



# Руководство по проектированию VLT<sup>®</sup> AutomationDrive FC 302 315–1200 кВт





## Оглавление

<b>1 Введение</b>	<b>5</b>
1.1 Цель «Руководства по проектированию»	5
1.2 Дополнительные ресурсы	5
1.3 Версия документа и программного обеспечения	5
1.4 Условные обозначения	5
<b>2 Техника безопасности</b>	<b>6</b>
2.1 Символы безопасности	6
2.2 Квалифицированный персонал	6
2.3 Меры предосторожности	6
<b>3 Разрешения и сертификаты</b>	<b>9</b>
3.1 Соответствие нормам и стандартам	9
3.2 Классы защиты корпусов	11
<b>4 Описание изделия</b>	<b>13</b>
4.1 Преобразователи частоты VLT® большой мощности	13
4.2 Типоразмер корпуса по номинальной мощности	13
4.3 Обзор корпусов, 380–500 В	14
4.4 Обзор корпусов, 525–690 В	17
4.5 Наличие комплектов	21
<b>5 Особенности изделия</b>	<b>22</b>
5.1 Автоматические рабочие функции	22
5.2 Функции для пользовательских применений	25
5.3 Описание динамического торможения	30
5.4 Описание механического удерживающего тормоза	30
5.5 Описание разделения нагрузки	34
5.6 Описание функции рекуперации	35
<b>6 Дополнительные платы и принадлежности</b>	<b>36</b>
6.1 Устройства периферийной шины	36
6.2 Функциональные расширения	38
6.3 Платы управления перемещением и релейные платы	39
6.4 Тормозные резисторы	40
6.5 Синусоидные фильтры	40
6.6 Фильтры dU/dt	41
6.7 Фильтры синфазных помех	41
6.8 Фильтры гармоник	41
6.9 Встроенные дополнительные устройства	41
6.10 Комплекты большой мощности	44

<b>7 Технические характеристики</b>	45
7.1 Электрические характеристики, 380–500 В	45
7.2 Электрические характеристики, 525–690 В	51
7.3 Питание от сети	58
7.4 Выходная мощность и другие характеристики двигателя	58
7.5 Условия окружающей среды	58
7.6 Технические характеристики кабелей	59
7.7 Вход/выход и характеристики цепи управления	59
7.8 Массы корпусов	62
7.9 Циркуляция воздуха через корпуса E1–E2 и F1–F13	63
<b>8 Внешние размеры и размеры клемм</b>	65
8.1 Внешние размеры и размеры клемм E1	65
8.2 Внешние размеры и размеры клемм корпуса E2	74
8.3 Внешние размеры и размеры клемм F1	82
8.4 Внешние размеры и размеры клемм F2	89
8.5 Внешние размеры и размеры клемм F3	96
8.6 Внешние размеры и размеры клемм F4	108
8.7 Внешние размеры и размеры клемм F8	119
8.8 Внешние размеры и размеры клемм F9	123
8.9 Внешние размеры и размеры клемм F10	129
8.10 Внешние размеры и размеры клемм F11	135
8.11 Внешние размеры и размеры клемм F12	143
8.12 Внешние размеры и размеры клемм F13	149
<b>9 Вопросы механического монтажа</b>	158
9.1 Хранение	158
9.2 Поднятие устройства	158
9.3 Рабочая среда	159
9.4 Конфигурации монтажа	160
9.5 Охлаждение	161
9.6 Снижение номинальных характеристик	162
<b>10 Вопросы электрического монтажа</b>	165
10.1 Инструкции по технике безопасности	165
10.2 Схема подключений	166
10.3 Подключения	167
10.4 Проводка и клеммы элементов управления	172
10.5 Предохранители и автоматические выключатели	179
10.6 Расцепители и контакторы	185
10.7 Двигатель	187



10.8 Торможение	190
10.9 Датчики остаточного тока (RCD) и контроль сопротивления изоляции (IRM)	192
10.10 Ток утечки	192
10.11 Сеть IT	194
10.12 КПД	194
10.13 Акустический шум	195
10.14 Условия du/dt	195
10.15 Обзор требований электромагнитной совместимости (ЭМС)	196
10.16 Монтаж с учетом требований ЭМС	201
10.17 Общие сведения о гармониках	204
<b>11 Основные принципы работы преобразователя частоты</b>	<b>207</b>
11.1 Описание работы	207
11.2 Средства управления преобразователем частоты	207
<b>12 Примеры применения</b>	<b>217</b>
12.1 Программирование системы преобразователя частоты с замкнутым контуром	217
12.2 Конфигурации проводки для автоматической адаптации двигателя (ААД)	217
12.3 Конфигурация проводки для аналогового задания скорости	218
12.4 Конфигурация проводки для пуска/останова	218
12.5 Конфигурация проводки для внешнего сброса аварийной сигнализации	220
12.6 Конфигурация проводки для задания скорости с помощью ручного потенциометра	220
12.7 Конфигурация проводки для повышения/понижения скорости	220
12.8 Конфигурация проводки для подключения сети RS485	221
12.9 Конфигурация проводки для термистора двигателя	221
12.10 Конфигурация проводки для настройки реле с помощью интеллектуального логического управления	222
12.11 Конфигурация проводки для управления механическим тормозом	222
12.12 Конфигурация проводки для энкодера	223
12.13 Конфигурация проводки для крутящего момента и предела останова	223
<b>13 Заказ преобразователя частоты</b>	<b>225</b>
13.1 Конфигуратор преобразователя частоты	225
13.2 Номера для заказа дополнительных устройств/комплектов	229
13.3 Номера для заказа фильтров и тормозных резисторов	233
13.4 Запасные части	233
<b>14 Приложение</b>	<b>234</b>
14.1 Сокращения и символы	234
14.2 Определения	235
14.3 Монтаж и настройка RS485	236

14.4 RS485: краткое описание протокола FC	237
14.5 RS485: структура кадра телеграммы протокола FC	238
14.6 RS485: примеры параметров протокола FC	243
14.7 RS485: краткое описание Modbus RTU	243
14.8 RS485: структура телеграммы Modbus RTU	245
14.9 RS485: коды функций в сообщениях Modbus RTU	249
14.10 RS485: параметры Modbus RTU	249
14.11 RS485: профиль управления FC	250
<b>Алфавитный указатель</b>	<b>259</b>

# 1 Введение

## 1.1 Цель «Руководства по проектированию»

Это руководство по проектированию предназначено для:

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

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

VLT® является зарегистрированным товарным знаком.

## 1.2 Дополнительные ресурсы

Существует дополнительная информация о расширенных режимах работы преобразователя частоты, его программировании и соответствии директивам.

- *Руководство по эксплуатации* содержит подробную информацию о монтаже преобразователя частоты и подготовке его к эксплуатации.
- *Руководство по программированию* содержит более подробное описание работы с параметрами и множество примеров применения.
- В *Руководстве по эксплуатации функции Safe Torque Off в преобразователях частоты серии VLT®* описан порядок эксплуатации преобразователей частоты Danfoss в применениях, требующих обеспечения функциональной безопасности. Это руководство поставляется с преобразователем частоты, если в нем присутствует функция Safe Torque Off.
- В *Руководстве по проектированию VLT® Brake Resistor MCE 101* описано, как выбрать оптимальный тормозной резистор.
- В *Руководстве по проектированию фильтров VLT® Advanced Harmonic Filter AHF 005/AHF 010* приведена информация о гармониках, а также описываются различные методы их подавления и принцип работы усовершенствованного фильтра гармоник. В руководстве также описано, как выбрать правильный

усовершенствованный фильтр гармоник для конкретного применения.

- В *Руководстве по проектированию выходных фильтров* также объясняется, почему необходимо использовать выходные фильтры для определенных применений и как выбрать оптимальный фильтр dU/dt или синусоидный фильтр.
- Некоторая информация в этих публикациях может отличаться в зависимости от подключенного дополнительного оборудования. Конкретные требования см. в инструкциях, прилагаемых к дополнительному оборудованию.

Дополнительные публикации и руководства можно запросить в компании Danfoss. См. [drives.danfoss.com/downloads/portal/#/](http://drives.danfoss.com/downloads/portal/#/).

## 1.3 Версия документа и программного обеспечения

Это руководство регулярно пересматривается и обновляется. Все предложения по его улучшению будут приняты и рассмотрены. В *Таблица 1.1* указаны версия документа и соответствующая версия ПО.

Редакция	Комментарии	Версия ПО
MG34S3xx	Изъятые разделы, посвященные D1h–D8h, и использована новая структура разделов.	8.03

Таблица 1.1 Версия документа и программного обеспечения

## 1.4 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, группы параметров, значение параметра.
- Все размеры на чертежах даны в мм (дюймах).
- Звездочка (\*) указывает значение по умолчанию для параметра.

## 2

## 2 Техника безопасности

## 2.1 Символы безопасности

В этом руководстве используются следующие символы:

**▲ВНИМАНИЕ!**

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

**▲ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

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

**УВЕДОМЛЕНИЕ**

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

## 2.2 Квалифицированный персонал

Монтаж и эксплуатация этого оборудования должны выполняться только квалифицированным персоналом.

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

## 2.3 Меры предосторожности

**▲ВНИМАНИЕ!****ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ!**

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

- Монтаж, пусконаладка и техническое обслуживание должны выполняться только квалифицированным персоналом.

**▲ВНИМАНИЕ!****ОПАСНОСТЬ ТОКА УТЕЧКИ**

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

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

**⚠ВНИМАНИЕ!****ВРЕМЯ РАЗРЯДКИ**

В цепи постоянного тока преобразователя частоты установлены конденсаторы, которые остаются заряженными даже после отключения питания. Высокое напряжение может присутствовать даже в том случае, если светодиоды предупреждений погасли. Несоблюдение 40-минутного периода ожидания после отключения питания перед началом обслуживания или ремонта может привести к летальному исходу или серьезным травмам.

1. Остановите двигатель.
2. Отсоедините сеть переменного тока и дистанционно расположенные источники питания цепи постоянного тока, в том числе резервные аккумуляторы, ИБП и подключения к цепи постоянного тока других преобразователей частоты.
3. Отсоедините или заблокируйте двигатель.
4. Подождите 40 минут до полной разрядки конденсаторов.
5. Перед выполнением любых работ по обслуживанию или ремонту удостоверьтесь с помощью устройства для измерения напряжения, что конденсаторы полностью разряжены.

**⚠ВНИМАНИЕ!****ОПАСНОСТЬ ПОЖАРА**

Во время торможения и после него тормозные резисторы нагреваются. Если не обеспечить пожаробезопасность среды, в которой установлен тормозной резистор, оборудование может быть повреждено, а персонал может получить серьезные травмы.

- Чтобы исключить опасность пожара, убедитесь, что тормозной резистор размещен в безопасной среде.
- Во избежание серьезных ожогов нельзя прикасаться к тормозному резистору во время торможения или после него.

**УВЕДОМЛЕНИЕ****ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ СРЕДСТВО ЭКРАНИРОВАНИЯ ПОДКЛЮЧЕНИЙ СЕТЕВОГО ПИТАНИЯ**

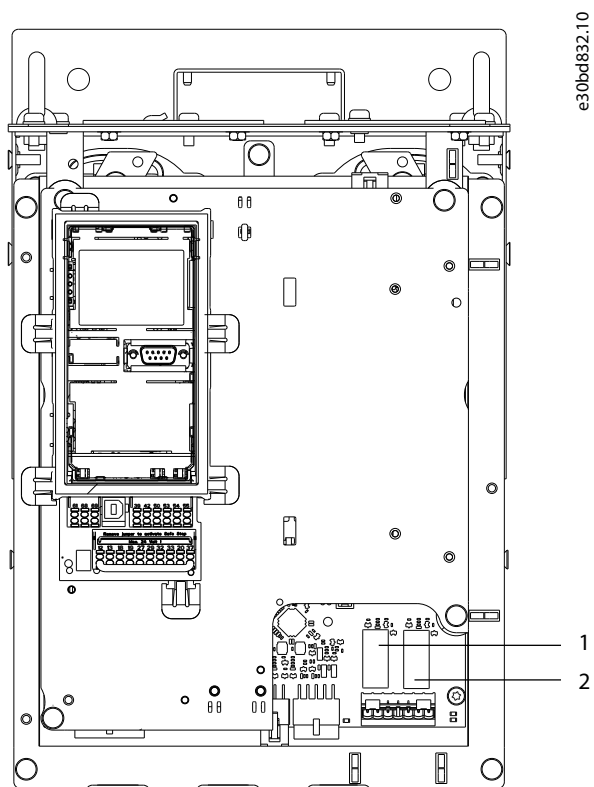
Для корпусов со степенью защиты IP21/IP54 (Тип 1/Тип 12) доступно дополнительное средство экранирования подключений сетевого питания. В качестве экрана используется крышка, устанавливаемая внутри корпуса для обеспечения защиты от случайного прикосновения к силовым клеммам, в соответствии с требованиями стандартов BGV A2, VBG 4.

**2.3.1 Монтаж с учетом требований ADN**

Для предотвращения искрообразования в соответствии с Европейским соглашением о международной перевозке опасных грузов по водным путям (ADN) в отношении преобразователей частоты с защитой IP00 (шасси), IP20 (шасси), IP21 (Тип 1) или IP54 (Тип 12) должны быть предприняты меры предосторожности.

- Не устанавливайте сетевой выключатель.
- Установите для параметра *параметр 14-50 Фильтр ВЧ-помех* значение [1] Вкл.
- Удалите все заглушки реле с надписью *RELAY (РЕЛЕ)*. См. Рисунок 2.1.
- Проверьте, какие установлены дополнительные релейные устройства (если есть). Единственное дополнительное релейное устройство, которое допускается использовать, — это плата расширения релейных выходов VLT® Extended Relay Card MCB 113.

2



1, 2	Заглушки реле
------	---------------

Рисунок 2.1 Расположение заглушек реле

## 3 Разрешения и сертификаты

В этом разделе приведено краткое описание различных разрешений и сертификатов, относящихся к преобразователям частоты Danfoss. Не все разрешения относятся ко всем преобразователям частоты.

### 3.1 Соответствие нормам и стандартам

#### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

#### **НАЛАГАЕМЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ ВЫХОДНОЙ ЧАСТОТЫ**

Начиная с версии ПО 6.72, выходная частота преобразователя частоты ограничена уровнем 590 Гц в соответствии с экспортными правилами. Программное обеспечение версий бх.хх также ограничивает максимальную выходную частоту значением 590 Гц. Эти версии нельзя «перепрошить», то есть нельзя перейти на более низкую или более высокую версию ПО.

#### 3.1.1.1 Маркировка CE

Маркировка CE (Communauté Européenne) указывает, что производитель продукта выполнил все применимые директивы ЕС. Директивы ЕС, применимые к конструкции и изготовлению преобразователей частоты, перечислены в *Таблица 3.1*.

#### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

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

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 3.1 Директивы ЕС, применимые к преобразователям частоты

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

#### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

Преобразователи частоты с интегрированной функцией безопасности, такой как Safe Torque Off (STO), должны отвечать требованиям директивы о машинном оборудовании.

Декларации соответствия доступны по запросу.

#### **Директива по низковольтному оборудованию**

В соответствии с директивой по низковольтному оборудованию, вступившей в действие с 1 января 2014 г., преобразователи частоты должны иметь маркировку знаком CE. Директива по низковольтному оборудованию относится ко всему электрическому оборудованию, в котором используются напряжения в диапазонах 50–1000 В перем. тока или 75–1500 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.

#### **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 (ЭМП) или на работу которых могут влиять ЭМП, должны конструироваться таким образом, чтобы ограничить создаваемые электромагнитные помехи. Устройства должны иметь приемлемый уровень устойчивости к ЭМП 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.

#### **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 функциями безопасности должны отвечать требованиям директивы о машинном оборудовании.

Преобразователи частоты без функции безопасности не подпадают под действие этой 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.

### 3.1.1.2 Директива ErP

Директива ErP — это европейская директива по экологичному дизайну для связанных с энергией изделий, в том числе преобразователей частоты. Цель директивы — повысить энергоэффективность и степень защиты окружающей среды, в то же время увеличивая безопасность источников питания. Влияние на окружающую среду связанных с энергией изделий включает потребление энергии в течение всего жизненного цикла изделия.

### 3.1.1.3 Листинг UL

Маркировка Underwriters Laboratory (UL) удостоверяет, на основе стандартизированных испытаний, безопасность продуктов и выполнение экологических требований. Преобразователи частоты, рассчитанные на напряжение T7 (525–690 В), сертифицируются на соответствие UL только в диапазоне напряжений 525–600 В.

### 3.1.1.4 CSA/cUL

Разрешение CSA/cUL относится к преобразователям частоты с номинальным напряжением 600 В и ниже. Этот стандарт гарантирует соответствие оборудования стандартам UL в отношении электрической и тепловой безопасности при условии установки преобразователя частоты в соответствии с прилагаемой инструкцией по эксплуатации/монтажу. Этот знак указывает на то, что продукт соответствует всем необходимым техническим требованиям и прошел все необходимые испытания. Сертификат соответствия предоставляется по запросу.

### 3.1.1.5 EAC

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

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

### 3.1.1.6 UKrSEPRO

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

### 3.1.1.7 TÜV

TÜV SÜD — это европейская организация обеспечения безопасности, которая подтверждает функциональную безопасность преобразователя частоты в соответствии с EN/IEC 61800-5-2. TÜV SÜD тестирует продукты и контролирует их производство, обеспечивая соблюдение компаниями своих правил.

### 3.1.1.8 RCM

Знак RCM (Regulatory Compliance Mark, знак соответствия нормативным требованиям) указывает на соответствие телекоммуникационного оборудования и оборудования ЭМС/радиосвязи требованиям уведомления о маркировке ЭМС, предъявляемым Управлением по связи и средствам массовой информации Австралии. В настоящее время знак RCM является единым обозначением, охватывающим требования к маркировке знаками A-Tick и C-Tick. Соответствие RCM требуется для размещения электрических и электронных устройств на рынке Австралии и Новой Зеландии.

### 3.1.1.9 Морское оборудование

Для получения лицензии регулятора и страховок оборудование для применения на море (используемое на судах и нефтегазодобывающих платформах) должно быть сертифицировано одним или несколькими морскими классификационными обществами. Преобразователи частоты Danfoss могут иметь сертификаты от 12 различных морских классификационных обществ.

Для просмотра и распечатки разрешений и сертификатов на морское применение посетите раздел загрузок на сайте [drives.danfoss.com/industries/marine-and-offshore/marine-type-approvals/#/](http://drives.danfoss.com/industries/marine-and-offshore/marine-type-approvals/#/).



### 3.1.2 Правила экспортного контроля

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

Номер ECCN используется для обозначения преобразователей частоты, подлежащих действию правил экспортного контроля. Номер ECCN указывается в сопроводительной документации преобразователя частоты.

В случае реэкспорта соответствие действующим правилам экспортного контроля обеспечивается экспортером.

## 3.2 Классы защиты корпусов

Преобразователи частоты серии VLT® доступны в различных типах корпусов, что позволяет лучше соответствовать требованиям различных применений. Сведения о защите корпусов здесь представлены на основе двух международных стандартов:

- Тип UL — означает, что корпус соответствует стандартам NEMA (National Electrical Manufacturers Association, Национальная ассоциация производителей электрооборудования). Требования к конструкциям и тестированию корпусов имеются в публикациях NEMA Standards Publication 250-2003 и UL 50, Eleventh Edition.
- Степени защиты IP (Ingress Protection, защита от проникновения) — определены Международной электротехнической комиссией (IEC) для стран кроме США.

Стандартные преобразователи частоты Danfoss VLT® доступны в различных типах корпусов, соответствующих требованиям степени защиты IP00 (шасси), IP20 (защищенное шасси), IP21 (UL тип 1) и IP54 (UL тип 12). В этом руководстве тип UL обозначается словом «тип», например: IP21/тип 1.

#### Стандарт типа UL

Тип 1 — конструкция корпусов позволяет использовать их внутри помещений и обеспечивает защиту персонала от случайного контакта с закрытым оборудованием, а также защиту от попадания грязи.

Тип 12 — корпуса общего назначения, предназначенные для использования внутри помещений и обеспечивающие защиту закрытого оборудования от следующих загрязнений:

- волокна;
- ворс;
- пыль и грязь;
- водяные брызги;
- капельное просачивание;
- стекание каплями и внешняя конденсация коррозионно-неактивных жидкостей.

Корпуса не должны иметь сквозных отверстий, легко съемных стенок или отверстий для соединения с кабелепроводами, за исключением отверстий, оснащенных маслостойкой прокладкой для монтажа маслонепроницаемых или пыленепроницаемых механизмов. Дверцы также снабжены маслостойкими прокладками. Кроме того, корпуса для сочетаний контроллеров имеют навесные дверцы, которые открываются вокруг вертикальной оси и только с помощью специальных инструментов.

#### Стандарт IP

В Таблица 3.2 представлены данные о сопоставлении двух стандартов. В Таблица 3.3 показаны значения цифровых кодов IP и даны определения уровней защиты. Преобразователи частоты соответствуют требованиям обоих стандартов.

NEMA и UL	IP
Шасси	IP00
Защищенное шасси	IP20
Тип 1	IP21
Тип 12	IP54

Таблица 3.2 Соответствие степеней защиты NEMA и IP

1-я цифра	2-я цифра	Уровень защиты
0	–	Нет защиты.
1	–	Защита от проникновения предметов размером 50 мм (2,0 дюйма). Невозможность засунуть руку в корпус.
2	–	Защита от проникновения предметов размером 12,5 мм (0,5 дюйма). Невозможность засунуть пальцы в корпус.
3	–	Защита от проникновения предметов размером 2,5 мм (0,1 дюйма). Невозможность засунуть инструменты в корпус.
4	–	Защита от проникновения предметов размером 1,0 мм (0,04 дюйма). Невозможность засунуть провода в корпус.
5	–	Защита от проникновения пыли (ограничение попадания).
6	–	Полная защита от проникновения пыли.
–	0	Нет защиты.
–	1	Защита от вертикально падающих капель воды.
–	2	Защита от капель воды, падающих под углом 15°.
–	3	Защита от воды, попадающей под углом 60°.
–	4	Защита от брызг воды.
–	5	Защита от струй воды.
–	6	Защита от мощных струй воды.
–	7	Защита от временного погружения.
–	8	Защита от постоянного погружения.

Таблица 3.3 Расшифровка кодов степеней защиты IP

## 4 Описание изделия

### 4.1 Преобразователи частоты VLT® большой мощности

Преобразователи частоты Danfoss VLT®, описанные в этом руководстве, доступны в напольном, настенном и шкафом исполнении. Все преобразователи частоты VLT® совместимы с любыми стандартными типами двигателей, могут быть настроены под работу с ними и оптимизированы по расходу энергии. Это позволяет избежать ограничений пакетных решений, где привод рассчитан на использование конкретного двигателя. Наши преобразователи частоты доступны в двух конфигурациях: 6- и 12-импульсной.

#### Преимущества 6-импульсных преобразователей частоты VLT®

- Выпускаются в различных типоразмерах с различными классами защиты.
- КПД 98 % снижает эксплуатационные расходы.
- Уникальная конструкция с тыльным каналом снижает необходимость в дополнительном оборудовании охлаждения, что дает экономию расходов на монтаж и уменьшает периодические расходы.
- Более низкое энергопотребление средствами охлаждения в помещении щитовой.
- Более низкая стоимость владения.
- Одинаковый интерфейс пользователя у всех преобразователей частоты Danfoss.
- Мастера первоначальной настройки, адаптированные под конкретные применения.
- Многоязычный интерфейс пользователя.

#### Преимущества 12-импульсных преобразователей частоты VLT®

Высокоэффективные 12-импульсные преобразователи частоты VLT® подавляют гармоники без добавления емкостных или индуктивных компонентов, которые часто требуют дополнительных расчетов во избежание резонанса. 12-импульсные преобразователи имеют тот же модульный дизайн, что и популярные 6-импульсные преобразователи частоты VLT®. Подробнее о методах подавления гармоник см. в *Руководстве по проектированию VLT® Advanced Harmonic Filter AHF 005/AHF 010*.

12-импульсные преобразователи частоты обеспечивают те же преимущества, что и 6-импульсные, а также:

- Отличаются надежностью и высокой стабильностью во всех сетевых и рабочих условиях.
- Идеально подходят для применений, где требуется напряжение ниже средневольтного или нужна изоляция от сети.
- Превосходная защита от переходных процессов на входе.

### 4.2 Типоразмер корпуса по номинальной мощности

кВт <sup>1)</sup>	л. с. <sup>1)</sup>	Корпуса в наличии	
		6-импульсный	12-импульсный
250	350	–	F8–F9
315	450	E1–E2	F8–F9
355	500	E1–E2	F8–F9
400	550	E1–E2	F8–F9
450	600	F1–F3	F10–F11
500	650	F1–F3	F10–F11
560	750	F1–F3	F10–F11
630	900	F1–F3	F10–F11
710	1000	F2–F4	F12–F13
800	1200	F2–F4	F12–F13

Таблица 4.1 Номинальная мощность корпусов, 380–500 В

1) Все значения номинальной мощности относятся к мощности при высокой перегрузке.

