

Инерция..... 39

Инерция, момент.....	44
Интегрированная система преобразователя частоты и двигателя.....	30
Интеллектуальное логическое управление.....	55, 57
<b>К</b>	
Кабель	
Длина и сечение кабелей.....	73
Длина кабеля двигателя.....	27
Сечение кабеля.....	70, 71
Квалифицированный персонал.....	9
Класс защиты.....	6, 45
Класс КПД.....	60
Клеммы	
Клемма 12.....	74
Клемма 18.....	15, 73
Клемма 19.....	15, 73
Клемма 27.....	15, 73
Клемма 29.....	73
Клемма 42.....	74
Клемма 45.....	74
Клемма 50.....	75
Клемма 53.....	74
Клемма 54.....	74
Клемма 68 (P, TX+, RX+).....	74
Клемма 69 (N, TX-, RX-).....	74
Клемма пост. тока.....	73
Клемма реле.....	72
Клемма управления.....	12, 14, 72, 73
Подключения электродвигателя.....	72
Функции клемм управления.....	15
Кнопки управления LCP.....	19
Код типа и рекомендации по выбору.....	59
Коммунальная электросеть.....	32, 33
Коммутация	
Потери на коммутацию.....	49
Частота коммутации.....	27, 49
Коммутация на выходе.....	44
Конденсация.....	44
Конфигуратор привода.....	59
Концепция ЕС+.....	58
Короткое замыкание (фаза — фаза двигателя).....	43
КПД	
Класс КПД.....	47
Энергоэффективность.....	47
КПД.....	52, 58, 80
<b>М</b>	
Меры предосторожности.....	9
Модуль памяти.....	6
Момент инерции.....	44
Монтаж	
Электрический монтаж с учетом требований ЭМС.....	23

**Н**

Непреднамеренное вращение двигателя.....	10
Непреднамеренный пуск.....	9
Несоответствие.....	6

**О**

Области применения	
Импульсный пуск/останов.....	51
Пуск/останов.....	50
Обогреватель шкафа.....	44
Окружающая среда.....	73
Описание электрической части.....	13
Охлаждение.....	45, 64

**П**

Переменное управление расходом и давлением.....	55
Переходные процессы.....	27
Период окупаемости.....	55
Плата управления, выход 10 В пост. тока.....	75
Плата управления, выход 24 В пост. тока.....	74
Плата управления, последовательная связь через интерфейс RS485.....	74
Подшипник.....	34, 35, 36, 37
Подъем.....	36
Потенциал.....	25
Потери на намагничивание.....	49
Потеря мощности.....	47, 48
Поток воздуха.....	45
Правила экспортного контроля.....	8
Предохранители.....	78
Преобразование обратной связи.....	21
Пример энергосбережения.....	53
Принадлежности	
Дистанционный монтаж LCP.....	41
Комплект для дистанционного монтажа.....	41
Коннектор комплекта дистанционного монтажа.....	41
Местный пульт управления.....	42
Принципиальная схема.....	12
Программирование интеллектуального логического контроллера.....	56
Программное устройство модуля памяти.....	6
Промежуточная цепь.....	12, 44, 46, 72
Пускатель типа «звезда/треугольник».....	50
<b>Р</b>	
Разделение нагрузки.....	9
Размеры.....	66, 67, 68, 69