Выходная мощность измеряется при 400 В (кВт) и при 460 В (л. с.).

кВт <sup>1)</sup>	л. с. <sup>1)</sup>	Корпуса в наличии	
		6-импульсный	12-импульсный
355	400	E1–E2	F8–F9
400	400	E1–E2	F8–F9
500	500	E1–E2	F8–F9
560	600	E1–E2	F8–F9
630	650	F1–F3	F10–F11
710	750	F1–F3	F10–F11
800	950	F1–F3	F10–F11
900	1050	F2–F4	F12–F13
1000	1150	F2–F4	F12–F13
1200	1350	F2–F4	F12–F13

Таблица 4.2 Номинальная мощность корпусов, 525–690 В

1) Все значения номинальной мощности относятся к мощности при высокой перегрузке.

Выходная мощность измеряется при 690 В (кВт) и при 575 В (л. с.).

## 4.3 Обзор корпусов, 380–500 В

4

Размер корпуса	E1	E2
<b>Номинальная мощность<sup>1)</sup></b>		
Выходная мощность при 400 В (кВт)	315–400	315–400
Выходная мощность при 460 В (л. с.)	450–550	450–550
<b>Конфигурация входного питания</b>		
6-импульсный	S	S
12-импульсный	–	–
<b>Класс защиты</b>		
IP	IP21/54	IP00
Тип UL	Тип 1/12	Шасси
<b>Аппаратные опции<sup>2)</sup></b>		
Тыльный канал из нержавеющей стали	–	O
Экран сети питания	O	–
Обогреватель и термостат	–	–
Освещение шкафа с розеткой питания	–	–
Фильтр ВЧ-помех (класс А1)	O	O
Клеммы NAMUR	–	–
Устройство контроля сопротивления изоляции (IRM)	–	–
Датчик остаточного тока (RCM)	–	–
Тормозной прерыватель (IGBT)	O	O
Safe Torque Off	S	S
Клеммы режима рекуперации	O	O
Общие клеммы двигателя	–	–
Устройство аварийного останова с реле безопасности Pilz	–	–
Safe Torque Off с реле безопасности Pilz	–	–
Без LCP	–	–
Графическая LCP	S	S
Цифровая LCP	O	O
Предохранители	O	O
Клеммы цепи разделения нагрузки	O	O
Предохранители + клеммы разделения нагрузки	O	O
Расцепитель	O	O
Автоматические выключатели	–	–
Контакты	–	–
Ручные пускатели двигателей	–	–
Силовые клеммы на 30 А с защитой предохранителем	–	–
Источник питания 24 В пост. тока (SMPS, 5 А)	O	O
Внешнее устройство контроля температуры	–	–
<b>Размеры</b>		
Высота, мм (дюйм)	2000 (78,8)	1547 (60,9)
Ширина, мм (дюйм)	600 (23,6)	585 (23,0)
Глубина, мм (дюйм)	494 (19,4)	498 (19,5)
Масса, кг (фунт)	270–313 (595–690)	234–277 (516–611)

Таблица 4.3 Преобразователи частоты E1–E2, 380–500 В

1) Все значения номинальной мощности относятся к мощности при высокой перегрузке. Выходная мощность измеряется при 400 В (кВт) и при 460 В (л. с.).

2) Корпуса с клеммами разделения нагрузки или рекуперации имеют степень защиты IP00, остальные корпуса имеют степень защиты IP20.

3) S = стандартное исполнение, O = опция, прочерк означает, что опция недоступна.

Размер корпуса	F1	F2	F3	F4
<b>Номинальная мощность<sup>1)</sup></b>				
Выходная мощность при 400 В (кВт)	315–400	450–500	315–400	450–500
Выходная мощность при 460 В (л. с.)	450–550	600–650	450–550	600–650
<b>Конфигурация входного питания</b>				
6-импульсный	S	S	S	S
12-импульсный	–	–	–	–
<b>Класс защиты</b>				
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
Тип UL	Тип 1/12	Тип 1/12	Тип 1/12	Тип 1/12
<b>Аппаратные опции<sup>3)</sup></b>				
Тыльный канал из нержавеющей стали	O	O	O	O
Экран сети питания	–	–	–	–
Обогреватель и термостат	O	O	O	O
Освещение шкафа с розеткой питания	O	O	O	O
Фильтр ВЧ-помех (класс A1)	–	–	O	O
Клеммы NAMUR	O	O	O	O
Устройство контроля сопротивления изоляции (IRM)	–	–	O	O
Датчик остаточного тока (RCM)	–	–	O	O
Тормозной прерыватель (IGBT)	O	O	O	O
Safe Torque Off	S	S	S	S
Клеммы режима рекуперации	O	O	O	O
Общие клеммы двигателя	O	O	O	O
Устройство аварийного останова с реле безопасности Pilz	–	–	O	O
Safe Torque Off с реле безопасности Pilz	O	O	O	O
Без LCP	–	–	–	–
Графическая LCP	S	S	S	S
Цифровая LCP	–	–	–	–
Предохранители	O	O	O	O
Клеммы цепи разделения нагрузки	O	O	O	O
Предохранители + клеммы разделения нагрузки	O	O	O	O
Расцепитель	–	–	O	O
Автоматические выключатели	–	–	O	O
Контакты	–	–	O	O
Ручные пускатели двигателей	O	O	O	O
Силовые клеммы на 30 А с защитой предохранителем	O	O	O	O
Источник питания 24 В пост. тока (SMPS, 5 А)	O	O	O	O
Внешнее устройство контроля температуры	O	O	O	O
<b>Размеры</b>				
Высота, мм (дюйм)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)
Ширина, мм (дюйм)	1400 (55,1)	1800 (70,9)	2000 (78,7)	2400 (94,5)
Глубина, мм (дюйм)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)
Масса, кг (фунт)	1017 (2242,1)	1260 (2777,9)	1318 (2905,7)	1561 (3441,5)

**Таблица 4.4 Преобразователи частоты F1–F4, 380–500 В**

1) Все значения номинальной мощности относятся к мощности при высокой перегрузке. Выходная мощность измеряется при 400 В (кВт) и при 460 В (л. с.).

2) Корпуса с клеммами разделения нагрузки или рекуперации имеют степень защиты IP00, остальные корпуса имеют степень защиты IP20.

3) S = стандартное исполнение, O = опция, прочерк означает, что опция недоступна.

**4**

Размер корпуса	F8	F9	F10	F11	F12	F13
<b>Номинальная мощность<sup>1)</sup></b>						
Выходная мощность при 400 В (кВт)	90–132	160–250	450–630	450–630	710–800	710–800
Выходная мощность при 460 В (л. с.)	125–200	250–350	600–900	600–900	1000–1200	1000–1200
<b>Конфигурация входного питания</b>						
6-импульсный	–	–	–	–	–	–
12-импульсный	S	S	S	S	S	S
<b>Класс защиты</b>						
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
NEMA	Тип 1/12	Тип 1/12	Тип 1/12	Тип 1/12	Тип 1/12	Тип 1/12
<b>Аппаратные опции<sup>2)</sup></b>						
Тыльный канал из нержавеющей стали	–	–	–	–	–	–
Экран сети питания	–	–	–	–	–	–
Обогреватель и термостат	–	–	O	O	O	O
Освещение шкафа с розеткой питания	–	–	O	O	O	O
Фильтр ВЧ-помех (класс A1)	–	O	–	–	O	O
Клеммы NAMUR	O	O	O	O	O	O
Устройство контроля сопротивления изоляции (IRM)	–	O	–	–	O	O
Датчик остаточного тока (RCM)	–	O	–	–	O	O
Тормозной прерыватель (IGBT)	O	O	O	O	O	O
Safe Torque Off	S	S	S	S	S	S
Клеммы режима рекуперации	–	–	–	–	–	–
Общие клеммы двигателя	–	–	O	O	O	O
Устройство аварийного останова с реле безопасности Pilz	–	–	–	–	–	–
Safe Torque Off с реле безопасности Pilz	O	O	O	O	O	O
Без LCP	–	–	–	–	–	–
Графическая LCP	S	S	S	S	S	S
Цифровая LCP	–	–	–	–	–	–
Предохранители	O	O	O	O	O	O
Клеммы цепи разделения нагрузки	–	–	–	–	–	–
Предохранители + клеммы разделения нагрузки	–	–	–	–	–	–
Расцепитель	–	O	O	O	O	O
Автоматические выключатели	–	–	–	–	–	–
Контакты	–	–	–	–	–	–
Ручные пускатели двигателей	–	–	O	O	O	O
Силовые клеммы на 30 А с защитой предохранителем	–	–	O	O	O	O

Размер корпуса	F8	F9	F10	F11	F12	F13
Источник питания 24 В пост. тока (SMPS, 5 А)	О	О	О	О	О	О
Внешнее устройство контроля температуры	-	-	О	О	О	О
<b>Размеры</b>						
Высота, мм (дюйм)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)
Ширина, мм (дюйм)	800 (31,5)	1400 (55,2)	1600 (63,0)	2400 (94,5)	2000 (78,7)	2800 (110,2)
Глубина, мм (дюйм)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)
Масса, кг (фунт)	447 (985,5)	669 (1474,9)	893 (1968,8)	1116 (2460,4)	1037 (2286,4)	1259 (2775,7)

**Таблица 4.5 Преобразователи частоты F8–F13, 380–500 В**

1) Все значения номинальной мощности относятся к мощности при высокой перегрузке. Выходная мощность измеряется при 400 В (кВт) и при 460 В (л. с.).

2) S = стандартное исполнение, O = опция, прочерк означает, что опция недоступна.

#### 4.4 Обзор корпусов, 525–690 В

Размер корпуса	E1	E2
<b>Номинальная мощность<sup>1)</sup></b>		
Выходная мощность при 690 В (кВт)	355–560	355–560
Выходная мощность при 575 В (л. с.)	400–600	400–600
<b>Конфигурация входного питания</b>		
6-импульсный	S	S
12-импульсный	-	-
<b>Класс защиты</b>		
IP	IP21/54	IP00
Тип UL	Тип 1/12	Шасси
<b>Аппаратные опции<sup>3)</sup></b>		
Тыльный канал из нержавеющей стали	-	О
Экран сети питания	О	-
Обогреватель и термостат	-	-
Освещение шкафа с розеткой питания	-	-
Фильтр ВЧ-помех (класс А1)	О	О
Клеммы NAMUR	-	-
Устройство контроля сопротивления изоляции (IRM)	-	-
Датчик остаточного тока (RCM)	-	-
Тормозной прерыватель (IGBT)	О	О
Safe Torque Off	S	S
Клеммы режима рекуперации	О	О
Общие клеммы двигателя	-	-
Устройство аварийного останова с реле безопасности Pilz	-	-
Safe Torque Off с реле безопасности Pilz	-	-
Без LCP	-	-
Графическая LCP	S	S
Цифровая LCP	О	О
Предохранители	О	О
Клеммы цепи разделения нагрузки	О	О
Предохранители + клеммы разделения нагрузки	О	О
Расцепитель	О	О
Автоматические выключатели	-	-
Контакты	-	-
Ручные пускатели двигателей	-	-
Силовые клеммы на 30 А с защитой предохранителем	-	-

Размер корпуса	E1	E2
Источник питания 24 В пост. тока (SMPS, 5 А)	О	О
Внешнее устройство контроля температуры	–	–
<b>Размеры</b>		
Высота, мм (дюйм)	2000 (78,8)	1547 (60,9)
Ширина, мм (дюйм)	600 (23,6)	585 (23,0)
Глубина, мм (дюйм)	494 (19,4)	498 (19,5)
Масса, кг (фунт)	263–313 (580–690)	221–277 (487–611)

4

Таблица 4.6 Преобразователи частоты E1–E2, 525–690 В

- 1) Все значения номинальной мощности относятся к мощности при высокой перегрузке. Выходная мощность измеряется при 690 В (кВт) и при 575 В (л. с.).
- 2) Корпуса с клеммами разделения нагрузки или рекуперации имеют степень защиты IP00, остальные корпуса имеют степень защиты IP20.
- 3) S = стандартное исполнение, O = опция, прочерк означает, что опция недоступна.



Размер корпуса	F1	F2	F3	F4
<b>Номинальная мощность<sup>1)</sup></b>				
Выходная мощность при 690 В (кВт)	630–800	900–1200	630–800	900–1200
Выходная мощность при 575 В (л. с.)	650–950	1050–1350	650–950	1050–1350
<b>Конфигурация входного питания</b>				
6-импульсный	S	S	S	S
12-импульсный	–	–	–	–
<b>Класс защиты</b>				
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
Тип UL	Тип 1/12	Тип 1/12	Тип 1/12	Тип 1/12
<b>Аппаратные опции<sup>3)</sup></b>				
Тыльный канал из нержавеющей стали	O	O	O	O
Экран сети питания	–	–	–	–
Обогреватель и термостат	O	O	O	O
Освещение шкафа с розеткой питания	O	O	O	O
Фильтр ВЧ-помех (класс А1)	–	–	O	O
Клеммы NAMUR	O	O	O	O
Устройство контроля сопротивления изоляции (IRM)	–	–	O	O
Датчик остаточного тока (RCM)	–	–	O	O
Тормозной прерыватель (IGBT)	O	O	O	O
Safe Torque Off	S	S	S	S
Клеммы режима рекуперации	O	O	O	O
Общие клеммы двигателя	O	O	O	O
Устройство аварийного останова с реле безопасности Pils	–	–	O	O
Safe Torque Off с реле безопасности Pils	O	O	O	O
Без LCP	–	–	–	–
Графическая LCP	S	S	S	S
Цифровая LCP	–	–	–	–
Предохранители	O	O	O	O
Клеммы цепи разделения нагрузки	O	O	O	O
Предохранители + клеммы разделения нагрузки	O	O	O	O
Расцепитель	–	–	O	O
Автоматические выключатели	–	–	O	O
Контакты	–	–	O	O
Ручные пускатели двигателей	O	O	O	O
Силовые клеммы на 30 А с защитой предохранителем	O	O	O	O
Источник питания 24 В пост. тока (SMPS, 5 А)	O	O	O	O
Внешнее устройство контроля температуры	O	O	O	O
<b>Размеры</b>				
Высота, мм (дюйм)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)
Ширина, мм (дюйм)	1400 (55,1)	1800 (70,9)	2000 (78,7)	2400 (94,5)
Глубина, мм (дюйм)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)
Масса, кг (фунт)	1017 (2242,1)	1260 (2777,9)	1318 (2905,7)	1561 (3441,5)

Таблица 4.7 Преобразователи частоты F1–F4, 525–690 В

1) Все значения номинальной мощности относятся к мощности при высокой перегрузке. Выходная мощность измеряется при 690 В (кВт) и при 575 В (л. с.).

2) Корпуса с клеммами разделения нагрузки или рекуперации имеют степень защиты IP00, остальные корпуса имеют степень защиты IP20.

3) S = стандартное исполнение, O = опция, прочерк означает, что опция недоступна.

**4**

Размер корпуса	F8	F9	F10	F11	F12	F13
<b>Номинальная мощность<sup>1)</sup></b>						
Выходная мощность при 690 В (кВт)	355–560	355–560	630–800	630–800	900–1200	900–1200
Выходная мощность при 575 В (л. с.)	400–600	400–600	650–950	650–950	1050–1350	1050–1350
<b>Конфигурация входного питания</b>						
6-импульсный	–	–	–	–	–	–
12-импульсный	S	S	S	S	S	S
<b>Класс защиты</b>						
IP	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
NEMA	Тип 1/12	Тип 1/12	Тип 1/12	Тип 1/12	Тип 1/12	Тип 1/12
<b>Аппаратные опции<sup>2)</sup></b>						
Тыльный канал из нержавеющей стали	–	–	–	–	–	–
Экран сети питания	–	–	–	–	–	–
Обогреватель и термостат	–	–	O	O	O	O
Освещение шкафа с розеткой питания	–	–	O	O	O	O
Фильтр ВЧ-помех (класс A1)	–	O	–	–	O	O
Клеммы NAMUR	O	O	O	O	O	O
Устройство контроля сопротивления изоляции (IRM)	–	O	–	–	O	O
Датчик остаточного тока (RCM)	–	O	–	–	O	O
Тормозной прерыватель (IGBT)	O	O	O	O	O	O
Safe Torque Off	S	S	S	S	S	S
Клеммы режима рекуперации	–	–	–	–	–	–
Общие клеммы двигателя	–	–	O	O	O	O
Устройство аварийного останова с реле безопасности Pilz	–	–	–	–	–	–
Safe Torque Off с реле безопасности Pilz	O	O	O	O	O	O
Без LCP	–	–	–	–	–	–
Графическая LCP	S	S	S	S	S	S
Цифровая LCP	–	–	–	–	–	–
Предохранители	O	O	O	O	O	O
Клеммы цепи разделения нагрузки	–	–	–	–	–	–
Предохранители + клеммы разделения нагрузки	–	–	–	–	–	–
Расцепитель	–	O	O	O	O	O
Автоматические выключатели	–	–	–	–	–	–
Контакты	–	–	–	–	–	–
Ручные пускатели двигателей	–	–	O	O	O	O
Силовые клеммы на 30 А с защитой предохранителем	–	–	O	O	O	O

Размер корпуса	F8	F9	F10	F11	F12	F13
Источник питания 24 В пост. тока (SMPS, 5 А)	О	О	О	О	О	О
Внешнее устройство контроля температуры	-	-	О	О	О	О
<b>Размеры</b>						
Высота, мм (дюйм)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)	2204 (86,8)
Ширина, мм (дюйм)	800 (31,5)	1400 (55,1)	1600 (63,0)	2400 (94,5)	2000 (78,7)	2800 (110,2)
Глубина, мм (дюйм)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)	606 (23,9)
Масса, кг (фунт)	447 (985,5)	669 (1474,9)	893 (1968,8)	1116 (2460,4)	1037 (2286,4)	1259 (2775,7)

**Таблица 4.8 Преобразователи частоты F8–F13, 525–690 В**

1) Все значения номинальной мощности относятся к мощности при высокой перегрузке. Выходная мощность измеряется при 690 В (кВт) и при 575 В (л. с.).

2) S = стандартное исполнение, O = опция, прочерк означает, что опция недоступна.

#### 4.5 Наличие комплектов

Описание комплекта <sup>1)</sup>	E1	E2	F1	F2	F3	F4	F8	F9	F10	F11	F12	F13
USB-порт в двери	О	-	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
LCP, цифровая	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
LCP, графическая <sup>2)</sup>	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
Кабель LCP, 3 м (9 футов)	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
Монтажный комплект для цифровой LCP (LCP, крепеж, прокладка и кабель)	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
Монтажный комплект для графической LCP (LCP, крепеж, прокладка и кабель)	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
Монтажный комплект для всех LCP (крепеж, прокладка и кабель)	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
Верхний ввод для кабелей двигателя	-	-	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
Верхний ввод для кабелей сети питания	-	-	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
Верхний ввод для кабелей сети питания с расцепителем	-	-	-	-	О	О	-	-	-	-	-	-
Верхний ввод для кабелей периферийной шины	-	О	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Общие клеммы двигателя	-	-	О	О	О	О	-	-	-	-	-	-
Корпус NEMA 3R	-	О	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Подставка	О	О	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Панель дополнительных входов	О	О	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Переоборудование IP20	-	О	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Охлаждение (только) выход сверху	-	О	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Охлаждение через тыльный канал (вход сзади/ выход сзади)	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О	О
Охлаждение через тыльный канал (вход снизу/ выход сверху)	-	О	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Таблица 4.9 Комплекты, доступные для корпусов E1–E2, F1–F4 и F8–F13**

1) S = стандартное исполнение, O = опция, прочерк означает, что комплект недоступен для данного корпуса. Описания комплектов и каталожные номера см. в глава 13.2 Номера для заказа дополнительных устройств/комплектов.

2) Графическая LCP поставляется в стандартной комплектации корпусов E1–E2, F1–F4 и F8–F13. Если требуется более одной графической LCP, комплект доступен для покупки.

## 5 Особенности изделия

### 5.1 Автоматические рабочие функции

Автоматические рабочие функции активны после включения преобразователя частоты. Большинство из них не требуют программирования или настройки. В преобразователе частоты имеется ряд встроенных защитных функций, которые защищают сам преобразователь и приводимый им двигатель.

Более подробное описание любых требуемых настроек, в частности параметров двигателя, см. в *руководстве по программированию*.

#### 5.1.1 Защита от короткого замыкания

##### Двигатель (межфазное)

Преобразователь частоты имеет защиту от короткого замыкания на стороне двигателя, основанную на измерении тока в каждой из трех фаз двигателя. Короткое замыкание между двумя выходными фазами приводит к перегрузке инвертора по току. Инвертор отключается, когда ток короткого замыкания превышает допустимое значение (*Alarm 16, Trip Lock (аварийный сигнал 16, Блокировка отключения)*).

##### Сторона сети

Правильно работающий преобразователь частоты ограничивает ток, потребляемый им из источника питания. Тем не менее, для защиты на случай поломки компонента внутри преобразователя частоты (неисправность первой категории) рекомендуется использовать предохранители и/или автоматические выключатели на стороне сети питания. Использование предохранителей на стороне сети питания обязательно для соответствия требованиям UL.

### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

Для обеспечения соответствия IEC 60364 (CE) и NEC 2009 (UL) обязательно требуется использовать предохранители и/или автоматические выключатели.

##### Тормозной резистор

Преобразователь частоты защищен от короткого замыкания в тормозном резисторе.

##### Разделение нагрузки

Для защиты шины постоянного тока от коротких замыканий, а преобразователей частоты — от перегрузки, установите предохранители постоянного тока последовательно на клеммах разделения нагрузки всех подключенных блоков.

### 5.1.2 Защита от превышения напряжения

#### Превышение напряжения, создаваемое двигателем

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

- Нагрузка раскручивает двигатель при постоянной выходной частоте преобразователя частоты, то есть нагрузка генерирует энергию.
- В процессе замедления при большом моменте инерции, низком трении и слишком малом времени для замедления энергия не успевает рассеяться в виде потерь в системе преобразователя частоты.
- Неверная настройка компенсации скольжения приводит 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. Чтобы предотвратить это, значение *параметр 4-19 Max Output Frequency* автоматически ограничивается исходя из результатов внутреннего расчета, основанного на значениях *параметр 1-40 Back EMF at 1000 RPM*, *параметр 1-25 Motor Nominal Speed* и *параметр 1-39 Motor Poles*.

### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

Во избежание разгона двигателя до слишком больших скоростей (например, вследствие чрезмерного самовращения) необходимо оснастить преобразователь частоты тормозным резистором.

Контроль перенапряжения может осуществляться с помощью функции торможения (*параметр 2-10 Brake Function*) и/или с помощью функции контроля перенапряжения (*параметр 2-17 Over-voltage Control*).

#### Функции торможения

Для рассеяния избыточной энергии торможения следует подключить тормозной резистор. Подключение тормозного резистора позволяет работать при большем напряжении в цепи постоянного тока в процессе торможения.

Для улучшения торможения без использования тормозных резисторов может быть выбран режим торможения переменным током. Эта функция

управляет перемагничиванием двигателя при работе в режиме генератора. Повышение электропотерь в двигателе позволяет функции контроля перенапряжения (OVC) повысить крутящий момент торможения без превышения предела напряжения.

### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

Режим торможения переменным током не так эффективен, как динамическое торможение с помощью резистора.

#### **Контроль перенапряжения (OVC)**

Режим контроля перенапряжения (OVC) уменьшает опасность отключения преобразователя частоты при перенапряжении в цепи постоянного тока путем автоматического увеличения времени замедления.

### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

Режим контроля перенапряжения можно активировать для двигателей с постоянными магнитами и общим механизмом управления, а также для режимов VVC<sup>+</sup> и регулирования магнитного потока в разомкнутом или замкнутом контуре (Flux OL и Flux CL).

### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

При применении с подъемными механизмами включать контроль перенапряжения не нужно.

#### 5.1.3 Обнаружение обрыва фазы двигателя

Функция обнаружения обрыва фазы двигателя (параметр 4-58 Функция при обрыве фазы двигателя) включена по умолчанию, чтобы предотвратить повреждение двигателя в случае обрыва фазы двигателя. Настройка по умолчанию — 1 000 мс, но ее можно изменить, чтобы ускорить обнаружение.

#### 5.1.4 Обнаружение асимметрии напряжения питания

Работа при значительной асимметрии сети питания снижает срок службы двигателя и преобразователя частоты. Если двигатель постоянно работает при нагрузке, близкой к номинальной, условия работы считаются жесткими. По умолчанию, в случае асимметрии напряжения питания происходит отключение преобразователя частоты (параметр 14-12 Функция при асимметрии сети).

#### 5.1.5 Коммутация на выходе

Добавление переключателя на выходе между двигателем и преобразователем частоты разрешено, однако могут появляться сообщения о неисправности.

Danfoss не рекомендует использовать эту функцию для преобразователей частоты 525–690 В, подключенных к сети IT.

#### 5.1.6 Защита от перегрузки

##### **Предел момента**

Функция предела крутящего момента защищает двигатель от перегрузки независимо от скорости вращения. Предельный крутящий момент устанавливается в параметрах *параметр 4-16 Двигательн.режим с огранич. момента* и *параметр 4-17 Генераторн.режим с огранич.момента*. Время до отключения при появлении предупреждения о превышении предела крутящего момента устанавливается в *параметр 14-25 Задержка отключ.при пред. моменте*.

##### **Предел по току**

Предельный ток устанавливается в *параметр 4-18 Предел по току*, а время до отключения преобразователя частоты устанавливается в *параметр 14-24 Задрж. откл. при прд. токе*.

##### **Предел скорости**

Нижний предел скорости, *Параметр 4-11 Нижн.предел скор.двигателя[об/мин]* или *параметр 4-12 Нижний предел скорости двигателя [Гц]*, позволяет ограничить минимальную рабочую скорость диапазона скоростей преобразователя частоты. Верхний предел скорости, *Параметр 4-13 Верхн.предел скор.двигателя [об/мин]* или *параметр 4-19 Макс. выходная частота*, позволяет ограничить максимальную выходную скорость, выдаваемую преобразователем частоты.

##### **Электронное тепловое реле (ЭТР)**

ЭТР — это электронная функция, которая на основе внутренних измерений имитирует биметаллическое реле. Характеристика представлена на *Рисунок 5.1*.

##### **Предел напряжения**

При достижении аппаратно заданного уровня напряжения инвертор отключается для защиты транзисторов и конденсаторов цепи постоянного тока.

##### **Перегрев**

Преобразователь частоты содержит встроенные датчики температуры и немедленно реагирует на критические значения в соответствии с аппаратно закодированными пределами.

#### 5.1.7 Защита от блокировки ротора

Возможны ситуации, когда ротор блокируется вследствие чрезмерной нагрузки или по другим причинам. Заблокированный ротор не способен обеспечить достаточное охлаждение, в результате чего может произойти перегрев обмоток двигателя. Преобразователь частоты способен обнаружить

ситуацию блокировки ротора с помощью контроля магнитного потока в разомкнутом контуре и функции VVC<sup>+</sup> для двигателей с постоянными магнитами (*параметр 30-22 Защита от блокир. ротора*).

### 5.1.8 Автоматическое снижение номинальных характеристик

Преобразователь частоты непрерывно проверяет следующие критические уровни:

- Высокую температуру на плате управления или радиаторе.
- Высокую нагрузку на двигатель.
- Повышенное напряжение в цепи постоянного тока.
- Нижний предел скорости.

При обнаружении критического уровня преобразователь частоты корректирует частоту коммутации. При высоких внутренних температурах и низкой скорости двигателя преобразователи частоты также могут принудительно переключить метод коммутации с PWM на SFAVM.

#### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

Автоматическое снижение номинальных характеристик происходит иначе, когда для параметра *параметр 14-55 Выходной фильтр* указано значение [2] *Синус.фильтр, фикс*.

### 5.1.9 Автоматическая оптимизация энергопотребления

В режиме автоматической оптимизации энергопотребления (АОЭ) преобразователь частоты непрерывно отслеживает нагрузку на двигатель и регулирует выходное напряжение для достижения максимальной эффективности. При небольшой нагрузке напряжение понижается и ток двигателя становится минимальным. Для двигателя преимущества состоят в следующем:

- Увеличение КПД.
- Снижение нагрева.
- Более тихая работа.

Выбирать кривую В/Гц не требуется, так как преобразователь частоты автоматически регулирует напряжение двигателя.

### 5.1.10 Автоматическая модуляция частоты коммутации

Преобразователь частоты генерирует короткие электрические импульсы и определяет форму переменного тока. Скорость, с которой проходят эти

импульсы, называется частотой коммутации. Низкая частота коммутации (малая периодичность импульсов) вызывает шум в двигателе, поэтому предпочтительно использование более высокой частоты коммутации. Однако высокая частота коммутации приводит к нагреву преобразователя частоты, который может ограничить ток, подаваемый на двигатель.

Автоматическая модуляция частоты коммутации автоматически регулирует эти характеристики, обеспечивая максимально возможную частоту коммутации без перегрева преобразователя частоты. Благодаря регулируемой высокой частоте коммутации шум от работы двигателя при низких скоростях уменьшается (в этих режимах уменьшение слышимого шума наиболее важно), в то же время при необходимости на двигатель выдается полная выходная мощность.

### 5.1.11 Снижение номинальных характеристик при высокой частоте коммутации

Преобразователь частоты рассчитан на непрерывную работу при полной нагрузке с частотами коммутации от 1,5 до 2 кГц для 380–500 В и от 1 до 1,5 кГц для 525–690 В. Диапазон частот зависит от типоразмера по мощности и напряжению. Частота коммутации, превышающая максимально допустимые значения этого диапазона, приводит к повышенному теплообразованию в преобразователе частоты и требует понижения выходного тока.

В преобразователе частоты реализована автоматическая функция управления частотой коммутации в зависимости от нагрузки. Эта функция обеспечивает преимущество подачи на двигатель настолько высокой частоты коммутации, насколько это допускается нагрузкой.

### 5.1.12 Характеристики при колебаниях мощности

Преобразователь частоты выдерживает перепады в сети, такие как:

- переходные процессы;
- моментальные отключения;
- кратковременные падения напряжения;
- броски напряжения.

Преобразователь частоты автоматически компенсирует отклонения входных напряжений на  $\pm 10\%$  от номинала, обеспечивая полную номинальную мощность и крутящий момент двигателя. Если выбран автоматический перезапуск, после временной потери напряжения преобразователь частоты автоматически

включается. При подхвате вращающегося двигателя преобразователь частоты синхронизируется с вращением двигателя перед включением.

### 5.1.13 Подавление резонанса

Функция подавления резонанса устраняет высокочастотный шум, возникающий вследствие резонанса в двигателе. Доступны автоматическое подавление и подавление выбранной вручную частоты.

### 5.1.14 Вентиляторы с управлением по температуре

Датчики в преобразователе частоты контролируют работу внутренних вентиляторов охлаждения. При работе с низкой нагрузкой, в режиме ожидания или резерва охлаждающие вентиляторы часто не вращаются. Датчики уменьшают шум, повышают эффективность и продлевают срок службы вентилятора.

### 5.1.15 Соответствие требованиям ЭМС

Электромагнитные помехи (ЭМП) или радиочастотные помехи (ВЧ-помехи) могут повлиять на работу электрических цепей вследствие электромагнитной индукции или электромагнитного излучения из внешнего источника. Преобразователь частоты рассчитан на выполнение требований стандарта ЭМС для двигателей IEC 61800-3, а также требований европейского стандарта EN 55011. Чтобы обеспечить соответствие требованиям к защите от излучений стандарта EN 55011, кабели двигателя должны быть экранированы и надлежащим образом заделаны. Подробнее о характеристиках ЭМС см. *глава 10.15.1 Результаты испытаний ЭМС.*

### 5.1.16 Гальваническая развязка клемм управления

Все клеммы управления и выходных реле гальванически изолированы от сетевого питания, что позволяет полностью защитить цепи контроллера от входного тока. Для клемм выходных реле требуется отдельное заземление. Такая изоляция соответствует жестким требованиям PELV (защитное сверхнизкое напряжение) к изоляции.

**Гальваническая развязка обеспечивается следующими компонентами:**

- Источник питания, включая развязку сигналов.
- Драйверы IGBT, запускающие трансформаторы и оптопары.
- Датчики выходного тока на эффекте Холла.

## 5.2 Функции для пользовательских применений

Для улучшения характеристик системы в преобразователе частоты программируются функции для наиболее часто используемых применений. Они требуют лишь минимального программирования или настройки. Подробные инструкции по включению этих функций см. в *руководстве по программированию.*

### 5.2.1 Автоматическая адаптация двигателя

Автоматическая адаптация двигателя (ААД) представляет собой автоматическую процедуру, в ходе которой измеряются электрические характеристики двигателя. В ходе ААД строится точная модель электронных процессов в двигателе, что позволяет преобразователю частоты рассчитать оптимальную производительность и КПД. Выполнение процедуры ААД также максимизирует эффект функции автоматической оптимизации энергии (АОЭ) в преобразователе частоты. ААД выполняется без вращения двигателя и без отсоединения двигателя от нагрузки.

### 5.2.2 Встроенный ПИД-регулятор

Встроенный пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор устраняет необходимость использования вспомогательных управляющих устройств. ПИД-регуляторы осуществляют непрерывное управление системами с обратной связью, в которых требуется выдерживать требования к давлению, расходу, температуре или другим параметрам.

Преобразователь частоты может использовать 2 сигнала обратной связи от двух разных устройств, что позволяет регулировать систему с различными требованиями по обратной связи. Чтобы оптимизировать производительность системы, преобразователь частоты принимает решения по управлению на основе сравнения этих двух сигналов.

### 5.2.3 Тепловая защита двигателя

Тепловая защита двигателя может быть обеспечена тремя способами.

- Непосредственное измерение температуры с помощью:

- датчика РТС или КТУ на обмотках двигателя, подключенного к аналоговому или цифровому входу.
  - РТ100 или РТ1000 в обмотках двигателя и подшипниках двигателя, подключенного к плате VLT® Sensor Input MCB 114.
  - входа от термистора РТС на плате термисторов VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 (соответствует требованиям АТЕХ).
- С помощью механического термовыключателя (типа Klixon) на цифровом входе.
  - Посредством встроенного электронного теплового реле (ЭТР).

ЭТР вычисляет температуру двигателя с помощью измерения тока, частоты и времени работы. Преобразователь частоты отображает тепловую нагрузку на двигатель в процентах и может выдавать предупреждение при достижении заданной программно величины перегрузки. Программируемые варианты действий при перегрузке позволяют преобразователю частоты останавливать двигатель, уменьшать выходную мощность или не реагировать на это состояние. Даже при низких скоростях преобразователь частоты соответствует требованиям класса 20 стандарта по перегрузке электродвигателей I2t.

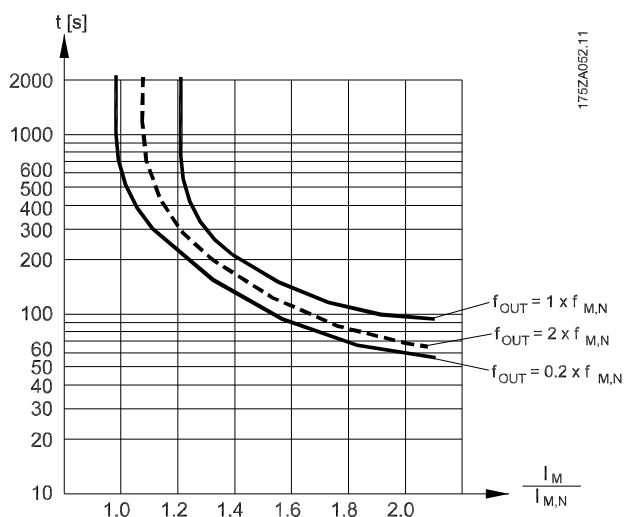


Рисунок 5.1 Характеристики ЭТР

По оси X показано соотношение между  $I_{\text{двиг.}}$  и номинальным значением  $I_{\text{двиг.}}$ . По оси Y показано время в секундах перед срабатыванием ЭТР, отключающим преобразователь частоты. На кривых показана характерная номинальная скорость: вдвое больше номинальной скорости и 0,2 от номинальной скорости.

При низкой скорости функция ЭТР срабатывает при более низкой температуре в связи с меньшим охлаждением двигателя. Таким образом, двигатель защищен от перегрева даже на малой скорости. Функция ЭТР вычисляет температуру двигателя на основе фактического тока и скорости. Вычисленная температура отображается как параметр для чтения в *параметр 16-18 Тепловая нагрузка двигателя*. Для двигателей Ex-e, используемых в зонах АТЕХ, имеется специальная версия ЭТР. Эта функция позволяет задать определенную кривую для защиты двигателя Ex-e. Инструкции по настройке см. в *руководстве по программированию*.

## 5.2.4 Тепловая защита для двигателей Ex-e

Для работы с двигателями Ex-e в соответствии с EN-60079-7 преобразователь частоты оснащен функцией отслеживания температуры во взрывоопасных средах с помощью электронного теплового реле (ATEX ETR). При наличии сертифицированного по АТЕХ устройства контроля температуры РТС, такого как плата VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 или внешнее устройство, установка не требует отдельного разрешения уполномоченной организации.

Функция отслеживания температуры во взрывоопасных средах с помощью электронного теплового реле позволяет использовать двигатели Ex-e вместо более дорогих, более крупных и тяжелых двигателей Ex-d. Эта функция гарантирует, что преобразователь частоты будет ограничивать ток двигателя и не допустит перегрева.

### Требования, касающиеся двигателей Ex-e

- Убедитесь, что двигатель Ex-e сертифицирован для работы с преобразователями частоты во взрывоопасных зонах (зона АТЕХ 1/21, зона АТЕХ 2/22). Двигатель должен быть сертифицирован для конкретной взрывоопасной зоны.
- Установите двигатель Ex-e в зоне 1/21 или 2/22 в соответствии с сертификацией двигателя.

## УВЕДОМЛЕНИЕ

Установите преобразователь частоты за пределами опасной зоны.

- Убедитесь, что двигатель Ex-e оснащен сертифицированным по АТЕХ устройством защиты двигателя от перегрузки. Это устройство контролирует температуру в обмотках двигателя. При наличии критического уровня температуры или в случае



неисправности устройство отключает двигатель.

- Плата термистора VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 обеспечивает контроль над температурой двигателя в соответствии с требованиями ATEX. Преобразователь частоты должен обязательно быть оснащен 3–6 термисторами PTC, подключенными последовательно в соответствии с DIN 44081 или 44082.
- Также может использоваться внешнее защитное устройство PTC с сертификатом ATEX.
- При наличии следующих условий необходим синусоидный фильтр:
  - Длинные кабели (пики напряжения) или повышенное сетевое напряжение приводят к возникновению напряжений, превышающих максимально допустимое на клеммах двигателя.
  - Минимальная частота коммутации преобразователя частоты не соответствует требованию, установленному производителем двигателя. Минимальная частота коммутации преобразователя частоты отображается как значение по умолчанию в параметр 14-01 Частота коммутации.

**Совместимость двигателя и преобразователя частоты**

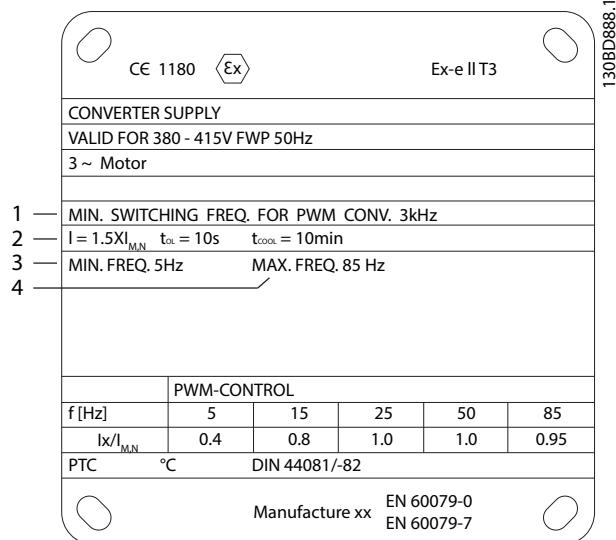
Для двигателей, сертифицированных в соответствии с EN-60079-7, изготовителем двигателя предоставляется список данных, включающих ограничения и правила, в виде технического описания или паспортной таблички двигателя. При планировании, монтаже, вводе в эксплуатацию, эксплуатации и обслуживании необходимо соблюдать ограничения и правила, установленные производителем в отношении следующих характеристик:

- Минимальная частота коммутации.
- Максимальный ток.
- Минимальная частота двигателя.
- Максимальная частота двигателя.

На Рисунок 5.2 показан пример требований на паспортной табличке двигателя.

Для случаев согласования преобразователя частоты и двигателя Danfoss задает следующие дополнительные требования для обеспечения достаточной тепловой защиты двигателя:

- Запрещается превышать максимально допустимое соотношение между типоразмерами преобразователя частоты и двигателя. Типичное значение составляет  $I_{VLT, n} \leq 2 \times I_{m, n}$
- Учитывайте все перепады напряжения между преобразователем частоты и двигателем. Если двигатель работает при более низком напряжении, чем указано в характеристиках U/f, ток может увеличиваться, вызывая срабатывание аварийной сигнализации.



1	Минимальная частота коммутации
2	Максимальный ток
3	Минимальная частота двигателя
4	Максимальная частота двигателя

Рисунок 5.2 Паспортная табличка двигателя с обозначением требований к преобразователю частоты

Для получения дополнительной информации см. пример применения в глава 12 Примеры применения.

**5.2.5 Пропадание напряжения**

При отключении напряжения сети преобразователь частоты продолжает работать, пока напряжение в 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. Продолжительность работы преобразователя частоты при выбеге определяется напряжением сети перед пропаданием питания и нагрузкой двигателя.

Преобразователь частоты можно настроить (*параметр 14-10 Отказ питания*) на разные виды действий при пропадании сетевого питания:

- Отключение с блокировкой после потери питания в цепи постоянного тока.
- Выбег с подхватом вращающегося двигателя при появлении напряжения (*параметр 1-73 Запуск с хода*).
- Кинетический резерв.
- Управляемое замедление.

#### Подхват вращающегося двигателя

Этот параметр позволяет «подхватить» двигатель, который свободно вращается вследствие пропадания напряжения. Этот параметр полезен для центрифуг и вентиляторов.

#### Кинетический резерв

Этот параметр обеспечивает непрерывную работу преобразователя частоты, пока в системе имеется энергия. В случае короткой потери питания от сети работа возобновляется после восстановления сетевого питания, при этом система не останавливается и контроль не теряется ни на один момент. Можно установить один из нескольких режимов кинетического резерва.

Поведение преобразователя частоты при пропадании напряжения в сети настраивается в параметрах *параметр 14-10 Отказ питания* и *параметр 1-73 Запуск с хода*.

### 5.2.6 Автоматический перезапуск

Преобразователь частоты можно запрограммировать на автоматический перезапуск двигателя после незначительных отключений, например при моментальной потере питания или колебаниях питания. Эта функция позволяет устранить потребность в ручном сбросе и улучшает возможности автоматизированной эксплуатации для удаленно управляемых систем. Число попыток автоматического перезапуска, а также время между попытками может быть ограничено.

### 5.2.7 Полный крутящий момент при пониженной скорости

Преобразователь частоты работает по настраиваемой кривой В/Гц, обеспечивая полный крутящий момент от двигателя даже при уменьшенных скоростях вращения. Полный выдаваемый крутящий момент может совпадать с максимальной проектной рабочей скоростью двигателя. Этот преобразователь частоты отличается от преобразователей частоты с переменным или постоянным крутящим моментом. Преобразователи с переменным крутящим моментом обеспечивают пониженный крутящий момент на валу двигателя при низких скоростях. Преобразователи с постоянным

крутящим моментом выделяют избыточное напряжение и тепло, а также генерируют дополнительный шум двигателя при скоростях меньших, чем полная.

### 5.2.8 Пропуск частоты

В некоторых применениях отдельные скорости работы системы могут вызывать механический резонанс. Механический резонанс может вызывать чрезмерный шум, а также приводить к повреждению механических элементов системы. У преобразователя частоты имеется 4 программируемых диапазона избегаемых частот. Благодаря этим диапазонам двигатель может быстро пропускать такие скорости без возникновения резонанса в системе.

### 5.2.9 Предпусковой нагрев двигателя

Для предварительного прогрева двигателя при пуске в холодной или влажной среде можно использовать непрерывную дозированную подачу небольшого постоянного тока в двигатель, чтобы предотвратить конденсацию и холодный пуск. Благодаря этой функции может быть устранена необходимость использования обогревателя помещения.

### 5.2.10 Программируемые наборы параметров

Преобразователь частоты имеет четыре набора параметров, которые могут быть запрограммированы независимо друг от друга. При использовании нескольких наборов параметров можно переключаться между независимо программируемыми функциями, активируемыми по цифровым входам или команде через последовательный интерфейс. Независимые настройки используются, например, для переключения наборов параметров, для режимов работы днем и ночью, летом и зимой или для управления несколькими двигателями. Активный набор параметров отображается на LCP.

Данные набора параметров могут копироваться из преобразователя частоты в преобразователь частоты посредством загрузки со съемной LCP.

### 5.2.11 Интеллектуальное логическое управление (SLC)

Интеллектуальное логическое управление (SLC) представляет собой заданную пользователем последовательность действий (см. *параметр 13-52 Действие контроллера SL [x]*), которая выполняется интеллектуальным логическим контроллером (SLC), когда соответствующее заданное

пользователем событие (см. *параметр 13-51 Событие контроллера SL [x]*) оценивается SLC как TRUE (Истина). Условием для события может быть определенное состояние, при котором выход из логики или операнда компаратора определяется как TRUE (Истина). Это условие приведет к связанному действию, как показано на *Рисунок 5.3*.

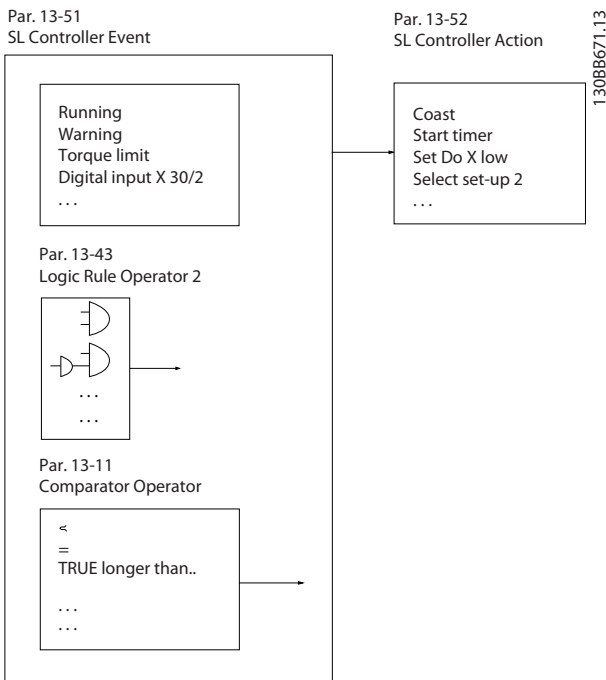


Рисунок 5.3 Событие и действие SLC

События и действия имеют свои номера и связываются в пары, называемые состояниями. Это означает, что когда событие [0] наступает (приобретает значение TRUE), выполняется действие [0]. После выполнения 1-го действия начинается оценка условий следующего события. Если оно оценивается как TRUE (Истина), выполняется соответствующее действие. В каждый момент времени оценивается только одно событие. Если событие оценено как FALSE (Ложь), в течение текущего интервала сканирования (в SLC) ничего не происходит и никакие другие события не анализируются. Когда SLC запускается, в каждом интервале сканирования выполняется оценка события [0]. И только когда событие [0] будет оценено как TRUE (Истина), контроллер SLC выполнит действие [0] и начнет оценивать следующее событие. Можно запрограммировать от 1 до 20 событий и действий. Когда выполнено последнее событие/действие, последовательность начинается снова с события [0]/действия [0]. На *Рисунок 5.4* показан пример с четырьмя событиями/действиями.

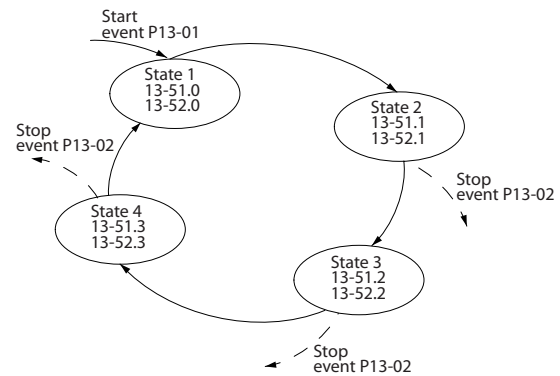


Рисунок 5.4 Порядок выполнения, если запрограммировано 4 события/действия

**Компараторы**

Компараторы используются для сравнения непрерывных переменных (выходной частоты, выходного тока, аналогового входного сигнала и т. д.) с фиксированными предустановленными величинами.

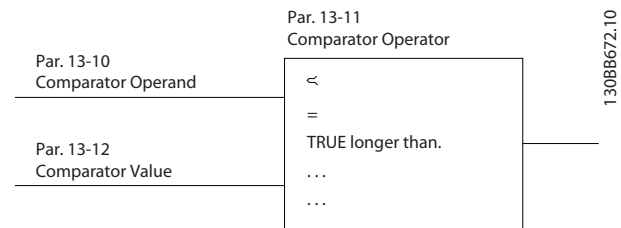


Рисунок 5.5 Компараторы

**Правила логики**

С помощью логических операторов И, ИЛИ, НЕ можно объединять до трех булевых входов (TRUE/FALSE) (Истина/Ложь) от таймеров, компараторов, цифровых входов, битов состояния и событий.