Размеры с асинхронным двигателем и двигателем с постоянными магнитами.....	66	Стандарты и директивы	
Размеры, FCM 106.....	66	CI. 5.2.6.4.....	73
Размеры, FCP 106.....	65	DIN 332 Form D.....	39
Разрешения.....	6	EIA-422/485.....	6
Разъем LCP.....	14	EN 50178 9.4.2.2 при 50.....	44
Реле		EN 50598-2.....	47
Выход реле.....	75	EN 55011.....	25, 73
Заказное реле.....	28	EN 55011, класс А, группа 1.....	25
Клемма реле.....	72	EN 55011, класс В.....	25
Реле.....	14	EN 60664-1.....	72, 75
<b>С</b>		EN 61000-3-12.....	73
Самовращение.....	10	EN 61000-3-2.....	73
Сброс.....	6, 42	EN 61000-6-1/2.....	73
Сброс аварийного сигнала.....	19	EN 61000-6-4.....	73
Сертификация.....	6	EN 61800-3.....	73
Сеть		EN 61800-3 (2004).....	6
Отключение напряжения сети.....	44	EN 61800-3 (2004).....	6
Питание от сети (L1, L2, L3).....	72	EN 61800-5-1 (2007).....	6
Питание от сети 3 x 380-480 В пер. тока при нормальной (NO) и высокой перегрузке (HO).....	70	EN/IEC 60204-1.....	73
Пропадание напряжения сети.....	72	EN/IEC 61000-4-2.....	26
Символы.....	5	EN/IEC 61000-4-3.....	26
Система управления зданием, (Building management system, BMS).....	54	EN/IEC 61000-4-4.....	26
Смазка.....	38	EN/IEC 61000-4-5.....	26
Снижение номинальных характеристик		EN/IEC 61000-4-6.....	26
Назначение.....	42	EN/IEC 61000-6-3.....	25
Снижение номинальных характеристик, высокая частота коммутации.....	43	EN/IEC 61000-6-4.....	25
Снижение номинальных характеристик, низкое атмосферное давление.....	43	EN/IEC 61800-3:2004.....	25
Снижение номинальных характеристик, температура окружающей среды.....	43	EN/IEC 61800-5-1.....	28, 73
Функции автоматического снижения номинальных параметров.....	72	IEC 60068-2-34.....	46
Сокращения.....	6	IEC 60068-2-35.....	46
Соответствие		IEC 60068-2-36.....	46
CE.....	7	IEC 60068-2-43.....	73
UL Recognized.....	8	IEC 600721, класс 3К4.....	44
Знак C-tick.....	8	IEC 60204-1.....	6
Маркировка CE.....	7, 8	IEC 60364-4-41.....	6
Сертификация UL Listed.....	8	IEC 60721-3-3.....	73
Соответствие техническим условиям UL.....	77	IEC 60721-3-3; класс 3К4.....	73
Сравнение показателей энергосбережения.....	54	IEC 60947.....	75
Средства и функции защиты.....	72	IEC 61800-5-1.....	72, 77
Стандарты		IEC 61800-5-1 Ed.2.....	46
EN 50598.....	47	IEC/EN 60068-2-3.....	44
EN 50598-2.....	48	IEC/EN 60068-2-6.....	46
		IEC/EN 60068-2-64.....	46
		IEC/EN 61000-3-12.....	32, 33
		IEC/EN 61000-3-2, класс А.....	32
		IEC61800-5-1 Ed.2.....	73
		IEEE 519 -1992 и G5/4.....	33
		ISO 8821.....	39
		UL 508C.....	73
		Директива о низковольтном оборудовании (2006/95/EC).....	6
		Директива по ЭМС 2004/108/EC.....	6
		Статическая перегрузка в режиме VVC+.....	44
		Структуры управления	
		Замкнутый контур.....	20
		ПИ-регулирование в замкнутом контуре.....	18, 30
		Разомкнутый контур.....	18, 19, 20
		Структура управления, пример.....	30
		Сфера действия маркировки CE.....	7

## Т

## Температура

Температура, максимальная.....	45
Температура, окружающая.....	45
Температура, средняя.....	45

Термистор.....	40
----------------	----

Техника безопасности.....	9, 10
---------------------------	-------

## Ток

утечки.....	27
-------------	----

Ток утечки.....	10, 21
-----------------	--------

## У

## Управление

Клемма управления.....	12
Плата управления.....	12

Управление вентиляторами и насосами.....	53
--	----

Уровни акустического шума.....	46
--------------------------------	----

Условные обозначения.....	6
---------------------------	---

## Ф

## Фильтр

Длина кабеля двигателя.....	27
ВЧ-помех.....	27

Формирование задания.....	18, 20
---------------------------	--------

## Э

Экранированный кабель.....	21, 25
----------------------------	--------

Экстремальные рабочие условия.....	43
------------------------------------	----

Электронное тепловое реле.....	39
--------------------------------	----

Электронные отходы.....	9
-------------------------	---

## ЭМС

Основные аспекты защиты от излучений в соответствии с требованиями ЭМС.....	21
---	----

Требования к помехоустойчивости.....	22, 26
--------------------------------------	--------

Требования по излучению.....	22, 25, 32
------------------------------	------------

Электрический монтаж с учетом требований ЭМС.....	23
---	----

Энергосбережение.....	53, 55, 58
-----------------------	------------

ЭТР.....	39
----------	----

## Эффективность

Эффективность.....	47
--------------------	----





.....  
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 А/О». Все права защищены.  
.....

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