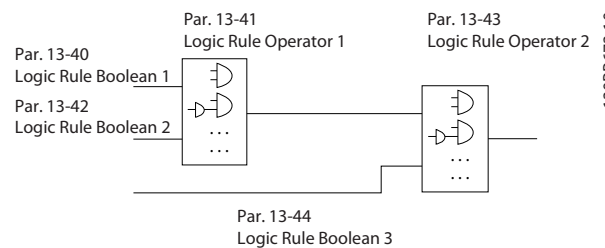


Рисунок 5.6 Логические соотношения

**5.2.12 Safe Torque Off**

Функция Safe Torque Off (STO) может использоваться для аварийного останова преобразователя частоты.

Подробную информацию о функции Safe Torque Off, включая сведения о монтаже и вводе в эксплуатацию, см. в *Руководстве по эксплуатации Safe Torque Off*.

**Условия исполнения обязательств**

За знание персоналом порядка установки и эксплуатации функции Safe Torque Off отвечает клиент. Необходимо:

- Прочитать и понимать нормы и правила техники безопасности, относящиеся к предупреждению несчастных случаев.
- Понимать общие инструкции и инструкции по технике безопасности, приведенные в *Руководстве по эксплуатации функции Safe Torque Off*.
- Хорошо знать общие стандарты и стандарты в области техники безопасности, относящиеся к тем или иным применениям.

**5.3 Описание динамического торможения**

Динамическое торможение замедляет двигатель одним из следующих способов:

- Торможение переменным током  
Энергия торможения распределяется в двигателе путем изменения состояний потерь в двигателе (*параметр 2-10 Функция торможения = [2]*). Функция торможения переменным током не может использоваться в применениях с высокой частотой циклических операций, поскольку это приводит к перегреву двигателя.
- Торможение постоянным током  
Постоянный ток с перемодуляцией, добавляемый к переменному току, действует в качестве сигнала индукционного торможения (*параметр 2-02 Время торможения пост. током  $\neq$  0 с*).
- Резистивное торможение  
Тормозной IGBT поддерживает перенапряжение на уровне ниже определенного порога путем направления энергии торможения от двигателя к подключенному тормозному резистору (*параметр 2-10 Функция торможения = [1]*). Подробнее о выборе тормозных резисторов см. *Руководство по проектированию VLT® Brake Resistor MCE 101*.

Для преобразователей частоты с платой тормоза используется тормозной IGBT с клеммами 81(R-) и 82(R+) для подключения внешнего тормозного резистора.

Функция тормозного IGBT служит для ограничения напряжения в цепи постоянного тока, когда превышено максимальное напряжение. Ограничение напряжения осуществляется посредством коммутации внешнего резистора на шине постоянного тока, чтобы снять избыточное напряжение постоянного тока в конденсаторах шины.

Внешнее расположение тормозного резистора имеет то преимущество, что резистор можно выбрать в зависимости от потребностей применения; при этом энергия резистора рассеивается за пределами панели управления, что защищает преобразователь частоты от перегрева при перегрузке тормозного резистора.

На плате управления образуется сигнал драйвера затвора тормозного IGBT, который через силовую плату питания и плату драйверов поступает в тормозной IGBT. Кроме того, силовая плата питания и платы управления отслеживают тормозной IGBT, предотвращая возможность коротких замыканий. Силовая плата питания также отслеживает тормозной резистор, предотвращая перегрузки.

**5.4 Описание механического удерживающего тормоза**

Механический удерживающий тормоз устанавливается прямо на валу двигателя и выполняет статическое торможение. При статическом торможении тормоз прижимается к двигателю после того, как нагрузка остановлена. Удерживающий тормоз либо управляется программируемым логическим контроллером (PLC), либо получает управляющий сигнал прямо с цифрового выхода от преобразователя частоты.

**УВЕДОМЛЕНИЕ**

Преобразователь частоты не может обеспечить безопасное управление механическим тормозом. В схему установки должна быть включена цепь дублирования для управления тормозом.

### 5.4.1 Управление механическим тормозом с использованием разомкнутого контура

Для грузоподъемных применений необходимо предусмотреть возможность управления электромагнитным тормозом. Для управления тормозом необходим релейный выход (реле 1 или реле 2) или программируемый цифровой выход (клемма 27 или 29). Обычно этот выход должен быть замкнутым на время, когда преобразователь частоты не может удерживать двигатель. Для систем, в которых используется электромагнитный тормоз, в параметрах *параметр 5-40 Реле функций* (параметр массива), *параметр 5-30 Клемма 27, цифровой выход* или *параметр 5-31 Клемма 29, цифровой выход* выберите [32] *Управл.мех.тормозом*.

Если выбрано [32] *Управл.мех.тормозом*, механические тормозные реле остаются во время запуска в замкнутом состоянии до тех пор, пока выходной ток не превысит значение, заданное в пар. *параметр 2-20 Ток отпускания тормоза*. При останове механический тормоз прижимается к валу, когда скорость становится меньше величины, заданной в пар. *параметр 2-21 Скорость включения тормоза [об/мин]*. Если преобразователь частоты оказывается в аварийном состоянии, например, в ситуации перенапряжения, механический тормоз немедленно включается. Механический тормоз включается также во время действия функции Safe Torque Off.

При использовании электромагнитного тормоза необходимо учесть следующие моменты:

- Используйте для управления тормозом выход реле или цифровой выход (клемма 27 или 29). При необходимости используйте контактор.
- Убедитесь, что этот выход выключен, когда преобразователь частоты не может вращать двигатель. Это может произойти, например, когда нагрузка слишком велика или когда двигатель не установлен.
- Перед подключением механического тормоза следует выбрать [32] *Управл.мех.тормозом* в группе параметров 5-4\* *Реле* (или в группе параметров 5-3\* *Цифровые выходы*).
- Тормоз отпущен, когда ток двигателя превышает значение, заданное в *параметр 2-20 Ток отпускания тормоза*.
- Тормоз срабатывает, если выходная частота меньше частоты, установленной в *параметр 2-21 Скорость включения тормоза [об/мин]* или *параметр 2-22 Скорость включения тормоза [Гц]* и только в том случае, если преобразователь частоты выполняет команду останова.

### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

При использовании в системах вертикального подъема или в подъемных механизмах настоятельно рекомендуется обеспечить возможность останова нагрузки в случае аварийной ситуации или неисправности. Если преобразователь частоты находится в аварийном режиме или в ситуации перенапряжения, механический тормоз срабатывает.

Для применения в подъемных механизмах убедитесь в том, что предельные значения крутящего момента в параметрах *параметр 4-16 Двигательн.режим с огранич. момента* и *параметр 4-17 Генераторн.режим с огранич.момента* установлены на меньшие значения по сравнению с предельным значением тока в параметре *параметр 4-18 Предел по току*. Рекомендуется установить для *параметр 14-25 Задержка отключ.при пред. моменте* значение «0», для *параметр 14-26 Зад. отк. при неиск. инв.* — значение «0», а для *параметр 14-10 Отказ питания* — значение [3] *Выбег*.

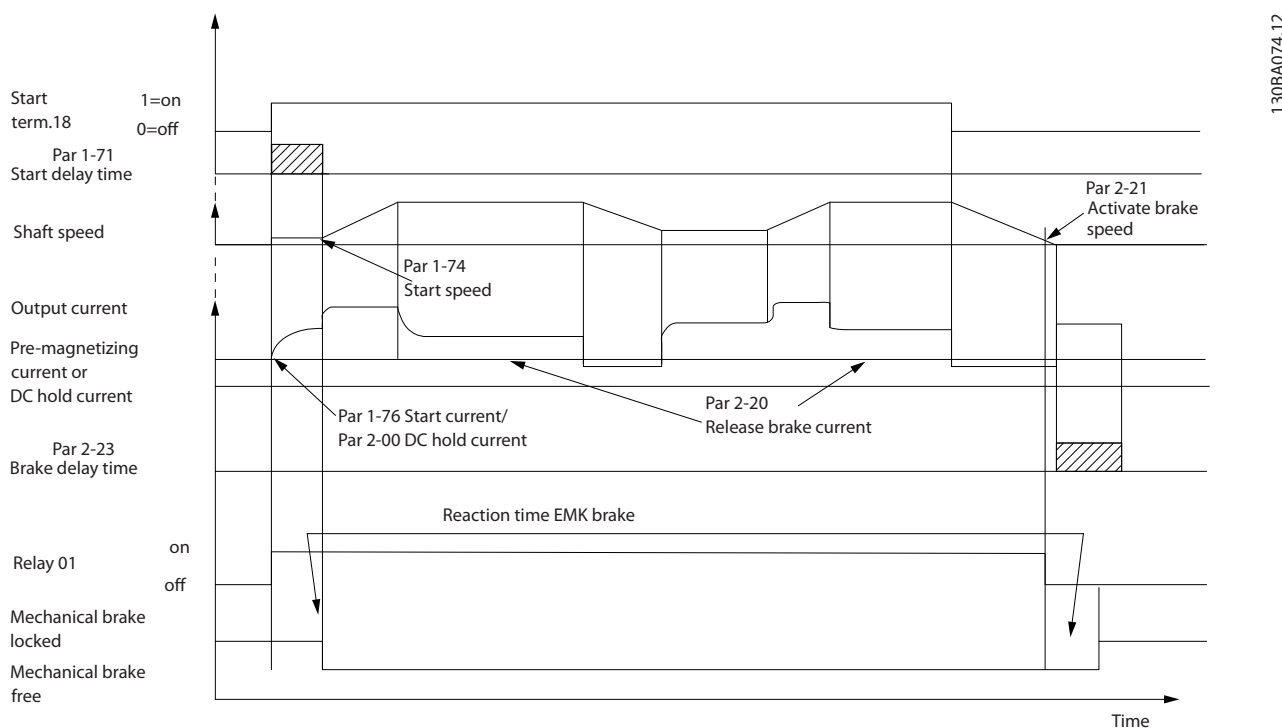


Рисунок 5.7 Управление механическим тормозом в разомкнутом контуре

### 5.4.2 Управление механическим тормозом с использованием замкнутого контура

В VLT® AutomationDrive FC 302 имеется функция управления механическим тормозом, предназначенная специально для использования в подъемных механизмах; она поддерживает следующие возможности:

- Два канала обратной связи механического тормоза для обеспечения дополнительной защиты от непредвиденного поведения вследствие повреждения кабеля.
- Мониторинг обратной связи механического тормоза в течение всего цикла. Мониторинг способствует защите механического тормоза, особенно если к одному и тому же валу подсоединены несколько преобразователей частоты.
- Отсутствие ускорения, пока сигнал обратной связи не подтвердит, что механический тормоз открыт.
- Более хорошее управление нагрузкой при останове.
- Можно настроить плавное переключение нагрузки с тормоза на двигатель.

*Параметр 1-72 Функция запуска [6] Отп. мех.торм. гр/под. об-я* активирует механический тормоз грузоподъемного механизма. Основное отличие от обычного управления механическим тормозом состоит в том, что функция механического торможения подъемного механизма напрямую управляет реле торможения. Вместо задания тока для отпускания тормоза определяется крутящий момент, прикладываемый к сцепленному тормозу перед отпусканием. Поскольку крутящий момент определяется напрямую, упрощается настройка для приложений в подъемных механизмах.

Стратегия механического торможения в подъемных механизмах основывается на 3-шаговой последовательности, в которой управление двигателем и отпускание тормоза синхронизируются с целью обеспечить отпускание тормозов с максимально возможной плавностью.

1. Предварительное намагничивание двигателя.  
Чтобы обеспечить функцию удержания в двигателе и убедиться в том, что он установлен правильно, следует предварительно намагнитить двигатель.
2. Приложение крутящего момента к сцепленному тормозу.  
Когда груз удерживается механическим тормозом, величину груза определить невозможно — можно определить только направление его перемещения. В момент расцепления тормоза необходимо передать управление грузом двигателю. Чтобы облегчить эту передачу управления, в направлении движения груза прилагается крутящий момент, задаваемый пользователем (*параметр 2-26 Задание крутящ. момента*). Это позволяет инициализировать регулятор скорости, который в итоге берет на себя управление грузом. Чтобы сократить износ коробки передач вследствие свободного хода, крутящий момент усиливают.
3. Отпускание тормоза.  
Когда крутящий момент достигает значения, установленного в пар. *параметр 2-26 Задание крутящ. момента*, тормоз отпускается. Значение, установленное в пар. *параметр 2-25 Время отпускания тормоза*, определяет задержку перед снятием груза с тормоза. Чтобы обеспечить как можно более быструю реакцию на этап нагружения, следующий за отпусканием тормоза, можно форсировать ПИД-регулятор скорости путем увеличения пропорционального усиления.

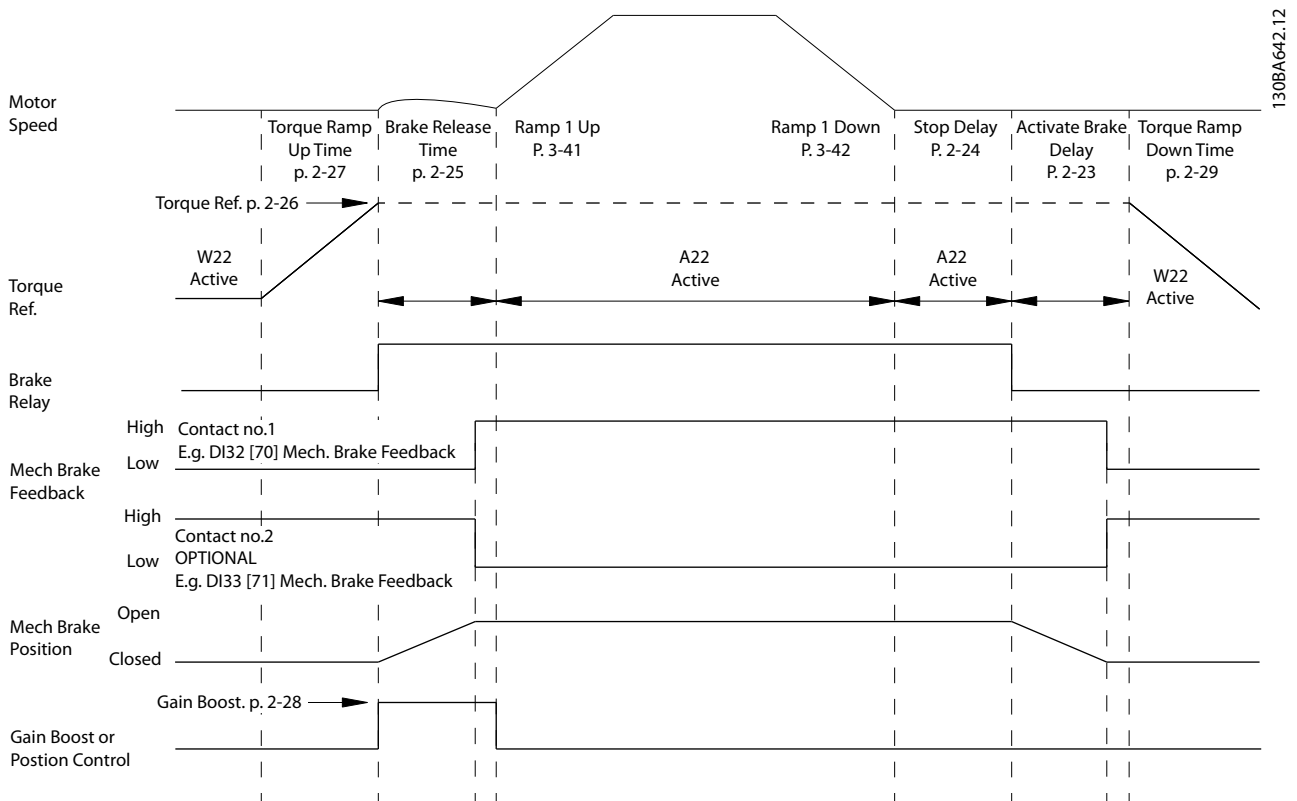


Рисунок 5.8 Последовательность отпускания тормоза при управлении механическим тормозом подъемного механизма

Параметры с *Параметр 2-26 Задание крутящ. момента* по *параметр 2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* доступны только при управлении механическим тормозом подъемного механизма (при регулировании магнитного потока с обратной связью двигателя). Параметры с *Параметр 2-30 Position P Start Proportional Gain* по *параметр 2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* могут быть заданы для обеспечения очень плавного изменения при переходе от регулирования скорости к регулированию положения в течение времени, заданного параметром

параметр 2-25 *Время отпускания тормоза*, то есть времени, когда нагрузка передается от механического тормоза на преобразователь частоты.

Параметры с *Параметр 2-30 Position P Start Proportional Gain* по *параметр 2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* активны, когда для *параметр 2-28 Коэф. форсирования усиления* установлено значение «0». Дополнительную информацию см. в *Рисунок 5.8*.

## УВЕДОМЛЕНИЕ

Пример расширенного управления механическим тормозом в подъемных механизмах см. в *глава 12 Примеры применения*.

## 5

### 5.5 Описание разделения нагрузки

Разделение нагрузки — это функция, которая позволяет подключать цепи постоянного тока нескольких преобразователей частоты, благодаря чему создается система с несколькими преобразователями частоты для работы с одной механической нагрузкой. Разделение нагрузки обеспечивает следующие преимущества:

#### Энергосбережение

Двигатель, работающий в рекуперативном режиме, может снабжать энергией преобразователи частоты, которые работают в двигательном режиме.

#### Снижение потребности в запасных частях

Обычно для всей системы преобразователя частоты требуется лишь один тормозной резистор — не нужно устанавливать тормозной резистор для каждого преобразователя частоты.

#### Резервное питание

В случае сбоя в сети питания все связанные преобразователи частоты могут питаться через цепь постоянного тока от резервного источника питания. Система может продолжить работать или выполнить контролируемый останов.

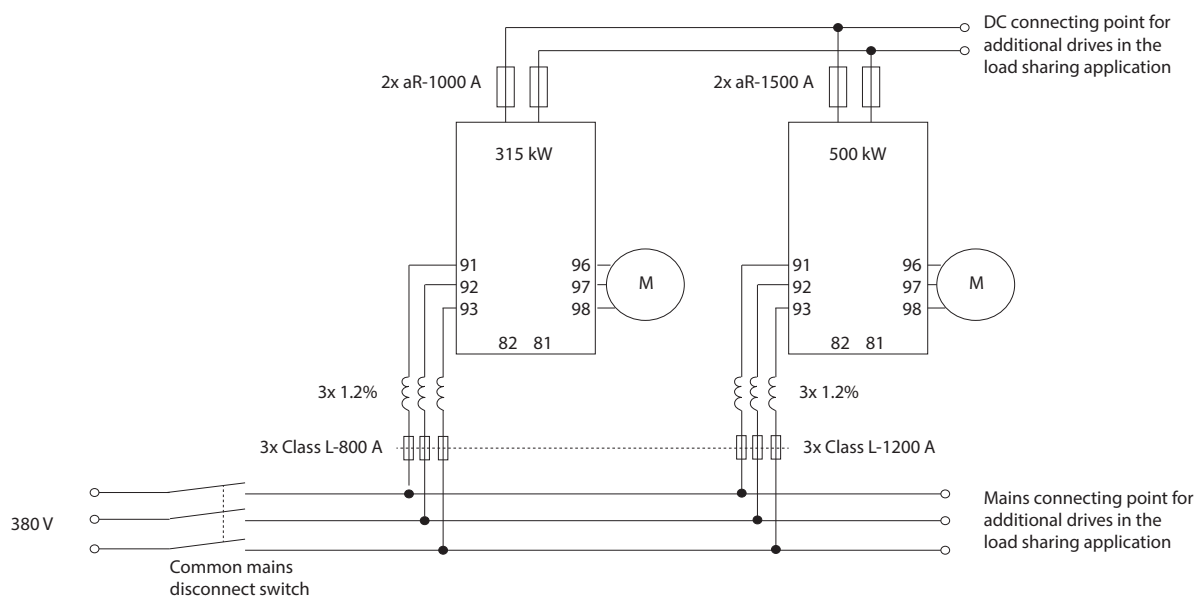
#### Предварительные условия

Прежде чем использовать функцию разделения нагрузки, необходимо обеспечить выполнение следующих условий:

- Преобразователь частоты должен быть оснащен клеммами разделения нагрузки.
- Серия продуктов должна быть одинаковой. Только преобразователи частоты VLT® AutomationDrive FC 302 могут использоваться с другими преобразователями частоты VLT® AutomationDrive FC 302.
- Преобразователи частоты должны быть расположены физически близко друг к другу так, чтобы расстояние между ними не превышало 25 м (82 фута).
- Преобразователи частоты должны иметь одинаковое номинальное напряжение.
- При добавлении тормозного резистора в конфигурацию распределения нагрузки все преобразователи частоты должны быть оснащены тормозным прерывателем.
- Клеммы разделения нагрузки должны использоваться в сочетании с предохранителями.

Схема системы с разделением нагрузки, в которой применяются наилучшие методы, приведена на *Рисунок 5.9*.





130BF758.10

5

Рисунок 5.9 Схема системы с разделением нагрузки, в которой применяются наилучшие методы,

**Разделение нагрузки**

В устройствах со встроенным разделением нагрузки есть клеммы 89 (+) и 88 (-) постоянного тока. В преобразователе частоты эти клеммы подключены к шине постоянного тока перед реактором цепи постоянного тока и конденсаторами шины.

При подключении клемм с разделением нагрузки существуют две конфигурации.

- Клеммы используются для одновременного подключения цепей шины постоянного тока от разных преобразователей частоты. Это позволяет блоку, находящемуся в режиме рекуперации, передавать свое излишнее напряжение на шину другому блоку, который приводит двигатель. Разделение нагрузки этим способом может снизить потребность во внешних динамических тормозных резисторах, а также способствует экономии энергии. Таким образом можно соединить неограниченное число преобразователей частоты, однако у всех преобразователей должно быть одно и то же номинальное напряжение. Кроме того, в зависимости от мощности и числа устройств может потребоваться установка в цепи постоянного тока реакторов постоянного тока и плавких предохранителей постоянного тока, а в питающей сети — реакторов переменного тока. Использование такой конфигурации требует учета различных специальных факторов.
- Преобразователь частоты питается исключительно от источника постоянного тока. Для этой конфигурации требуются:
  - источник постоянного тока.
  - способ постепенной подачи напряжения на шину постоянного тока при включении.

**5.6 Описание функции рекуперации**

Рекуперация обычно имеет место в приложениях с непрерывным торможением, таких как краны/подъемники, нисходящие конвейеры и центрифуги; энергия здесь поступает из замедляемого двигателя.

Избыточная энергия отводится от преобразователя частоты одним из следующих способов:

- Тормозной прерыватель рассеивает избыточную энергию в виде тепла внутри катушек тормозного резистора.
- Клеммы рекуперации позволяют подключить к преобразователю частоты устройство рекуперации стороннего производителя, позволяющее возвращать избыточную энергию в электросеть.

Возвращение избыточной энергии в электросеть представляет собой наиболее эффективный способ использования регенерированной энергии в приложениях с непрерывным торможением.

## 6 Дополнительные платы и принадлежности

### 6.1 Устройства периферийной шины

В этом разделе описаны устройства периферийной шины, доступные для преобразователей частоты серии VLT® AutomationDrive FC 302. Использование устройства периферийной шины уменьшает стоимость системы, ускоряет обмен данными и повышает его эффективность, а также упрощает интерфейс пользователя. Номера для заказа см. в *глава 13.2 Номера для заказа дополнительных устройств/комплектов.*

#### 6.1.1 VLT® PROFIBUS DP-V1 MCA 101

Устройство VLT® PROFIBUS DP-V1 MCA 101 обеспечивает следующие преимущества:

- Широкая совместимость, высокая надежность, поддержка основных поставщиков PLC и взаимозаменяемость с будущими версиями.
- Быстрая, эффективная связь, понятная установка, расширенная диагностика и параметризация, а также авто-конфигурация данных процесса с помощью файла GSD.
- Ациклическая параметризация с помощью PROFIBUS DP-V1, PROFIdrive или конечных автоматов профилей Danfoss FC.

#### 6.1.2 VLT® DeviceNet MCA 104

Устройство VLT® DeviceNet MCA 104 обеспечивает следующие преимущества:

- Поддержка профиля преобразователя частоты ODVA с помощью экземпляров ввода-вывода 20/70 и 21/71, что гарантирует совместимость с имеющимися системами.
- Дополнительным преимуществом являются интенсивные методики проверки совместимости ODVA, которые обеспечивают эксплуатационную совместимость изделий.

#### 6.1.3 VLT® CAN Open MCA 105

MCA 105 обеспечивает:

- Стандартизированную работу.
- Операционную совместимость.
- Низкую стоимость.

Эта дополнительная плата для полностью реализует как высокоприоритетный доступ к управлению преобразователем частоты (связь PDO), так и доступ ко

всем параметрам с помощью ациклических данных (связь SDO).

Для обеспечения функциональной совместимости плата с этим протоколом использует профиль преобразователя частоты DSP402.

#### 6.1.4 VLT® PROFIBUS Converter MCA 113

Плата MCA 113 представляет собой специальную версию сетевых шин PROFIBUS, которая эмулирует команды VLT® 3000 в преобразователе частоты VLT® AutomationDrive FC 302.

Это дает возможность замены VLT® 3000 преобразователем частоты VLT® AutomationDrive FC 302 или позволяет расширить существующую систему без дорогостоящего изменения программы PLC. При модернизации с использованием отличающегося сетевого интерфейса установленный преобразователь легко удаляется и заменяется новым устройством. Использование платы MCA 113 позволяет инвестировать без потери гибкости.

#### 6.1.5 VLT® PROFIBUS Converter MCA 114

Плата MCA 114 представляет собой специальную версию сетевых шин PROFIBUS, которая эмулирует команды VLT® 5000 в преобразователе частоты VLT® AutomationDrive FC 302. Данная опция поддерживает DP-V1.

Это дает возможность замены VLT® 5000 преобразователем частоты VLT® AutomationDrive FC 302 или позволяет расширить существующую систему без дорогостоящего изменения программы PLC. При модернизации с использованием отличающегося сетевого интерфейса установленный преобразователь легко удаляется и заменяется новым устройством. Использование платы MCA 114 позволяет инвестировать без потери гибкости.

#### 6.1.6 VLT® PROFINET MCA 120

VLT® PROFINET MCA 120 — это уникальное сочетание самых высоких характеристик с высочайшей степенью открытости. Эта плата позволяет использовать множество функций VLT® PROFIBUS MCA 101, сводя к минимуму усилия пользователя при переходе на сеть PROFINET и обеспечивая отдачу от инвестиций в программное обеспечение PLC.

- Те же типы PPO, что и у VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101, обеспечивают простоту перехода на PROFINET.
- Имеется встроенный веб-сервер для удаленной диагностики и считывания основных параметров привода.
- Поддерживает MRP.
- Поддерживает DP-V1. Обеспечивает легкую, быструю и стандартизированную обработку информации по предупреждениям и аварийным сигналам в PLC, повышая производительность системы.
- Поддерживает PROFI-safe при использовании в сочетании с VLT® Safety Option MCB 152.
- Обеспечивает реализацию согласно Классу соответствия B (Conformance Class B).

### 6.1.7 VLT® EtherNet/IP MCA 121

Сеть Ethernet — это стандарт будущего для осуществления связи в производственном цехе. Устройство VLT® EtherNet/IP MCA 121 основано на новейшей технологии, доступной для промышленного использования и пригодной для работы даже в самых тяжелых условиях применения. Протокол EtherNet/IP™ позволяет перейти от коммерческого продукта Ethernet к общему промышленному протоколу CIP™ — этот протокол верхнего уровня и объектная модель используются и в сетях DeviceNet.

Устройство предлагает несколько расширенных функций, таких как:

- встроенный высокоэффективный коммутатор, обеспечивающий топологию линий и устраняющий необходимость во внешних коммутаторах;
- кольцо DLR (начиная с 2015 г.);
- усовершенствованные функции коммутации и диагностики;
- встроенный веб-сервер;
- почтовая клиентская служба для оповещения об обслуживании;
- адресация к одному и нескольким устройствам.

### 6.1.8 VLT® Modbus TCP MCA 122

VLT® Modbus TCP MCA 122 подсоединяется к сетям, основанным на протоколе Modbus TCP. Оно способно работать с интервалом соединений до 5 мс в обоих направлениях, что делает его одним из самых быстрых устройств Modbus TCP на рынке. Протокол обеспечивает избыточность управляющих модулей и

замену одного из двух управляющих модулей в горячем режиме, то есть без выключения системы.

В числе других возможностей:

- Встроенный веб-сервер для удаленной диагностики и считывания основных параметров привода.
- Настройка уведомлений по электронной почте одному или нескольким получателям; уведомления отправляются при возникновении либо сбросе определенных аварийных сигналов или предупреждений.
- Двойное подключение к главному PLC для обеспечения избыточности.

### 6.1.9 VLT® POWERLINK MCA 123

Плата MCA 123 представляет второе поколение сетевых шин. Теперь может использоваться высокая скорость передачи данных по промышленной сети Ethernet, что позволяет задействовать всю мощь информационных технологий в мире автоматизации производственных процессов.

Эта сетевая плата обеспечивает высокую производительность в режиме реального времени и использует функции синхронизации времени. Благодаря использованию основанных на CANopen моделей связи, функций управления сетью и моделей описания устройств, эта опция обеспечивает быструю сеть передачи данных и предлагает следующие возможности:

- Динамические приложения управления перемещением;
- Использование при погрузочно-разгрузочных работах;
- Приложения синхронизации и позиционирования.

### 6.1.10 VLT® EtherCAT MCA 124

Дополнительная плата MCA 124 обеспечивает подключение к основным на EtherCAT® сетям по протоколу EtherCAT.

Эта опция обеспечивает проводную связь EtherCAT на полной скорости и подключение к преобразователю частоты с интервалом от 4 мс в обоих направлениях, что обеспечивает возможность использования MCA 124 в сетях различного типа — от низкопроизводительных сетей до сетей с сервоприводами.

- Поддержка EoE Ethernet поверх EtherCAT.
- HTTP (гипертекстовый транспортный протокол) для диагностики через встроенный веб-сервер.
- Технология CoE (CAN Over Ethernet) для доступа к параметрам преобразователя частоты.
- SMTP (упрощенный протокол передачи электронной почты) для уведомлений по электронной почте.
- TCP/IP для простого доступа к данным конфигурации преобразователя частоты с МСТ 10.

## 6.2 Функциональные расширения

В этом разделе описаны платы функциональных расширений, доступные для преобразователей частоты серии VLT® AutomationDrive FC 302. Номера для заказа см. в *глава 13.2 Номера для заказа дополнительных устройств/комплектов.*

### 6.2.1 VLT® General Purpose I/O Module MCB 101

Модуль VLT® General Purpose I/O Module MCB 101 увеличивает число входов и выходов управления:

- 3 цифровых входа 0–24 В: логический 0 < 5 В, логическая 1 > 10 В.
- 2 аналоговых входа 0–10 В: разрешение 10 бит плюс знак.
- 2 цифровых выхода NPN/PNP по двухтактной схеме.
- 1 аналоговый выход 0/4–20 мА.
- Подпружиненное соединение.

### 6.2.2 VLT® Encoder Input MCB 102

MCB 102 обеспечивает возможность подключения инкрементных и абсолютных энкодеров различных типов. Подключенный энкодер может применяться для управления скоростью по замкнутому контуру, а также для управления магнитным потоком двигателя по замкнутому контуру.

Поддерживаются следующие типы энкодеров:

- TTL 5 В (RS 422)
- синусно-косинусные 1 VPP
- SSI
- HIPERFACE
- EnDat

### 6.2.3 VLT® Resolver Option MCB 103

Опция MCB 103 обеспечивает подключение резольвера для получения обратной связи по скорости от двигателя.

- Первичное напряжение: 2–8 В (эфф.)
- Частота первичной обмотки: 2,0–15 кГц
- Максимальный ток первичной обмотки: 50 мА (эфф.)
- Напряжение вторичной обмотки: 4 В (эфф.)
- Подпружиненное соединение

### 6.2.4 VLT® Relay Card MCB 105

Плата VLT® Relay Card MCB 105 расширяет функции реле, добавляя еще 3 релейных выходов.

- Защищает соединение кабеля управления.
- Подпружиненное соединение провода управления.

**Макс. частота коммутации (при номинальной/минимальной нагрузке)**

6 минут<sup>-1</sup>/20 сек<sup>-1</sup>.

**Макс. нагрузка на клеммах**

Резистивная нагрузка AC-1: 240 В перем. тока, 2 А

### 6.2.5 VLT® Safe PLC Interface Option MCB 108

Плата MCB 108 обеспечивает безопасный ввод на основе однополюсного входа 24 В пост. тока. В большинстве применений этот вход позволяет пользователю обеспечить безопасность без лишних затрат.

В случае использования с более сложными продуктами, такими как Safety PLC и световые завесы, Safe PLC обеспечивает подключение двухпроводных цепей безопасности. Интерфейс PLC позволяет прекращать работу на плюсовой или минусовой перемычке, не мешая сигналам, принимаемым Safe PLC.

### 6.2.6 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

Плата MCB 112 улучшает контроль состояния двигателя по сравнению со встроенной функцией ЭТР и клеммой термистора

- Защищает электродвигатель от перегрева.
- Имеет сертификацию ATEX для работы с взрывозащищенными электродвигателями класса Ex-d и Ex-e (только EX-e для FC 302).
- Использует функцию Safe Torque Off, которая одобрена в соответствии с SIL 2 IEC 61508.

### 6.2.7 VLT® Sensor Input Option MCB 114

Плата VLT® Sensor Input Option MCB 114 защищает двигатель от перегрева посредством контроля температуры подшипников и обмоток двигателя.

- Три самоопределяющихся входа для 2- или 3-проводных датчиков PT100/PT1000.
- 1 дополнительный аналоговый вход 4–20 мА.

### 6.2.8 VLT® Safety Option MCB 150 и MCB 151

Платы MCB 150 и MCB 151 расширяют возможности Safe Torque Off (STO), имеющиеся в стандартной конфигурации VLT® AutomationDrive FC 302.

Использование функции безопасного останова 1 (SS1) позволяет выполнять контролируемый останов перед снятием крутящего момента. Использование функции ограничения безопасной скорости (SLS) позволяет контролировать, не превышен ли установленный предел скорости

Данные дополнительные платы могут использоваться вплоть до уровней безопасности PL d в соответствии с ISO 13849-1 и SIL 2 в соответствии с IEC 61508.

- Дополнительные функции, соответствующие стандартам безопасности.
- Замена внешнего оборудования безопасности.
- Уменьшение требуемого пространства.
- 2 программируемых входа для обеспечения безопасности.
- 1 выход для обеспечения безопасности (для T37).
- Более легкая сертификация машины.
- Преобразователь частоты может находиться под напряжением постоянно.
- Безопасное копирование с LCP.
- Динамический отчет о вводе в эксплуатацию.
- Энкодер TTL (MCB 150) или HTL (MCB 151) для получения обратной связи по скорости.

### 6.2.9 VLT® Safety Option MCB 152

Дополнительная плата MCB 152 обеспечивает активацию функции Safe Torque Off (STO) по шине PROFIsafe при использовании в сочетании с сетевой платой VLT® PROFINET MCA 120. Она повышает гибкость эксплуатации за счет подключения предохранительных устройств на производственной установке.

Функции безопасности в MCB 152 реализованы в соответствии с EN IEC 61800-5-2. MCB 152 поддерживает функции PROFIsafe для активации встроенных функций защиты в VLT® AutomationDrive FC 302 с любого хоста PROFIsafe, вплоть до уровня целостности защиты SIL 2 в соответствии со стандартами EN IEC 61508 и EN IEC 62061, уровнем эффективности PL d, Категорией 3 согласно EN ISO 13849-1.

- Устройство PROFIsafe (в сочетании с MCA 120).
- Замена внешнего оборудования безопасности.
- 2 программируемых входа для обеспечения безопасности.
- Безопасное копирование с LCP.
- Динамический отчет о вводе в эксплуатацию.

## 6.3 Платы управления перемещением и релейные платы

В этом разделе описаны платы управления перемещением и релейные платы, доступные для преобразователей частоты серии VLT® AutomationDrive FC 302. Номера для заказа см. в *глава 13.2 Номера для заказа дополнительных устройств/комплектов*.

### 6.3.1 VLT® Motion Control Option MCO 305

Плата MCO 305 представляет собой интегрированный программируемый контроллер перемещения, который обеспечивает дополнительную функциональность преобразователей частоты VLT® AutomationDrive FC 302.

MCO 305 предлагает простые в использовании функции перемещения наряду с возможностью программирования — идеальное решение для задач позиционирования и синхронизации.

- Синхронизация (электронный вал), позиционирование и управление посредством электронного кулачкового механизма.
- 2 отдельных интерфейса, поддерживающих и инкрементные, и абсолютные энкодеры.
- 1 выход энкодера (функция виртуального ведущего).
- 10 цифровых входов.

- 8 цифровых выходов.
- Поддержка шины перемещения CANopen, энкодеров и модулей ввода/вывода.
- Прием и передача данных через сетевой интерфейс (требуется дополнительная плата периферийной шины).
- Программные средства для ПК для программирования и ввода в эксплуатацию: редактор программ и профиля кулачкового механизма.
- Структурированный язык программирования, поддерживающий как циклическое, так и управляемое событиями выполнение.
- Использование концевых выключателей (программных и аппаратных).
- Управление через порты ввода/вывода или по шине.
- Использование механического тормоза (с программируемой задержкой).
- Обработка ошибок.
- Толчковая скорость/ручное управление.
- Позиционирование относительно маркера.
- Функция возврата в нулевое положение.
- Конфигурация и считывание состояния и данных посредством LCP.

6

### 6.3.2 VLT® Synchronizing Controller MCO 350

Плата MCO 350 для VLT® AutomationDrive FC 302 расширяет функциональные возможности преобразователя частоты при его использовании для синхронизации и заменяет традиционные механические решения.

- Синхронизация скорости.
- Синхронизация положения (угла) с коррекцией и без коррекции маркера.
- Регулируемое передаточное число редуктора (в интерактивном режиме).
- Регулируемое смещение положения (угла) (в интерактивном режиме).
- Выход энкодера с функцией виртуального главного устройства для синхронизации нескольких подчиненных устройств.
- Управление через порты ввода/вывода или по шине.
- Функция возврата в нулевое положение.
- Конфигурация и считывание состояния и данных посредством LCP.

### 6.3.3 VLT® Positioning Controller MCO 351

MCO 351 обладает целым рядом удобных преимуществ при использовании в качестве устройства позиционирования во многих отраслях промышленности.

- Относительное позиционирование.
- Абсолютное позиционирование.
- Позиционирование с помощью контактного датчика.

### 6.3.4 VLT® Extended Relay Card MCB 113

Плата VLT® Extended Relay Card MCB 113 добавляет ряд входов/выходов для повышения гибкости.

- 7 цифровых входов.
- 2 аналоговых выхода.
- 4 реле SPDT.
- Соответствует рекомендациям NAMUR.
- Возможность гальванической развязки.

## 6.4 Тормозные резисторы

В приложениях, в которых двигатель используется в качестве тормоза, двигатель генерирует энергию, которая возвращается в преобразователь частоты. Если энергия не может передаваться обратно в двигатель, напряжение в цепи постоянного тока преобразователя повышается. В приложениях с частым торможением и/или с нагрузками, имеющими большой момент инерции, это может привести к отключению вследствие перенапряжения в преобразователе частоты и, в результате, к останову. Для рассеивания энергии, вырабатываемой при рекуперативном торможении, используются тормозные резисторы. Резистор выбирается по величине сопротивления, номиналу рассеиваемой мощности и размерам. Компания Danfoss предлагает широкий ассортимент различных резисторов, специально предназначенных работы с преобразователями частоты Danfoss. Номера для заказа и дополнительную информацию о выборе типоразмера тормозных резисторов см. в *руководстве по проектированию VLT® Brake Resistor MCE 101*

## 6.5 Синусоидные фильтры

Когда двигатель управляется преобразователем частоты, от двигателя слышен резонансный шум. Этот шум, обусловленный конструкцией двигателя, возникает при каждом срабатывании коммутатора инвертора в

преобразователе частоты. Таким образом, частота резонансного шума соответствует частоте коммутации преобразователя частоты.

Компания Danfoss поставляет синусоидный фильтр, ослабляющий акустический шум двигателя. Этот фильтр уменьшает время нарастания напряжения, пиковое напряжение на нагрузке (U<sub>пик</sub>) и ток пульсаций (ΔI), поступающий в двигатель, благодаря чему ток и напряжение становятся практически синусоидальными. В результате акустический шум двигателя снижается до минимума.

Ток пульсаций в катушках синусоидного фильтра также вызывает некоторый шум. Эта проблема решается путем встраивания фильтра в шкаф или корпус.

Номера для заказа и дополнительную информацию о синусоидных фильтрах см. в руководстве по проектированию выходных фильтров.

## 6.6 Фильтры dU/dt

Danfoss поставляет фильтры dU/dt, которые представляют собой дифференциальные фильтры низких частот, сокращающие пиковые напряжения между фазами на клеммах двигателя и уменьшающие длительность переднего фронта до уровня, который уменьшает нагрузку на изоляцию в обмотках двигателя. Это типичная проблема при использовании коротких кабелей электродвигателя.

В отличие от синусоидных фильтров, у фильтров dU/dt частота среза превышает частоту коммутации.

Номера для заказа и дополнительную информацию о фильтрах dU/dt см. в руководстве по проектированию выходных фильтров.

## 6.7 Фильтры синфазных помех

Сердечники высокочастотного фильтра синфазных помех (сердечники HF-CM) уменьшают электромагнитные помехи и защищают подшипники от электрических разрядов. Это специальные нанокристаллические магнитопроводы, которые имеют лучшие характеристики фильтрации по сравнению с обычными ферритовыми сердечниками. Сердечники HF-CM действуют как синфазный дроссель между фазами и землей.

Устанавливаемые на трех фазах двигателя (U, V, W) фильтры синфазных помех уменьшают высокочастотные синфазные токи. В результате высокочастотные электромагнитные помехи от кабеля двигателя снижаются.

Номера для заказа см. в руководстве по проектированию выходных фильтров.

## 6.8 Фильтры гармоник

Усовершенствованные фильтры гармоник VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005 и AHF 010 нельзя сравнивать с традиционными фильтрами гармоник. Фильтры гармоник Danfoss специально разработаны для использования с преобразователями частоты Danfoss.

При подключении фильтров гармоник AHF 005 или AHF 010 перед преобразователем частоты Danfoss общие гармонические искажения тока, возвращаемые в сеть питания, сокращаются до 5 % и 10 % соответственно.

Номера для заказа и дополнительную информацию о выборе типоразмера тормозных резисторов см. в руководстве по проектированию VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010.

## 6.9 Встроенные дополнительные устройства

При заказе преобразователя частоты в коде типа указываются следующие встроенные устройства.

### Корпус с нержавеющей тыльной каналом

Для повышения защищенности от коррозии в агрессивных средах блоки можно заказать в корпусе, который включает тыльный канал из нержавеющей стали, более массивные радиаторы с покрытием и более мощный вентилятор. Такое исполнение рекомендуется для насыщенного солями воздуха на морском побережье.

### Экран сети питания

Экран Lexan® устанавливается перед клеммами ввода питания и входной панелью для защиты от прикосновения при открытой двери корпуса.

### Обогреватели и термостат

Обогреватели устанавливаются на внутренней стороне шкафа в корпусах F, регулируются автоматическими термостатами и предотвращают конденсирование влаги внутри корпуса.

По умолчанию термостат включает обогреватели при температуре 10 °C (50 °F) и выключает их при температуре 15,6 °C (60 °F).

### Освещение шкафа с розеткой питания

Для повышения освещенности при обслуживании и ремонте внутри шкафов F может устанавливаться осветительное устройство. Цепь освещения включает розетку для временного подключения переносных компьютеров и иных устройств.

Возможны два напряжения:

- 230 В, 50 Гц, 2,5 А, CE/ENEC
- 120 В, 60 Гц, 5 А, UL/cUL

**Фильтры ВЧ-помех**

Фильтры ВЧ-помех класса А2 являются стандартными встроенными устройствами в преобразователях частоты серии VLT®. Если необходимо, дополнительная степень защиты от помех ВЧ/ЭМС обеспечивается дополнительными ВЧ-фильтрами класса А1, которые подавляют ВЧ-помехи и электромагнитное излучение согласно требованиям EN 55011. ВЧ фильтры предлагаются также для установки на судах.

На преобразователях частоты с размером корпуса F установка фильтра ВЧ-помех класса А1 требует монтажа в шкафу дополнительных устройств.

**Клеммы NAMUR**

Выбор такого варианта обеспечивает стандартное подключение клемм и сопутствующие функции согласно требованиям NAMUR NE37. NAMUR — это международная ассоциация пользователей технологий автоматизации в обрабатывающей промышленности, главным образом в химической и фармацевтической отраслях в Германии.

Требуется заказ плат VLT® Extended Relay Card MCB 113 и VLT® PTC Thermistor Card MCB 112.

**Устройство контроля сопротивления изоляции (IRM)**

Выполняет контроль сопротивления изоляции в незаземленных системах (системы IT в терминологии IEC) между фазными проводниками системы и землей. Для уровня изоляции существует омическая предаварийная уставка и уставка основной аварийной сигнализации. Для внешнего использования с каждой уставкой связано аварийное реле SPDT. К каждой незаземленной (IT) системе можно подключить только одно устройство контроля сопротивления изоляции.

- Интеграция в цепь безопасного останова.
- Отображение сопротивления изоляции на ЖК-дисплее.
- Память отказов.
- Кнопки Info (Информация), Test (Проверка) и Reset (Сброс).

**Датчик остаточного тока (RCD)**

Использует балансовый метод для контроля замыкания на землю в заземленных системах и незаземленных системах с высоким сопротивлением (системы TN и TT в терминологии IEC). Имеется уставка предварительного оповещения (50 % от уставки сигнализации) и уставка сигнализации. Для внешнего использования с каждой уставкой связано аварийное реле SPDT. Требуется внешний трансформатор тока с проемом для первичной цепи (поставляется и монтируется заказчиком).

- Интеграция в цепь безопасного останова.
- Устройство IEC 60755 типа В контролирует токи утечки на землю импульсного постоянного тока и чистого постоянного тока.

- Шкальный индикатор уровня тока утечки на землю от 10 до 100 % от уставки.
- Память отказов.
- Кнопки Test (Проверка) и Reset (Сброс).

**Safe Torque Off с реле безопасности Pilz**

Поставляется с преобразователями частоты с размером корпуса F. Делает возможной установку реле Pilz в шкаф без необходимости использования шкафа дополнительных устройств. В опции внешнего мониторинга температуры используется реле. В случае необходимости мониторинга PTC обязательно нужно заказать плату VLT® PTC Thermistor Card MCB 112.

**Устройство аварийного останова с реле безопасности Pilz**

Имеет 4-проводную кнопку аварийного останова, которая находится в передней части корпуса, и реле Pilz, которое контролирует ее вместе с цепью безопасного останова преобразователя частоты и положением контактора. При использовании корпусов размера F требуется наличие контактора и шкафа для дополнительных устройств.

**Тормозной прерыватель (IGBT)**

Клеммы тормоза с цепью тормозного прерывателя IGBT позволяют подключать внешние тормозные резисторы. Подробные сведения о тормозных резисторах см. в Руководстве по проектированию VLT® Brake Resistor MCE 101, которое можно скачать по адресу [drives.danfoss.com/downloads/portal/#/](http://drives.danfoss.com/downloads/portal/#/).

**Клеммы режима рекуперации**

Обеспечивают возможность подключения блоков рекуперации к шине постоянного тока на стороне блока конденсаторов реакторов постоянного тока для динамического торможения. Клеммы рекуперации в корпусах размера F рассчитаны приблизительно на 50 % номинальной мощности преобразователя частоты. Консультацию по предельным значениям мощности рекуперации для конкретного типоразмера и напряжения преобразователя частоты можно получить у изготовителя.

**Клеммы разделения нагрузки**

Эти клеммы подключены к шине постоянного тока на стороне выпрямителя реактора постоянного тока и обеспечивают распределение мощности от шины постоянного тока между различными приводами. Клеммы разделения нагрузки в корпусах размера F рассчитаны приблизительно на 33 % номинальной мощности преобразователя частоты. Консультацию по предельным значениям разделения нагрузки для конкретного размера и напряжения преобразователя частоты можно получить у изготовителя.

**Расцепитель**

Рукоятка на дверце приводит в действие разъединитель на включение и выключение питания для более безопасных условий во время обслуживания.



Разъединитель заблокирован с дверцами шкафа и предотвращает их открытие, пока подается питание.

#### Автоматические выключатели

Автоматический выключатель можно отключать дистанционно, однако возвращать в исходное положение нужно вручную. Автоматические выключатели заблокированы с дверцами шкафа и предотвращают их открытие, пока подается питание. Если автоматический выключатель заказывается как дополнительное устройство, для быстродействующей защиты преобразователя частоты от перегрузки по току прилагаются также и предохранители.

#### Контакторы

Контактор с электрическим управлением обеспечивает дистанционное включение и выключение подачи питания на преобразователь частоты. Если дополнительно заказывается опция аварийного останова IEC, реле Pilz отслеживает вспомогательный контакт на контакторе.

#### Ручные пускатели двигателей

Используются для подачи 3-фазного питания на электровентиляторы, которые часто требуются для охлаждения более мощных двигателей. Питание пускатели получают со стороны нагрузки любого поставляемого контактора, автоматического выключателя или расцепителя. В случае использования фильтра ВЧ-помех класса 1 входная сторона фильтра подает питание на пускатель. Перед пускателем каждого двигателя имеется предохранитель; питание отключено, если питание, подаваемое на преобразователь частоты, отключено. Допускается установка до 2 пускателей. Если в заказе оговорена цепь на 30 А с защитой предохранителями, допускается установка лишь одного пускателя. Пускатели интегрированы в цепь безопасного останова.

Особенности:

- Рабочий переключатель (вкл./выкл.).
- Цепь защиты от короткого замыкания и перегрузок с функцией тестирования.
- Функция ручного сброса.

#### Силовые клеммы на 30 А с защитой предохранителем

- Трехфазное питание, соответствующее напряжению сети, для подключения вспомогательного оборудования заказчика.
- Не поставляются, если выбран вариант с двумя ручными пускателями двигателей.
- Напряжение на клеммах отсутствует, если подача питания на привод отключена.
- Питание клеммы получают со стороны нагрузки любого поставляемого контактора, автоматического выключателя или расцепителя. В случае использования фильтра ВЧ-помех класса 1 входная сторона фильтра подает питание на пускатель.

#### Общие клеммы двигателя

Опция общих клемм двигателя предоставляет шины и оборудование, необходимые для подключения клемм двигателя от подключаемых параллельно инверторов к одной клемме (на каждую фазу); используется для адаптации комплекта для верхнего ввода со стороны двигателя.

Эту опцию также рекомендуется использовать для подключения выхода привода к выходному фильтру или выходному контактору. Общие клеммы двигателя устраняют необходимость в использовании кабелей равной длины от каждого из инверторов к общей точке на выходном фильтре (или двигателе).

#### Источник питания 24 В пост. тока

- 5 А, 120 Вт, 24 пост. тока.
- Имеется защита от выходных сверхтоков, перегрузки, КЗ и перегрева.
- Для подачи питания на вспомогательные устройства заказчика (например, датчики, входы/выходы PLC, температурные зонды, индикаторные лампочки и/или иные электронные средства).
- Для диагностики предусматриваются сухой контакт контроля постоянного тока, зеленый светодиод контроля постоянного тока и красный светодиод перегрузки.

#### Внешнее устройство контроля температуры

Предназначен для контроля температур узлов внешних систем (например, обмоток двигателя и/или подшипников). Включает 8 универсальных входных модулей и 2 специализированных входных термисторных модуля. Все 10 модулей могут включаться в цепь безопасного останова преобразователя частоты и контролироваться по сетевой шине (для этого требуется закупка отдельного блока сопряжения модуля/шины). Для использования функции мониторинга внешней температуры закажите дополнительный тормоз для функции Safe Torque Off.

Типы сигнала:

- Входы RTD (включая PT100) на 3 или 4 провода.
- Термопара.
- Аналоговый ток или аналоговое напряжение.

Дополнительные функции:

- Один универсальный выход, настраиваемый на аналоговое напряжение или аналоговый ток.
- 2 выходных реле (нормально разомкнутые).
- ЖК-дисплей на две строки и светодиодная индикация диагностики.
- Датчик обнаружения разрыва фаз, короткого замыкания и неверной полярности.

- Датчик обнаружения разрыва фаз, короткого замыкания и неверной полярности.
- ПО настройки интерфейса.
- Если требуется 3 PTC, необходимо добавить плату VLT® PTC Thermistor Card MCB 112.

Номера для заказа встроенных устройств с конкретными корпусами см. в *глава 13.1 Конфигуратор преобразователя частоты*.

## 6.10 Комплекты большой мощности

Для заказа доступны комплекты, рассчитанные на высокую мощность, например комплекты охлаждения через заднюю стенку, комплект обогревателя, комплект сетевого экрана. Краткое описание и номера для заказа всех доступных комплектов см. в *глава 13.2 Номера для заказа дополнительных устройств/комплектов*.

## 7 Технические характеристики

### 7.1 Электрические характеристики, 380–500 В

VLT® AutomationDrive FC 302	P315		P355		P400	
Высокая/нормальная перегрузка (Высокая перегрузка (HO) = 150 % тока в течение 60 с, нормальная перегрузка (NO) = 110 % тока в течение 60 с)	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 400 В	315	355	355	400	400	450
Типичная выходная мощность на валу [л. с.] при 460 В	450	500	500	600	550	600
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 500 В	355	400	400	500	500	530
<b>Размер корпуса</b>	<b>E1/E2</b>		<b>E1/E2</b>		<b>E1/E2</b>	
<b>Выходной ток (3 фазы)</b>						
Непрерывный (при 400 В) [А]	600	658	658	745	695	800
Прерывистый (перегрузка в течение 60 с при 400 В) [А]	900	724	987	820	1043	880
Непрерывный (при 460/500 В) [А]	540	590	590	678	678	730
Прерывистый (перегрузка 60 с)(при 460/500 В) [А]	810	649	885	746	1017	803
Непрерывная мощность (при 400 В) [кВА]	416	456	456	516	482	554
Непрерывная мощность (при 460 В) [кВА]	430	470	470	540	540	582
Непрерывная мощность (при 500 В) [кВА]	468	511	511	587	587	632
<b>Макс. входной ток</b>						
Непрерывный (при 400 В) [А]	578	634	634	718	670	771
Непрерывный (при 460/500 В) [А]	520	569	569	653	653	704
<b>Макс. число и размер кабелей на фазу</b>						
Сеть и двигатель [мм <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)	
Тормоз [мм <sup>2</sup> (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)	
Разделение нагрузки [мм <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)	
Макс. внешние сетевые предохранители [А] <sup>1)</sup>	900		900		900	
Расчетные потери мощности при 400 В [Вт] <sup>2), 3)</sup>	6794	7532	7498	8677	7976	9473
Расчетные потери мощности при 460 В [Вт] <sup>2), 3)</sup>	6118	6724	6672	7819	7814	8527
КПД <sup>3)</sup>	0,98		0,98		0,98	
Выходная частота [Гц]	0–590		0–590		0–590	
Отключение при перегреве платы управления [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	

Таблица 7.1 Электрические характеристики для корпусов E1/E2, питание от сети 3 x 380–500 В

1) Номиналы предохранителей см. в глава 10.5 Предохранители и автоматические выключатели.

2) Типовые значения потерь мощности приводятся при номинальной нагрузке; предполагается, что они находятся в пределах допуска  $\pm 15\%$  (допуск связан с изменениями напряжения и различием характеристик кабелей). Значения приведены исходя из типичного КПД двигателя (граница IE/IE3). Двигатели с меньшим КПД увеличивают потери мощности в преобразователе частоты. Касается определения размерных параметров охлаждения преобразователя частоты. Если частота коммутации превышает установленную по умолчанию, возможен существенный рост потерь. Приведенные данные учитывают мощность, потребляемую LCP и типовыми платами управления. Данные о потерях мощности в соответствии с EN 50598-2 см. [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Установка дополнительных устройств и нагрузки заказчика могут увеличить потери на 30 Вт,

хотя обычно при полной нагрузке платы управления и установленных дополнительных платах в гнездах А или В увеличение потерь составляет всего 4 Вт для каждой платы.

3) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м (16,5 фута) при номинальной нагрузке и номинальной частоте. КПД, измеренный при номинальном токе. Класс энергоэффективности см. в глава 10.12 КПД. Потери при частичной нагрузке см. на сайте [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

**7**

VLT® AutomationDrive FC 302	P450		P500		P560		P630	
Высокая/нормальная перегрузка (Высокая перегрузка (НО) = 150 % тока в течение 60 с, нормальная перегрузка (НО) = 110 % тока в течение 60 с)	НО	НО	НО	НО	НО	НО	НО	НО
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 400 В	450	500	500	560	560	630	630	710
Типичная выходная мощность на валу [л. с.] при 460 В	600	650	650	750	750	900	1000	1000
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 500 В	530	560	560	630	630	710	800	800
<b>Размер корпуса</b>	<b>F1/F3</b>		<b>F1/F3</b>		<b>F1/F3</b>		<b>F1/F3</b>	
<b>Выходной ток (3 фазы)</b>								
Непрерывный (при 400 В) [А]	800	880	880	990	990	1120	1120	1260
Прерывистый (перегрузка 60 с) (при 400 В) [А]	1200	968	1320	1089	1485	1680	1386	1890
Непрерывный (при 460/500 В) [А]	730	780	780	890	890	1050	1050	1160
Прерывистый (перегрузка 60 с) (при 460/500 В) [А]	1095	858	1170	979	1335	1155	1575	1276
Непрерывная мощность (при 400 В) [кВА]	554	610	610	686	686	776	776	873
Непрерывная мощность (при 460 В) [кВА]	582	621	621	709	709	837	837	924
Непрерывная мощность (при 500 В) [кВА]	632	675	675	771	771	909	909	1005
<b>Макс. входной ток</b>								
Непрерывный (при 400 В) [А]	771	848	848	954	954	1079	1079	1214
Непрерывный (при 460/500 В) [А]	704	752	752	858	858	1012	1012	1118
<b>Макс. число и размер кабелей на фазу</b>								
– Двигатель [мм <sup>2</sup> (AWG)]	8 x 150 (8 x 300 mcm)		8 x 150 (8 x 300 mcm)		8 x 150 (8 x 300 mcm)		8 x 150 (8 x 300 mcm)	
– Питающая сеть [мм <sup>2</sup> (AWG)] (F1)	8 x 240 (8 x 500 mcm)		8 x 240 (8 x 500 mcm)		8 x 240 (8 x 500 mcm)		8 x 240 (8 x 500 mcm)	
– Питающая сеть [мм <sup>2</sup> (AWG)] (F3)	8 x 456 (8 x 900 mcm)		8 x 456 (8 x 900 mcm)		8 x 456 (8 x 900 mcm)		8 x 456 (8 x 900 mcm)	
– Разделение нагрузки [мм <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 120 (4 x 250 mcm)		4 x 120 (4 x 250 mcm)		4 x 120 (4 x 250 mcm)		4 x 120 (4 x 250 mcm)	
– Тормоз [мм <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 185 (4 x 350 mcm)		4 x 185 (4 x 350 mcm)		4 x 185 (4 x 350 mcm)		4 x 185 (4 x 350 mcm)	
Макс. внешние сетевые предохранители [А] <sup>1)</sup>	1600		1600		2000		2000	
Расчетные потери мощности при 400 В [Вт] <sup>2), 3)</sup>	9031	10162	10146	11822	10649	12512	12490	14674
Расчетные потери мощности при 460 В [Вт] <sup>2), 3)</sup>	8212	8876	8860	10424	9414	11595	11581	13213
Макс. добавочные потери фильтра ВЧ-помех А1, автоматического выключателя или расцепителя и контактора [Вт] (только F3)	893	963	951	1054	978	1093	1092	1230
Макс. потери дополнительных плат [Вт]	400	400	400	400	400	400	400	400
КПД <sup>3)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98	
Выходная частота [Гц]	0–590		0–590		0–590		0–590	

VLT® AutomationDrive FC 302	P450		P500		P560		P630	
Высокая/нормальная перегрузка	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Отключение при перегреве платы управления [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)		85 (185)	

Таблица 7.2 Электрические характеристики для корпусов F1/F3, питание от сети 3 x 380–500 В

1) Номиналы предохранителей см. в глава 10.5 Предохранители и автоматические выключатели.

2) Типовые значения потерь мощности приводятся при номинальной нагрузке; предполагается, что они находятся в пределах допуска  $\pm 15\%$  (допуск связан с изменениями напряжения и различием характеристик кабелей). Значения приведены исходя из типичного КПД двигателя (граница IE/IE3). Двигатели с меньшим КПД увеличивают потери мощности в преобразователе частоты. Касается определения размерных параметров охлаждения преобразователя частоты. Если частота коммутации превышает установленную по умолчанию, возможен существенный рост потерь. Приведенные данные учитывают мощность, потребляемую LCP и типовыми платами управления. Данные о потерях мощности в соответствии с EN 50598-2 см. [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Установка дополнительных устройств и нагрузки заказчика могут увеличить потери на 30 Вт, хотя обычно при полной нагрузке платы управления и установленных дополнительных платах в гнездах А или В увеличение потерь составляет всего 4 Вт для каждой платы.

3) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м (16,5 фута) при номинальной нагрузке и номинальной частоте. КПД, измеренный при номинальном токе. Класс энергоэффективности см. в глава 10.12 КПД. Потери при частичной нагрузке см. на сайте [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® AutomationDrive FC 302	P710		P800	
Высокая/нормальная перегрузка	HO	NO	HO	NO
(Высокая перегрузка (HO) = 150 % тока в течение 60 с, нормальная перегрузка (NO) = 110 % тока в течение 60 с)				
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 400 В	710	800	800	1000
Типичная выходная мощность на валу [л. с.] при 460 В	1000	1200	1200	1350
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 500 В	800	1000	1000	1100
<b>Размер корпуса</b>	<b>F2/F4</b>		<b>F2/F4</b>	
<b>Выходной ток (3 фазы)</b>				
Непрерывный (при 400 В) [А]	1260	1460	1460	1720
Прерывистый (перегрузка 60 с) (при 400 В) [А]	1890	1606	2190	1892
Непрерывный (при 460/500 В) [А]	1160	1380	1380	1530
Прерывистый (перегрузка 60 с)(при 460/500 В) [А]	1740	1518	2070	1683
Непрерывная мощность (при 400 В) [кВА]	873	1012	1012	1192
Непрерывная мощность (при 460 В) [кВА]	924	1100	1100	1219
Непрерывная мощность (при 500 В) [кВА]	1005	1195	1195	1325
<b>Макс. входной ток</b>				
Непрерывный (при 400 В) [А]	1214	1407	1407	1658
Непрерывный (при 460/500 В) [А]	1118	1330	1330	1474
<b>Макс. число и размер кабелей на фазу</b>				
– Двигатель [мм <sup>2</sup> (AWG)]	12 x 150 (12 x 300 mcm)		12 x 150 (12 x 300 mcm)	
– Питающая сеть [мм <sup>2</sup> (AWG)] (F2)	8 x 240 (8 x 500 mcm)		8 x 240 (8 x 500 mcm)	
– Питающая сеть [мм <sup>2</sup> (AWG)] (F4)	8 x 456 (8 x 900 mcm)		8 x 456 (8 x 900 mcm)	
– Разделение нагрузки [мм <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 120 (4 x 250 mcm)		4 x 120 (4 x 250 mcm)	
– Тормоз [мм <sup>2</sup> (AWG)]	6 x 185 (6 x 350 mcm)		6 x 185 (6 x 350 mcm)	
Макс. внешние сетевые предохранители [А] <sup>1)</sup>	2500		2500	
Расчетные потери мощности при 400 В [Вт] <sup>2), 3)</sup>	14244	17293	15466	19278
Расчетные потери мощности при 460 В [Вт] <sup>2), 3)</sup>	13005	16229	14556	16624
Макс. добавочные потери фильтра ВЧ-помех А1, автоматического выключателя или расцепителя и контактора [Вт] (только F4)	2067	2280	2236	2541
Макс. потери дополнительных плат [Вт]	400	400	400	400
КПД <sup>3)</sup>	0,98		0,98	
Выходная частота [Гц]	0–590		0–590	

VLT® AutomationDrive FC 302	P710		P800	
Высокая/нормальная перегрузка	HO	NO	HO	NO
Отключение при перегреве платы управления [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)	

**Таблица 7.3 Электрические характеристики для корпусов F2/F4, питание от сети 3 x 380–500 В**

- 1) Номиналы предохранителей см. в глава 10.5 Предохранители и автоматические выключатели.
- 2) Типовые значения потерь мощности приводятся при номинальной нагрузке; предполагается, что они находятся в пределах допуска  $\pm 15\%$  (допуск связан с изменениями напряжения и различием характеристик кабелей). Значения приведены исходя из типичного КПД двигателя (граница IE/IE3). Двигатели с меньшим КПД увеличивают потери мощности в преобразователе частоты. Касается определения размерных параметров охлаждения преобразователя частоты. Если частота коммутации превышает установленную по умолчанию, возможен существенный рост потерь. Приведенные данные учитывают мощность, потребляемую LCP и типовыми платами управления. Данные о потерях мощности в соответствии с EN 50598-2 см. [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Установка дополнительных устройств и нагрузки заказчика могут увеличить потери на 30 Вт, хотя обычно при полной нагрузке платы управления и установленных дополнительных платах в гнездах А или В увеличение потерь составляет всего 4 Вт для каждой платы.
- 3) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м (16,5 фута) при номинальной нагрузке и номинальной частоте. КПД, измеренный при номинальном токе. Класс энергоэффективности см. в глава 10.12 КПД. Потери при частичной нагрузке см. на сайте [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

**7**

VLT® AutomationDrive FC 302	P250		P315		P355		P400	
Высокая/нормальная перегрузка (Высокая перегрузка (HO) = 150 % тока в течение 60 с, нормальная перегрузка (NO) = 110 % тока в течение 60 с)	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 400 В	250	315	315	355	355	400	400	450
Типичная выходная мощность на валу [л. с.] при 460 В	350	450	450	500	500	600	550	600
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 500 В	315	355	355	400	400	500	500	530
<b>Размер корпуса</b>	<b>F8/F9</b>		<b>F8/F9</b>		<b>F8/F9</b>		<b>F8/F9</b>	
<b>Выходной ток (3 фазы)</b>								
Непрерывный (при 400 В) [А]	480	600	600	658	658	745	695	800
Прерывистый (перегрузка 60 с) (при 400 В) [А]	720	660	900	724	987	820	1043	880
Непрерывный (при 460/500 В) [А]	443	540	540	590	590	678	678	730
Прерывистый (перегрузка 60 с) (при 460/500 В) [А]	665	594	810	649	885	746	1017	803
Непрерывная мощность (при 400 В) [кВА]	333	416	416	456	456	516	482	554
Непрерывная мощность (при 460 В) [кВА]	353	430	430	470	470	540	540	582
Непрерывная мощность (при 500 В) [кВА]	384	468	468	511	511	587	587	632
<b>Макс. входной ток</b>								
Непрерывный (при 400 В) [А]	463	578	578	634	634	718	670	771
Непрерывный (при 460/500 В) [А]	427	520	520	569	569	653	653	704
<b>Макс. число и размер кабелей на фазу</b>								
– Двигатель [мм <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)	
– Питающая сеть [мм <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 90 (4 x 3/0 mcm)		4 x 90 (4 x 3/0 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)	
– Тормоз [мм <sup>2</sup> (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)	
Макс. внешние сетевые предохранители [А] <sup>1)</sup>	700		700		700		700	
Расчетные потери мощности при 400 В [Вт] <sup>2), 3)</sup>	5164	6790	6960	7701	7691	8879	8178	9670

VLT® AutomationDrive FC 302	P250		P315		P355		P400	
Высокая/нормальная перегрузка	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Расчетные потери мощности при 460 В [Вт] <sup>2), 3)</sup>	4822	6082	6345	6953	6944	8089	8085	8803
КПД <sup>3)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98	
Выходная частота [Гц]	0–590		0–590		0–590		0–590	
Отключение при перегреве платы управления [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)		85 (185)	

**Таблица 7.4 Электрические характеристики для корпусов F8/F9, питание от сети 6 x 380–500 В**

1) Номиналы предохранителей см. в глава 10.5 Предохранители и автоматические выключатели.

2) Типовые значения потерь мощности приводятся при номинальной нагрузке; предполагается, что они находятся в пределах допуска  $\pm 15\%$  (допуск связан с изменениями напряжения и различием характеристик кабелей). Значения приведены исходя из типичного КПД двигателя (граница IE/IE3). Двигатели с меньшим КПД увеличивают потери мощности в преобразователе частоты. Касается определения размерных параметров охлаждения преобразователя частоты. Если частота коммутации превышает установленную по умолчанию, возможен существенный рост потерь. Приведенные данные учитывают мощность, потребляемую LCP и типовыми платами управления. Данные о потерях мощности в соответствии с EN 50598-2 см. [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Установка дополнительных устройств и нагрузки заказчика могут увеличить потери на 30 Вт, хотя обычно при полной нагрузке платы управления и установленных дополнительных платах в гнездах А или В увеличение потерь составляет всего 4 Вт для каждой платы.

3) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м (16,5 фута) при номинальной нагрузке и номинальной частоте. КПД, измеренный при номинальном токе. Класс энергоэффективности см. в глава 10.12 КПД. Потери при частичной нагрузке см. на сайте [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® AutomationDrive FC 302	P450		P500		P560		P630	
Высокая/нормальная перегрузка	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
(Высокая перегрузка (HO) = 150 % тока в течение 60 с, нормальная перегрузка (NO) = 110 % тока в течение 60 с)								
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 400 В	450	500	500	560	560	630	630	710
Типичная выходная мощность на валу [л. с.] при 460 В	600	650	650	750	750	900	900	1000
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 500 В	530	560	560	630	630	710	710	800
Размер корпуса	F10/F11		F10/F11		F10/F11		F10/F11	
<b>Выходной ток (3 фазы)</b>								
Непрерывный (при 400 В) [А]	800	880	880	990	990	1120	1120	1260
Прерывистый (перегрузка 60 с) (при 400 В) [А]	1200	968	1320	1089	1485	1232	1680	1386
Непрерывный (при 460/500 В) [А]	730	780	780	890	890	1050	1050	1160
Прерывистый (перегрузка 60 с) (при 460/500 В) [А]	1095	858	1170	979	1335	1155	1575	1276
Непрерывная мощность (при 400 В) [кВА]	554	610	610	686	686	776	776	873
Непрерывная мощность (при 460 В) [кВА]	582	621	621	709	709	837	837	924
Непрерывная мощность (при 500 В) [кВА]	632	675	675	771	771	909	909	1005
<b>Макс. входной ток</b>								
Непрерывный (при 400 В) [А]	771	848	848	954	954	1079	1079	1214
Непрерывный (при 460/500 В) [А]	704	752	752	858	858	1012	1012	1118
<b>Макс. число и размер кабелей на фазу</b>								
– Двигатель [мм <sup>2</sup> (AWG)]	8 x 150 (8 x 300 mcm)		8 x 150 (8 x 300 mcm)		8 x 150 (8 x 300 mcm)		8 x 150 (8 x 300 mcm)	
– Питающая сеть [мм <sup>2</sup> (AWG)]	6 x 120 (6 x 250 mcm)		6 x 120 (6 x 250 mcm)		6 x 120 (6 x 250 mcm)		6 x 120 (6 x 250 mcm)	

VLT® AutomationDrive FC 302	P450		P500		P560		P630	
Высокая/нормальная перегрузка – Тормоз [мм <sup>2</sup> (AWG)]	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
	4 x 185 (4 x 350 mcm)		4 x 185 (4 x 350 mcm)		4 x 185 (4 x 350 mcm)		4 x 185 (4 x 350 mcm)	
Макс. внешние сетевые предохранители [A] <sup>1)</sup>	900		900		900		1500	
Расчетные потери мощности при 400 В [Вт] <sup>2), 3)</sup>	9492	10647	10631	12338	11263	13201	13172	15436
Расчетные потери мощности при 460 В [Вт] <sup>2), 3)</sup>	8730	9414	9398	11006	10063	12353	12332	14041
Макс. добавочные потери фильтра ВЧ-помех А1, автоматического выключателя или расцепителя и контактора [Вт] (только F11)	893	963	951	1054	978	1093	1092	1230
Макс. потери дополнительных плат [Вт]	400	400	400	400	400	400	400	400
КПД <sup>3)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98	
Выходная частота [Гц]	0–590		0–590		0–590		0–590	
Отключение при перегреве платы управления [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)		85 (185)	

**Таблица 7.5 Электрические характеристики для корпусов F10/F11, питание от сети 6 x 380–500 В**

1) Номиналы предохранителей см. в глава 10.5 Предохранители и автоматические выключатели.

2) Типовые значения потерь мощности приводятся при номинальной нагрузке; предполагается, что они находятся в пределах допуска  $\pm 15\%$  (допуск связан с изменениями напряжения и различием характеристик кабелей). Значения приведены исходя из типичного КПД двигателя (граница IE/IE3). Двигатели с меньшим КПД увеличивают потери мощности в преобразователе частоты. Касается определения размерных параметров охлаждения преобразователя частоты. Если частота коммутации превышает установленную по умолчанию, возможен существенный рост потерь. Приведенные данные учитывают мощность, потребляемую LCP и типовыми платами управления. Данные о потерях мощности в соответствии с EN 50598-2 см. [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Установка дополнительных устройств и нагрузки заказчика могут увеличить потери на 30 Вт, хотя обычно при полной нагрузке платы управления и установленных дополнительных платах в гнездах А или В увеличение потерь составляет всего 4 Вт для каждой платы.

3) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м (16,5 фута) при номинальной нагрузке и номинальной частоте. КПД, измеренный при номинальном токе. Класс энергоэффективности см. в глава 10.12 КПД. Потери при частичной нагрузке см. на сайте [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® AutomationDrive FC 302	P710		P800	
Высокая/нормальная перегрузка (Высокая перегрузка (HO) = 150 % тока в течение 60 с, нормальная перегрузка (NO) = 110 % тока в течение 60 с)	HO	NO	HO	NO
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 400 В	710	800	800	1000
Типичная выходная мощность на валу [л. с.] при 460 В	1000	1200	1200	1350
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 500 В	800	1000	1000	1100
<b>Размер корпуса</b>	<b>F12/F13</b>		<b>F12/F13</b>	
<b>Выходной ток (3 фазы)</b>				
Непрерывный (при 400 В) [A]	1260	1460	1460	1720
Прерывистый (перегрузка 60 с) (при 400 В) [A]	1890	1606	2190	1892
Непрерывный (при 460/500 В) [A]	1160	1380	1380	1530
Прерывистый (перегрузка 60 с)(при 460/500 В) [A]	1740	1518	2070	1683
Непрерывная мощность (при 400 В) [кВА]	873	1012	1012	1192
Непрерывная мощность (при 460 В) [кВА]	924	1100	1100	1219
Непрерывная мощность (при 500 В) [кВА]	1005	1195	1195	1325
<b>Макс. входной ток</b>				
Непрерывный (при 400 В) [A]	1214	1407	1407	1658
Непрерывный (при 460/500 В) [A]	1118	1330	1330	1474
<b>Макс. число и размер кабелей на фазу</b>				
– Двигатель [мм <sup>2</sup> (AWG)]	12 x 150 (12 x 300 mcm)		12 x 150 (12 x 300 mcm)	



VLT® AutomationDrive FC 302	P710		P800	
	HO	NO	HO	NO
Высокая/нормальная перегрузка – Питающая сеть [мм <sup>2</sup> (AWG)]	6 x 120 (6 x 250 mcm)		6 x 120 (6 x 250 mcm)	
– Тормоз [мм <sup>2</sup> (AWG)]	6 x 185 (6 x 350 mcm)		6 x 185 (6 x 350 mcm)	
Макс. внешние сетевые предохранители [A] <sup>1)</sup>	1500		1500	
Расчетные потери мощности при 400 В [Вт] <sup>2), 3)</sup>	14967	18084	16392	20358
Расчетные потери мощности при 460 В [Вт] <sup>2), 3)</sup>	13819	17137	15577	17752
Макс. добавочные потери фильтра ВЧ-помех А1, автоматического выключателя или расцепителя и контактора [Вт] (только F13)	2067	2280	2236	2541
Макс. потери дополнительных плат [Вт]	400	400	400	400
КПД <sup>3)</sup>	0,98		0,98	
Выходная частота [Гц]	0–590		0–590	
Отключение при перегреве платы управления [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)	

Таблица 7.6 Электрические характеристики для корпусов F12/F13, питание от сети 6 x 380–500 В

1) Номиналы предохранителей см. в глава 10.5 Предохранители и автоматические выключатели.

2) Типовые значения потерь мощности приводятся при номинальной нагрузке; предполагается, что они находятся в пределах допуска  $\pm 15\%$  (допуск связан с изменениями напряжения и различием характеристик кабелей). Значения приведены исходя из типичного КПД двигателя (граница IЕ/IE3). Двигатели с меньшим КПД увеличивают потери мощности в преобразователе частоты. Касается определения размерных параметров охлаждения преобразователя частоты. Если частота коммутации превышает установленную по умолчанию, возможен существенный рост потерь. Приведенные данные учитывают мощность, потребляемую LCP и типовыми платами управления. Данные о потерях мощности в соответствии с EN 50598-2 см. [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Установка дополнительных устройств и нагрузки заказчика могут увеличить потери на 30 Вт, хотя обычно при полной нагрузке платы управления и установленных дополнительных платах в гнездах А или В увеличение потерь составляет всего 4 Вт для каждой платы.

3) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м (16,5 фута) при номинальной нагрузке и номинальной частоте. КПД, измеренный при номинальном токе. Класс энергоэффективности см. в глава 10.12 КПД. Потери при частичной нагрузке см. на сайте [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

## 7.2 Электрические характеристики, 525–690 В

VLT® AutomationDrive FC 302	P355		P400		P500		P560	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Высокая/нормальная перегрузка (Высокая перегрузка (HO) = 150 % тока в течение 60 с, нормальная перегрузка (NO) = 110 % тока в течение 60 с)								
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 550 В	315	355	315	400	400	450	450	500
Типичная выходная мощность на валу [л. с.] при 575 В	400	450	400	500	500	600	600	650
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 690 В	355	450	400	500	500	560	560	630
Размер корпуса	E1/E2		E1/E2		E1/E2		E1/E2	
Выходной ток (3 фазы)								
Непрерывный (при 550 В) [A]	395	470	429	523	523	596	596	630
Прерывистый (перегрузка в течение 60 с при 550 В) [A]	593	517	644	575	785	656	894	693
Непрерывный (при 575/690 В) [A]	380	450	410	500	500	570	570	630
Прерывистый (перегрузка в течение 60 с при 575/690 В) [A]	570	495	615	550	750	627	855	693
Непрерывная мощность (при 550 В) [кВА]	376	448	409	498	498	568	568	600
Непрерывная мощность (при 575 В) [кВА]	378	448	408	498	498	568	568	627
Непрерывная мощность (при 690 В) [кВА]	454	538	490	598	598	681	681	753
Макс. входной ток								
Непрерывный (при 550 В) [A]	381	453	413	504	504	574	574	607

VLT® AutomationDrive FC 302	P355		P400		P500		P560	
Высокая/нормальная перегрузка	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Непрерывный (при 575 В) [A]	366	434	395	482	482	549	549	607
Непрерывный (при 690 В)	366	434	395	482	482	549	549	607
<b>Макс. число и размер кабелей на фазу</b>								
– сеть, двигатель и цепь разделения нагрузки [мм <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)	
– Тормоз [мм <sup>2</sup> (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)	
Макс. внешние сетевые предохранители [A] <sup>1)</sup>	700		700		900		900	
Расчетные потери мощности при 600 В [Вт] <sup>2), 3)</sup>	4424	5323	4795	6010	6493	7395	7383	8209
Расчетные потери мощности при 690 В [Вт] <sup>2), 3)</sup>	4589	5529	4970	6239	6707	7653	7633	8495
КПД <sup>3)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98	
Выходная частота [Гц]	0–500		0–500		0–500		0–500	
Отключение при перегреве платы управления [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)		85 (185)	

**Таблица 7.7 Электрические характеристики для корпусов E1/E2, питание от сети 3 x 525–690 В**

1) Номиналы предохранителей см. в глава 10.5 Предохранители и автоматические выключатели.

2) Типовые значения потерь мощности приводятся при номинальной нагрузке; предполагается, что они находятся в пределах допуска  $\pm 15\%$  (допуск связан с изменениями напряжения и различием характеристик кабелей). Значения приведены исходя из типичного КПД двигателя (граница IE/IE3). Двигатели с меньшим КПД увеличивают потери мощности в преобразователе частоты. Касается определения размерных параметров охлаждения преобразователя частоты. Если частота коммутации превышает установленную по умолчанию, возможен существенный рост потерь. Приведенные данные учитывают мощность, потребляемую LCP и типовыми платами управления. Данные о потерях мощности в соответствии с EN 50598-2 см. [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Установка дополнительных устройств и нагрузки заказчика могут увеличить потери на 30 Вт, хотя обычно при полной нагрузке платы управления и установленных дополнительных платах в гнездах А или В увеличение потерь составляет всего 4 Вт для каждой платы.

3) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м (16,5 фута) при номинальной нагрузке и номинальной частоте. КПД, измеренный при номинальном токе. Класс энергоэффективности см. в глава 10.12 КПД. Потери при частичной нагрузке см. на сайте [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® AutomationDrive FC 302	P630		P710		P800	
Высокая/нормальная перегрузка	HO	NO	HO	NO	HO	NO
(Высокая перегрузка (HO) = 150 % тока в течение 60 с, нормальная перегрузка (NO) = 110 % тока в течение 60 с)						
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 550 В	500	560	560	670	670	750
Типичная выходная мощность на валу [л. с.] при 575 В	650	750	750	950	950	1050
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 690 В	630	710	710	800	800	900
<b>Размер корпуса</b>	<b>F1/F3</b>		<b>F1/F3</b>		<b>F1/F3</b>	
<b>Выходной ток (3 фазы)</b>						
Непрерывный (при 550 В) [A]	659	763	763	889	889	988
Прерывистый (перегрузка в течение 60 с при 550 В) [A]	989	839	1145	978	1334	1087
Непрерывный (при 575/690 В) [A]	630	730	730	850	850	945
Прерывистый (перегрузка в течение 60 с при 575/690 В) [A]	945	803	1095	935	1275	1040
Непрерывная мощность (при 550 В) [кВА]	628	727	727	847	847	941

VLT® AutomationDrive FC 302	P630		P710		P800	
<b>Высокая/нормальная перегрузка</b>	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Непрерывная мощность (при 575 В) [кВА]	627	727	727	847	847	941
Непрерывная мощность (при 690 В) [кВА]	753	872	872	1016	1016	1129
<b>Макс. входной ток</b>						
Непрерывный (при 550 В) [А]	635	735	735	857	857	952
Непрерывный (при 575 В) [А]	607	704	704	819	819	911
Непрерывный (при 690 В) [А]	607	704	704	819	819	911
<b>Макс. число и размер кабелей на фазу</b>						
– Двигатель [мм <sup>2</sup> (AWG)]	8 x 150 (8 x 300 mcm)		8 x 150 (8 x 300 mcm)		8 x 150 (8 x 300 mcm)	
– Питающая сеть [мм <sup>2</sup> (AWG)] (F1)	8 x 240 (8 x 500 mcm)		8 x 240 (8 x 500 mcm)		8 x 240 (8 x 500 mcm)	
– Питающая сеть [мм <sup>2</sup> (AWG)] (F3)	4 x 456 (8 x 900 mcm)		4 x 456 (8 x 900 mcm)		4 x 456 (8 x 900 mcm)	
– Разделение нагрузки [мм <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 120 (4 x 250 mcm)		4 x 120 (4 x 250 mcm)		4 x 120 (4 x 250 mcm)	
– Тормоз [мм <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 185 (4 x 350 mcm)		4 x 185 (4 x 350 mcm)		4 x 185 (4 x 350 mcm)	
Макс. внешние сетевые предохранители [А] <sup>12)</sup>	1600		1600		1600	
Расчетные потери мощности при 600 В [Вт] <sup>2), 3)</sup>	8075	9500	9165	10872	10860	12316
Расчетные потери мощности при 690 В [Вт] <sup>2), 3)</sup>	8388	9863	9537	11304	11291	12798
Макс. добавочные потери автоматического выключателя или расцепителя и контактора [Вт] (только F3)	342	427	419	532	519	615
Макс. потери дополнительных плат [Вт]	400	400	400	400	400	400
КПД <sup>3)</sup>	0,98		0,98		0,98	
Выходная частота [Гц]	0–500		0–500		0–500	
Отключение при перегреве платы управления [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	

**Таблица 7.8 Электрические характеристики для корпусов F1/F3, питание от сети 3 x 525–690 В**

1) Номиналы предохранителей см. в глава 10.5 Предохранители и автоматические выключатели.

2) Типовые значения потерь мощности приводятся при номинальной нагрузке; предполагается, что они находятся в пределах допуска  $\pm 15\%$  (допуск связан с изменениями напряжения и различием характеристик кабелей). Значения приведены исходя из типичного КПД двигателя (граница IE/IE3). Двигатели с меньшим КПД увеличивают потери мощности в преобразователе частоты. Касается определения размерных параметров охлаждения преобразователя частоты. Если частота коммутации превышает установленную по умолчанию, возможен существенный рост потерь. Приведенные данные учитывают мощность, потребляемую LCP и типовыми платами управления. Данные о потерях мощности в соответствии с EN 50598-2 см. [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Установка дополнительных устройств и нагрузки заказчика могут увеличить потери на 30 Вт, хотя обычно при полной нагрузке платы управления и установленных дополнительных платах в гнездах А или В увеличение потерь составляет всего 4 Вт для каждой платы.

3) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м (16,5 фута) при номинальной нагрузке и номинальной частоте. КПД, измеренный при номинальном токе. Класс энергоэффективности см. в глава 10.12 КПД. Потери при частичной нагрузке см. на сайте [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® AutomationDrive FC 302	P900		P1M0		P1M2	
<b>Высокая/нормальная перегрузка</b>	HO	NO	HO	NO	HO	NO
(Высокая перегрузка (HO) = 150 % тока в течение 60 с, нормальная перегрузка (NO) = 110 % тока в течение 60 с)						
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 550 В	750	850	850	1000	1000	1100
Типичная выходная мощность на валу [л. с.] при 575 В	1050	1150	1150	1350	1350	1550
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 690 В	900	1000	1000	1200	1200	1400
Размер корпуса	F2/F4		F2/F4		F2/F4	
Выходной ток (3 фазы)						

VLT® AutomationDrive FC 302	P900		P1M0		P1M2	
Высокая/нормальная перегрузка	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Непрерывный (при 550 В) [А]	988	1108	1108	1317	1317	1479
Прерывистый (перегрузка в течение 60 с при 550 В) [А]	1482	1219	1662	1449	1976	1627
Непрерывный (при 575/690 В) [А]	945	1060	1060	1260	1260	1415
Прерывистый (перегрузка в течение 60 с при 575/690 В) [А]	1418	1166	1590	1386	1890	1557
Непрерывная мощность (при 550 В) [кВА]	941	1056	1056	1255	1255	1409
Непрерывная мощность (при 575 В) [кВА]	941	1056	1056	1255	1255	1409
Непрерывная мощность (при 690 В) [кВА]	1129	1267	1267	1506	1506	1691
<b>Макс. входной ток</b>						
Непрерывный (при 550 В) [А]	952	1068	1068	1269	1269	1425
Непрерывный (при 575 В) [А]	911	1022	1022	1214	1214	1364
Непрерывный (при 690 В) [А]	911	1022	1022	1214	1214	1364
<b>Макс. число и размер кабелей на фазу</b>						
– Двигатель [мм <sup>2</sup> (AWG)]	12 x 150 (12 x 300 mcm)		12 x 150 (12 x 300 mcm)		12 x 150 (12 x 300 mcm)	
– Питающая сеть [мм <sup>2</sup> (AWG)] (F2)	8 x 240 (8 x 500 mcm)		8 x 240 (8 x 500 mcm)		8 x 240 (8 x 500 mcm)	
– Питающая сеть [мм <sup>2</sup> (AWG)] (F4)	8 x 456 (8 x 900 mcm)		8 x 456 (8 x 900 mcm)		8 x 456 (8 x 900 mcm)	
– Разделение нагрузки [мм <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 120 (4 x 250 mcm)		4 x 120 (4 x 250 mcm)		4 x 120 (4 x 250 mcm)	
– Тормоз [мм <sup>2</sup> (AWG)]	6 x 185 (6 x 350 mcm)		6 x 185 (6 x 350 mcm)		6 x 185 (6 x 350 mcm)	
Макс. внешние сетевые предохранители [А] <sup>1)</sup>	1600		2000		2500	
Расчетные потери мощности при 600 В [Вт] <sup>2), 3)</sup>	12062	13731	13269	16190	16089	18536
Расчетные потери мощности при 690 В [Вт] <sup>2), 3)</sup>	12524	14250	13801	16821	16719	19247
Макс. добавочные потери автоматического выключателя или расцепителя и контактора [Вт] (только F4)	556	665	634	863	861	1044
Макс. потери дополнительных плат [Вт]	400	400	400	400	400	400
КПД <sup>3)</sup>	0,98		0,98		0,98	
Выходная частота [Гц]	0–500		0–500		0–500	
Отключение при перегреве платы управления [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	

**Таблица 7.9 Электрические характеристики для корпусов F2/F4, питание от сети 3 x 525–690 В**

1) Номиналы предохранителей см. в глава 10.5 Предохранители и автоматические выключатели.

2) Типовые значения потерь мощности приводятся при номинальной нагрузке; предполагается, что они находятся в пределах допуска  $\pm 15\%$  (допуск связан с изменениями напряжения и различием характеристик кабелей). Значения приведены исходя из типичного КПД двигателя (граница IЕ/IE3). Двигатели с меньшим КПД увеличивают потери мощности в преобразователе частоты. Касается определения размерных параметров охлаждения преобразователя частоты. Если частота коммутации превышает установленную по умолчанию, возможен существенный рост потерь. Приведенные данные учитывают мощность, потребляемую LCP и типовыми платами управления. Данные о потерях мощности в соответствии с EN 50598-2 см. [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Установка дополнительных устройств и нагрузки заказчика могут увеличить потери на 30 Вт, хотя обычно при полной нагрузке платы управления и установленных дополнительных платах в гнездах А или В увеличение потерь составляет всего 4 Вт для каждой платы.

3) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м (16,5 фута) при номинальной нагрузке и номинальной частоте. КПД, измеренный при номинальном токе. Класс энергоэффективности см. в глава 10.12 КПД. Потери при частичной нагрузке см. на сайте [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® AutomationDrive FC 302	P355		P400		P500		P560	
Высокая/нормальная перегрузка	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
(Высокая перегрузка (HO) = 150 % тока в течение 60 с, нормальная перегрузка (NO) = 110 % тока в течение 60 с)								

VLT® AutomationDrive FC 302	P355		P400		P500		P560	
<b>Высокая/нормальная перегрузка</b>	<b>HO</b>	<b>NO</b>	<b>HO</b>	<b>NO</b>	<b>HO</b>	<b>NO</b>	<b>HO</b>	<b>NO</b>
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 550 В	315	355	315	400	400	450	450	500
Типичная выходная мощность на валу [л. с.] при 575 В	400	450	400	500	500	600	600	650
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 690 В	355	450	400	500	500	560	560	630
<b>Размер корпуса</b>	<b>F8/F9</b>		<b>F8/F9</b>		<b>F8/F9</b>		<b>F8/F9</b>	
<b>Выходной ток (3 фазы)</b>								
Непрерывный (при 550 В) [А]	395	470	429	523	523	596	596	630
Прерывистый (перегрузка в течение 60 с при 550 В) [А]	593	517	644	575	785	656	894	693
Непрерывный (при 575/690 В) [А]	380	450	410	500	500	570	570	630
Прерывистый (перегрузка в течение 60 с при 575/690 В) [А]	570	495	615	550	750	627	855	693
Непрерывная мощность (при 550 В) [кВА]	376	448	409	498	498	568	568	600
Непрерывная мощность (при 575 В) [кВА]	378	448	408	498	498	568	568	627
Непрерывная мощность (при 690 В) [кВА]	454	538	490	598	598	681	681	753
<b>Макс. входной ток</b>								
Непрерывный (при 550 В) [А]	381	453	413	504	504	574	574	607
Непрерывный (при 575 В) [А]	366	434	395	482	482	549	549	607
Непрерывный (при 690 В)	366	434	395	482	482	549	549	607
<b>Макс. число и размер кабелей на фазу</b>								
– Двигатель [мм <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)	
– Питающая сеть [мм <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 85 (4 x 3/0 mcm)		4 x 85 (4 x 3/0 mcm)		4 x 85 (4 x 3/0 mcm)		4 x 85 (4 x 3/0 mcm)	
– Тормоз [мм <sup>2</sup> (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)	
Макс. внешние сетевые предохранители [А] <sup>1)</sup>	630		630		630		630	
Расчетные потери мощности при 600 В [Вт] <sup>2), 3)</sup>	4424	5323	4795	6010	6493	7395	7383	8209
Расчетные потери мощности при 690 В [Вт] <sup>2), 3)</sup>	4589	5529	4970	6239	6707	7653	7633	8495
КПД <sup>3)</sup>	0,98		0,98		0,98		0,98	
Выходная частота [Гц]	0–500		0–500		0–500		0–500	
Отключение при перегреве платы управления [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)		85 (185)	

Таблица 7.10 Электрические характеристики для корпусов F8/F9, питание от сети 6 x 525–690 В

1) Номиналы предохранителей см. в глава 10.5 Предохранители и автоматические выключатели.

2) Типовые значения потерь мощности приводятся при номинальной нагрузке; предполагается, что они находятся в пределах допуска  $\pm 15\%$  (допуск связан с изменениями напряжения и различием характеристик кабелей). Значения приведены исходя из типичного КПД двигателя (граница IE/IE3). Двигатели с меньшим КПД увеличивают потери мощности в преобразователе частоты. Касается определения размерных параметров охлаждения преобразователя частоты. Если частота коммутации превышает установленную по умолчанию, возможен существенный рост потерь. Приведенные данные учитывают мощность, потребляемую LCP и типовыми платами управления. Данные о потерях мощности в соответствии с EN 50598-2 см. [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Установка дополнительных устройств и нагрузки заказчика могут увеличить потери на 30 Вт, хотя обычно при полной нагрузке платы управления и установленных дополнительных платах в гнездах А или В увеличение потерь составляет всего 4 Вт для каждой платы.

3) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м (16,5 фута) при номинальной нагрузке и номинальной частоте. КПД, измеренный при номинальном токе. Класс энергоэффективности см. в глава 10.12 КПД. Потери при частичной нагрузке см. на сайте [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® AutomationDrive FC 302	P630		P710		P800	
<b>Высокая/нормальная перегрузка</b> (Высокая перегрузка (HO) = 150 % тока в течение 60 с, нормальная перегрузка (NO) = 110 % тока в течение 60 с)	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 550 В	500	560	560	670	670	750
Типичная выходная мощность на валу [л. с.] при 575 В	650	750	750	950	950	1050
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 690 В	630	710	710	800	800	900
<b>Размер корпуса</b>	F10/F11		F10/F11		F10/F11	
<b>Выходной ток (3 фазы)</b>						
Непрерывный (при 550 В) [А]	659	763	763	889	889	988
Прерывистый (перегрузка в течение 60 с при 550 В) [А]	989	839	1145	978	1334	1087
Непрерывный (при 575/690 В) [А]	630	730	730	850	850	945
Прерывистый (перегрузка в течение 60 с при 575/690 В) [А]	945	803	1095	935	1275	1040
Непрерывная мощность (при 550 В) [кВА]	628	727	727	847	847	941
Непрерывная мощность (при 575 В) [кВА]	627	727	727	847	847	941
Непрерывная мощность (при 690 В) [кВА]	753	872	872	1016	1016	1129
<b>Макс. входной ток</b>						
Непрерывный (при 550 В) [А]	635	735	735	857	857	952
Непрерывный (при 575 В) [А]	607	704	704	819	819	911
Непрерывный (при 690 В) [А]	607	704	704	819	819	911
<b>Макс. число и размер кабелей на фазу</b>						
– Двигатель [мм <sup>2</sup> (AWG)]	8 x 150 (8 x 300 mcm)		8 x 150 (8 x 300 mcm)		8 x 150 (8 x 300 mcm)	
– Питающая сеть [мм <sup>2</sup> (AWG)]	6 x 120 (4 x 900 mcm)		6 x 120 (4 x 900 mcm)		6 x 120 (4 x 900 mcm)	
– Тормоз [мм <sup>2</sup> (AWG)]	4 x 185 (4 x 350 mcm)		4 x 185 (4 x 350 mcm)		4 x 185 (4 x 350 mcm)	
Макс. внешние сетевые предохранители [А] <sup>1)</sup>	900		900		900	
Расчетные потери мощности при 600 В [Вт] <sup>2), 3)</sup>	8075	9500	9165	10872	10860	12316
Расчетные потери мощности при 690 В [Вт] <sup>2), 3)</sup>	8388	9863	9537	11304	11291	12798
Макс. добавочные потери автоматического выключателя или расцепителя и контактора [Вт] (только F11)	342	427	419	532	519	615
Макс. потери дополнительных плат [Вт]	400	400	400	400	400	400
КПД <sup>3)</sup>	0,98		0,98		0,98	
Выходная частота [Гц]	0–500		0–500		0–500	
Отключение при перегреве платы управления [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	

**Таблица 7.11 Электрические характеристики для корпусов F10/F11, питание от сети 6 x 525–690 В**

1) Номиналы предохранителей см. в глава 10.5 Предохранители и автоматические выключатели.

2) Типовые значения потерь мощности приводятся при номинальной нагрузке; предполагается, что они находятся в пределах допуска  $\pm 15\%$  (допуск связан с изменениями напряжения и различием характеристик кабелей). Значения приведены исходя из типичного КПД двигателя (граница IE/IE3). Двигатели с меньшим КПД увеличивают потери мощности в преобразователе частоты. Касается определения размерных параметров охлаждения преобразователя частоты. Если частота коммутации превышает установленную по умолчанию, возможен существенный рост потерь. Приведенные данные учитывают мощность, потребляемую LCP и типовыми платами управления. Данные о потерях мощности в соответствии с EN 50598-2 см. [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/). Установка дополнительных устройств и нагрузки заказчика могут увеличить потери на 30 Вт, хотя обычно при полной нагрузке платы управления и установленных дополнительных платах в гнездах А или В увеличение потерь составляет всего 4 Вт для каждой платы.

3) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м (16,5 фута) при номинальной нагрузке и номинальной частоте. КПД, измеренный при номинальном токе. Класс энергоэффективности см. в глава 10.12 КПД. Потери при частичной нагрузке см. на сайте [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

VLT® AutomationDrive FC 302	P900		P1M0		P1M2	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO
<b>Высокая/нормальная перегрузка</b> (Высокая перегрузка (HO) = 150 % тока в течение 60 с, нормальная перегрузка (NO) = 110 % тока в течение 60 с)						
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 550 В	750	850	850	1000	1000	1100
Типичная выходная мощность на валу [л. с.] при 575 В	1050	1150	1150	1350	1350	1550
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 690 В	900	1000	1000	1200	1200	1400
<b>Размер корпуса</b>	F12/F13		F12/F13		F12/F13	
<b>Выходной ток (3 фазы)</b>						
Непрерывный (при 550 В) [А]	988	1108	1108	1317	1317	1479
Прерывистый (перегрузка в течение 60 с при 550 В) [А]	1482	1219	1219	1449	1976	1627
Непрерывный (при 575/690 В) [А]	945	1060	1060	1260	1260	1415
Прерывистый (перегрузка в течение 60 с при 575/690 В) [А]	1418	1166	1590	1386	1890	1557
Непрерывная мощность (при 550 В) [кВА]	941	1056	1056	1255	1255	1409
Непрерывная мощность (при 575 В) [кВА]	941	1056	1056	1255	1255	1409
Непрерывная мощность (при 690 В) [кВА]	1129	1267	1267	1506	1506	1691
<b>Макс. входной ток</b>						
Непрерывный (при 550 В) [А]	952	1068	1068	1269	1269	1425
Непрерывный (при 575 В) [А]	911	1022	1022	1214	1214	1364
Непрерывный (при 690 В) [А]	911	1022	1022	1214	1214	1364
<b>Макс. число и размер кабелей на фазу</b>						
– Двигатель [мм <sup>2</sup> (AWG)]	12 x 150 (12 x 300 mcm)		12 x 150 (12 x 300 mcm)		12 x 150 (12 x 300 mcm)	
– Питающая сеть [мм <sup>2</sup> (AWG)] (F12)	8 x 240 (8 x 500 mcm)		8 x 240 (8 x 500 mcm)		8 x 240 (8 x 500 mcm)	
– Питающая сеть [мм <sup>2</sup> (AWG)] (F13)	8 x 456 (8 x 900 mcm)		8 x 456 (8 x 900 mcm)		8 x 456 (8 x 900 mcm)	
– Тормоз [мм <sup>2</sup> (AWG)]	6 x 185 (6 x 350 mcm)		6 x 185 (6 x 350 mcm)		6 x 185 (6 x 350 mcm)	
Макс. внешние сетевые предохранители [А] <sup>1)</sup>	1600		2000		2500	
Расчетные потери мощности при 600 В [Вт] <sup>2), 3)</sup>	12062	13731	13269	16190	16089	18536
Расчетные потери мощности при 690 В [Вт] <sup>2), 3)</sup>	12524	14250	13801	16821	16719	19247
Макс. добавочные потери автоматического выключателя или расцепителя и контактора [Вт] (только F13)	556	665	634	863	861	1044
Макс. потери дополнительных плат [Вт]	400	400	400	400	400	400
КПД <sup>3)</sup>	0,98		0,98		0,98	
Выходная частота [Гц]	0–500		0–500		0–500	
Отключение при перегреве платы управления [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	

Таблица 7.12 Электрические характеристики для корпусов F12/F13, питание от сети 6 x 525–690 В

1) Номиналы предохранителей см. в глава 10.5 Предохранители и автоматические выключатели.

2) Типовые значения потерь мощности приводятся при номинальной нагрузке; предполагается, что они находятся в пределах допуска  $\pm 15\%$  (допуск связан с изменениями напряжения и различием характеристик кабелей). Значения приведены исходя из типичного КПД двигателя (граница IЕ/IE3). Двигатели с меньшим КПД увеличивают потери мощности в преобразователе частоты. Касается определения размерных параметров охлаждения преобразователя частоты. Если частота коммутации превышает установленную по умолчанию, возможен существенный рост потерь. Приведенные данные учитывают мощность, потребляемую LCP и типовыми платами управления. Данные о потерях мощности в соответствии с EN 50598-2 см. [drives.danfoss.com/knowledge-](http://drives.danfoss.com/knowledge-)

center/energy-efficiency-directive/#/. Установка дополнительных устройств и нагрузки заказчика могут увеличить потери на 30 Вт, хотя обычно при полной нагрузке платы управления и установленных дополнительных платах в гнездах А или В увеличение потерь составляет всего 4 Вт для каждой платы.

3) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м (16,5 фута) при номинальной нагрузке и номинальной частоте. КПД, измеренный при номинальном токе. Класс энергоэффективности см. в глава 10.12 КПД. Потери при частичной нагрузке см. на сайте [drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/](http://drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/).

### 7.3 Питание от сети

Питание от сети

Питающие клеммы (6-импульсн.)	L1, L2, L3
Питающие клеммы (12-импульсн.)	L1-1, L2-1, L3-1, L1-2, L2-2, L3-2
Напряжение питания	380–480 В ±10 %, 525–690 В ±10 %

*Низкое напряжение сети/пропадание напряжения:*

При низком напряжении сети или при пропадании напряжения сети преобразователь частоты продолжает работать, пока напряжение в звене постоянного тока не снизится до минимального уровня, при котором происходит останова; обычно напряжение останова на 15 % ниже минимального номинального напряжения питания преобразователя. Включение питания и полный крутящий момент невозможны при напряжении сети меньше 10 % минимального напряжения питания преобразователя частоты.

Частота сети питания	50/60 Гц ±5 %
Макс. кратковременная асимметрия фаз сети питания	3,0 % от номинального напряжения питающей сети <sup>1)</sup>
Коэффициент активной мощности (λ)	≥ 0,9 номинального значения при номинальной нагрузке
Коэффициент реактивной мощности (cos φ) близок к единице	(> 0,98)
Число включений входного питания L1, L2, L3	Не более 1 раза в 2 минуты
Условия окружающей среды в соответствии с требованием стандарта EN60664-1	Категория по перенапряжению III/степень загрязнения 2

*Преобразователь частоты подходит для использования в схеме, способной при напряжении 480/600 В выдерживать ток короткого замыкания (SCCR) 100 кА.*

1) Расчеты основаны на стандартах UL/IEC61800-3.

### 7.4 Выходная мощность и другие характеристики двигателя

Выходные характеристики двигателя (U, V, W)

Выходное напряжение	0–100 % от напряжения питания
Выходная частота	0–590 Гц <sup>1)</sup>
Выходная частота в режиме магнитного потока	0–300 Гц
Число коммутаций на выходе	Без ограничения
Длительность изменения скорости	0,01–3600 с

1) Зависит от напряжения и мощности.

Характеристики крутящего момента

Пусковой крутящий момент (постоянный крутящий момент)	Максимум 150 % на протяжении 60 с <sup>1), 2)</sup>
Перегрузка по крутящему моменту (постоянный крутящий момент)	Максимум 150 % на протяжении 60 с <sup>1), 2)</sup>

1) Значение в процентах относится к номинальному току преобразователя частоты.

2) 1 раз за 10 минут.

### 7.5 Условия окружающей среды

Окружающая среда

Корпуса E1/F1/F2/F3/F4/F8/F9/F10/F11/F12/F13	IP21/тип 1, IP54/тип12
Корпус E2	IP00/шасси
Испытание на вибрацию	1,0 г
Относительная влажность	5–95 % (IEC 721-3-3); класс ЗКЗ (без конденсации) во время работы
Агрессивная среда (IEC 60068-2-43), тест Н:S	Класс Кd
Агрессивная среда (IEC 60721-3-3)	Класс ЗСЗ



Метод испытаний соответствует требованиям стандарта IEC 60068-2-43	H2S (10 дней)
Температура окружающей среды (в режиме коммутации SFAVM)	
– со снижением номинальных характеристик	Максимум 55 °C (131 °F) <sup>1)</sup>
– при полной выходной мощности, типовые двигатели EFF2 (до 90 % выходного тока)	Максимум 50 °C (122 °F) <sup>1)</sup>
– при полном непрерывном выходном токе ПЧ	Максимум 45 °C (113 °F) <sup>1)</sup>
Мин. температура окружающей среды во время работы с полной нагрузкой	0 °C (32 °F)
Мин. температура окружающей среды при работе с пониженной производительностью	-10 °C (14 °F)
Температура при хранении/транспортировке	от -25 до +65/70 °C (от 13 до 149/158 °F)
Макс. высота над уровнем моря без снижения номинальных характеристик	1000 м (3281 фут)
Макс. высота над уровнем моря со снижением номинальных характеристик	3000 м (9842 фута)

1) *Дополнительные сведения о снижении номинальных характеристик см. в глава 9.6 Снижение номинальных характеристик.*

Стандарты ЭМС, излучение	EN 61800-3
Стандарты ЭМС, помехоустойчивость	EN 61800-3
Класс энергоэффективности <sup>1)</sup>	IE2

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

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



## 7.6 Технические характеристики кабелей

Длина и сечение кабелей управления

Макс. длина кабеля двигателя, экранированный	150 м (492 фута)
Макс. длина кабеля двигателя, неэкранированный	300 м (984 фута)
Макс. поперечное сечение кабеля для двигателя, сети, цепи разделения нагрузки и тормоза	См. глава 7 Технические характеристики <sup>1)</sup>
Макс. сечение проводов, подключаемых к клеммам управления при монтаже жестким проводом	1,5 мм <sup>2</sup> /16 AWG (2 x 0,75 мм <sup>2</sup> )
Макс. сечение проводов, подключаемых к клеммам управления при монтаже гибким кабелем	1 мм <sup>2</sup> /18 AWG
Макс. сечение проводов, подключаемых к клеммам управления при монтаже кабелем с центральной жилой	0,5 мм <sup>2</sup> / 20 AWG
Мин. сечение проводов, подключаемых к клеммам управления	0,25 мм <sup>2</sup> /23 AWG

1) *Данные о кабелях питания приведены в глава 7.1 Электрические характеристики, 380–500 В и глава 7.2 Электрические характеристики, 525–690 В.*

## 7.7 Вход/выход и характеристики цепи управления

Цифровые входы

Программируемые цифровые входы	4 (6)
Номер клеммы	18, 19, 27 <sup>1)</sup> , 29 <sup>1)</sup> , 32, 33
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 <sub>i</sub>	Приблизительно 4 кОм

*Все цифровые входы гальванически изолированы от напряжения питания (PELV) и других высоковольтных клемм.*

1) *Клеммы 27 и 29 могут быть также запрограммированы как выходы.*

## Аналоговые входы

Количество аналоговых входов	2
Номер клеммы	53, 54
Режимы	Напряжение или ток
Выбор режима	Переключатели A53 и A54
Режим напряжения	Переключатель A53/A54 = (U)
Уровень напряжения	От -10 В до +10 В (масштабируемый)
Входное сопротивление, $R_i$	Приблизительно 10 кОм
Максимальное напряжение	$\pm 20$ В
Режим тока	Переключатель A53/A54 = (I)
Уровень тока	От 0/4 до 20 мА (масштабируемый)
Входное сопротивление, $R_i$	Приблизительно 200 Ом
Максимальный ток	30 мА
Разрешающая способность аналоговых входов	10 битов (+ знак)
Точность аналоговых входов	Погрешность не более 0,5 % от полной шкалы
Полоса частот	100 Гц

Аналоговые входы гальванически изолированы от напряжения питания (PELV) и других высоковольтных клемм.

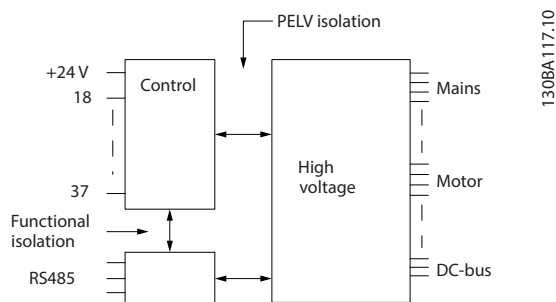


Рисунок 7.1 Изоляция PELV

## Импульсные входы

Программируемые импульсные входы	2
Номера клемм импульсных входов	29, 33
Макс. частота на клеммах 29, 33 (двухтактный режим)	110 кГц
Макс. частота на клеммах 29, 33 (открытый коллектор)	5 кГц
Мин. частота на клеммах 29, 33	4 Гц
Уровень напряжения	См. Цифровые входы в глава 7.7 Вход/выход и характеристики цепи управления
Максимальное напряжение на входе	28 В пост. тока
Входное сопротивление, $R_i$	Приблизительно 4 кОм
Точность на импульсном входе (0,1–1 кГц)	Максимальная погрешность: 0,1 % от полной шкалы

## Аналоговый выход

Количество программируемых аналоговых выходов	1
Номер клеммы	42
Диапазон тока аналогового выхода	0/4–20 мА
Макс. нагрузка резистора на аналоговом выходе относительно общего провода	500 Ом
Точность на аналоговом выходе	Максимальная погрешность: 0,8 % от полной шкалы
Разрешающая способность на аналоговом выходе	8 бит

Аналоговый выход гальванически изолирован 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-)
Клемма номер 61	Общий для клемм 68 и 69

Схема последовательной связи RS485 функционально отделена от других центральных схем и гальванически изолирована от напряжения питания (PELV).

## Цифровой выход

Программируемые цифровые/импульсные выходы:	2
Номер клеммы	27, 29 <sup>1)</sup>
Уровень напряжения на цифровом/частотном выходе	0–24 В
Макс. выходной ток (потребитель или источник)	40 мА
Макс. нагрузка на частотном выходе	1 кОм
Макс. емкостная нагрузка на частотном выходе	10 нФ
Минимальная выходная частота на частотном выходе	0 Гц
Максимальная выходная частота на частотном выходе	32 кГц
Точность частотного выхода	Максимальная погрешность: 0,1 % от полной шкалы
Разрешающая способность частотных выходов	12 бит

1) Клеммы 27 и 29 могут быть также запрограммированы как входы.

Цифровой выход гальванически изолирован от напряжения питания (PELV) и других высоковольтных клемм.

## Плата управления, выход 24 В пост. тока

Номер клеммы	12, 13
Максимальная нагрузка	200 мА

Источник напряжения 24 В пост. тока гальванически изолирован от напряжения питания (PELV), но у него тот же потенциал, что у аналоговых и цифровых входов и выходов.

## Выходы реле

Программируемые выходы реле	2
Макс. поперечное сечение для клемм реле	2,5 мм <sup>2</sup> (12 AWG)
Мин. поперечное сечение для клемм реле	0,2 мм <sup>2</sup> (30 AWG)
Длина зачистки провода	8 мм (0,3 дюйма)
<b>Номера клемм Реле 01</b>	1–3 (размыкание), 1–2 (замыкание)
Макс. нагрузка (АС-1) <sup>1)</sup> на клеммах 1–2 (нормально разомкнутый контакт) (резистивная нагрузка) <sup>2), 3)</sup>	400 В перем. тока, 2 А
Макс. нагрузка (АС-15) <sup>1)</sup> на клеммах 1–2 (нормально разомкнутый контакт) (индуктивная нагрузка при cosφ 0,4)	240 В перем. тока, 0,2 А
Макс. нагрузка (DC-1) <sup>1)</sup> на клеммах 1–2 (нормально разомкнутый контакт) (резистивная нагрузка)	80 В пост. тока, 2 А
Макс. нагрузка (DC-13) <sup>1)</sup> на клеммах 1–2 (нормально разомкнутый контакт) (индуктивная нагрузка)	24 В пост. тока, 0,1 А
Макс. нагрузка (АС-1) <sup>1)</sup> на клеммах 1–3 (нормально замкнутый контакт) (резистивная нагрузка)	240 В перем. тока, 2 А
Макс. нагрузка (АС-15) <sup>1)</sup> на клеммах 1–3 (нормально замкнутый контакт) (индуктивная нагрузка при cosφ 0,4)	240 В перем. тока, 0,2 А
Макс. нагрузка (DC-1) <sup>1)</sup> на клеммах 1–3 (нормально замкнутый контакт) (резистивная нагрузка)	50 В пост. тока, 2 А
Макс. нагрузка (DC-13) <sup>1)</sup> на клеммах 1–3 (нормально замкнутый контакт) (индуктивная нагрузка)	24 В пост. тока, 0,1 А
Мин. нагрузка на клеммах 1–3 (нормально замкнутый контакт), 1–2 (нормально разомкнутый контакт)	24 В пост. тока, 10 мА, 24 В перем. тока, 2 мА
Условия окружающей среды согласно стандарту EN60664-1	Категория по перенапряжению III/степень загрязнения 2
<b>Номера клемм реле 02</b>	4–6 (размыкание), 4–5 (замыкание)
Макс. нагрузка (АС-1) <sup>1)</sup> на клеммах 4–5 (нормально разомкнутый контакт) (резистивная нагрузка) <sup>2), 3)</sup>	400 В перем. тока, 2 А
Макс. нагрузка (АС-15) <sup>1)</sup> на клеммах 4–5 (нормально разомкнутый контакт) (индуктивная нагрузка при cosφ 0,4)	240 В перем. тока, 0,2 А
Макс. нагрузка (DC-1) <sup>1)</sup> на клеммах 4–5 (нормально разомкнутый контакт) (резистивная нагрузка)	80 В пост. тока, 2 А
Макс. нагрузка (DC-13) <sup>1)</sup> на клеммах 4–5 (нормально разомкнутый контакт) (индуктивная нагрузка)	24 В пост. тока, 0,1 А
Макс. нагрузка (АС-1) <sup>1)</sup> на клеммах 4–6 (нормально замкнутый контакт) (резистивная нагрузка)	240 В перем. тока, 2 А
Макс. нагрузка (АС-15) <sup>1)</sup> на клеммах 4–6 (нормально замкнутый контакт) (индуктивная нагрузка при cosφ 0,4)	240 В перем. тока, 0,2 А
Макс. нагрузка (DC-1) <sup>1)</sup> на клеммах 4–6 (нормально замкнутый контакт) (резистивная нагрузка)	50 В пост. тока, 2 А
Макс. нагрузка (DC-13) <sup>1)</sup> на клеммах 4–6 (нормально замкнутый контакт) (индуктивная нагрузка)	24 В пост. тока, 0,1 А

Мин. нагрузка на клеммах 4–6 (нормально замкнутый контакт), 4–5 24 В пост. тока, 10 мА, 24 В перем. тока, (нормально разомкнутый контакт) 2 мА  
Условия окружающей среды согласно стандарту EN60664-1 Категория по перенапряжению III/степень загрязнения 2

Контакты реле имеют гальваническую развязку от остальной части схемы благодаря усиленной изоляции (PELV).

- 1) IEC 60947, части 4 и 5.
- 2) Категория по перенапряжению II.
- 3) Аттестованные по UL применения при 300 В перем. тока, 2 А.

Плата управления, выход +10 В пост. тока

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

Источник напряжения 10 В пост. тока гальванически изолирован от напряжения питания (PELV) и других высоковольтных клемм.

Характеристики управления

Разрешающая способность выходной частоты в интервале 0–1000 Гц	±0,003 Гц
Время реакции системы (клеммы 18, 19, 27, 29, 32, 33)	≤ 2 м/с
Диапазон регулирования скорости (разомкнутый контур)	1:100 синхронной скорости вращения
Точность регулирования скорости вращения (разомкнутый контур)	30–4000 об/мин: максимальная погрешность не более ±8 об/мин

Все характеристики регулирования относятся к управлению 4-полюсным асинхронным двигателем.

Рабочие характеристики платы управления

Интервал сканирования	5 мс
-----------------------	------

Плата управления, последовательная связь через порт USB

Стандартный порт USB	1.1 (полная скорость)
Разъем USB	Разъем USB типа B, разъем для устройств

## **УВЕДОМЛЕНИЕ**

Подключение ПК осуществляется стандартным кабелем USB (хост/устройство).

Соединение USB гальванически изолировано от напряжения питания (с защитой PELV) и других высоковольтных клемм.

Соединение USB не изолировано гальванически от заземления. К разъему USB на преобразователе частоты может подключаться только изолированный переносной ПК или изолированный USB-кабель/преобразователь.

## 7.8 Массы корпусов

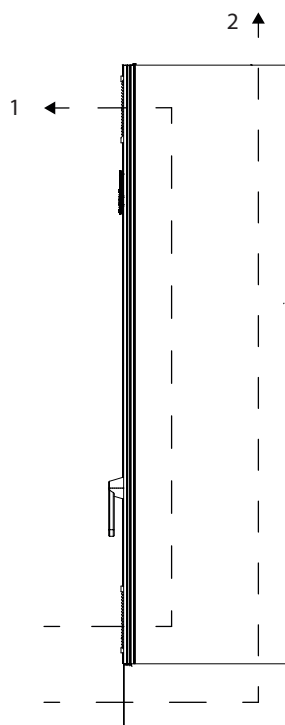
Корпус	380–480/500 В	525–690 В
E1	270–313 кг (595–690 фунтов)	263–313 кг (580–690 фунтов)
E2	234–277 кг (516–611 фунтов)	221–277 кг (487–611 фунтов)

Таблица 7.13 Массы корпусов E1–E2, кг (фунты)

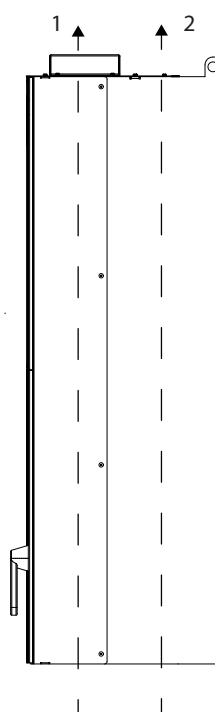
Корпус	380–480/500 В	525–690 В
F1	1017 кг (2242,1 фунта)	1017 кг (2242,1 фунта)
F2	1260 кг (2777,9 фунта)	1260 кг (2777,9 фунта)
F3	1318 кг (2905,7 фунта)	1318 кг (2905,7 фунта)
F4	1561 кг (3441,5 фунта)	1561 кг (3441,5 фунта)
F8	447 кг (985,5 фунта)	447 кг (985,5 фунта)
F9	669 кг (1474,9 фунта)	669 кг (1474,9 фунта)
F10	893 кг (1968,8 фунта)	893 кг (1968,8 фунта)
F11	1116 кг (2460,4 фунта)	1116 кг (2460,4 фунта)
F12	1037 кг (2286,4 фунта)	1037 кг (2286,4 фунта)
F13	1259 кг (2775,7 фунта)	1259 кг (2775,7 фунта)

Таблица 7.14 Массы корпусов F1–F13, кг (фунты)

### 7.9 Циркуляция воздуха через корпуса E1–E2 и F1–F13



e:30bg05.1.10



e:30bg052.10

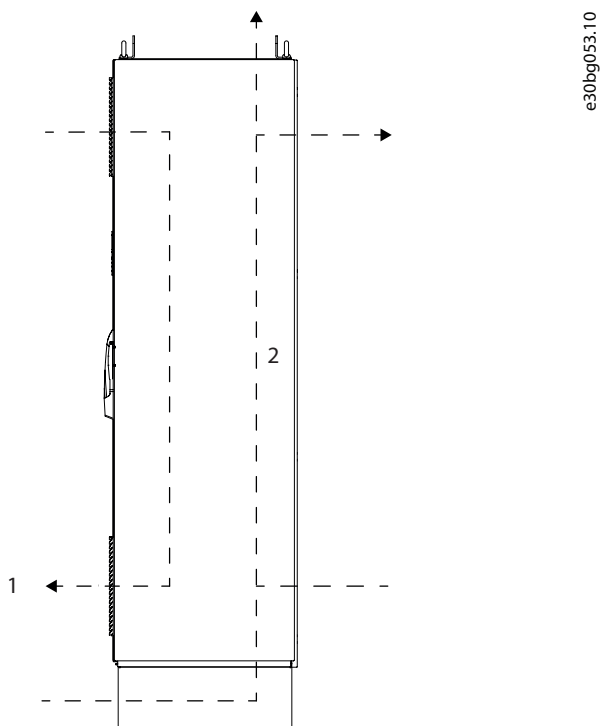
1	Циркуляция воздуха через фронтальный канал, 340 м <sup>3</sup> /час (200 куб. футов/мин)
2	Циркуляция воздуха через тыльный канал, 1105 м <sup>3</sup> /час (650 куб. футов/мин) или 1444 м <sup>3</sup> /час (850 куб. футов/мин)

Рисунок 7.2 Циркуляция воздуха через корпуса E1

1	Циркуляция воздуха через фронтальный канал, 255 м <sup>3</sup> /час (150 куб. футов/мин)
2	Циркуляция воздуха через тыльный канал, 1105 м <sup>3</sup> /час (650 куб. футов/мин) или 1444 м <sup>3</sup> /час (850 куб. футов/мин)

Рисунок 7.3 Циркуляция воздуха через корпус E2

7



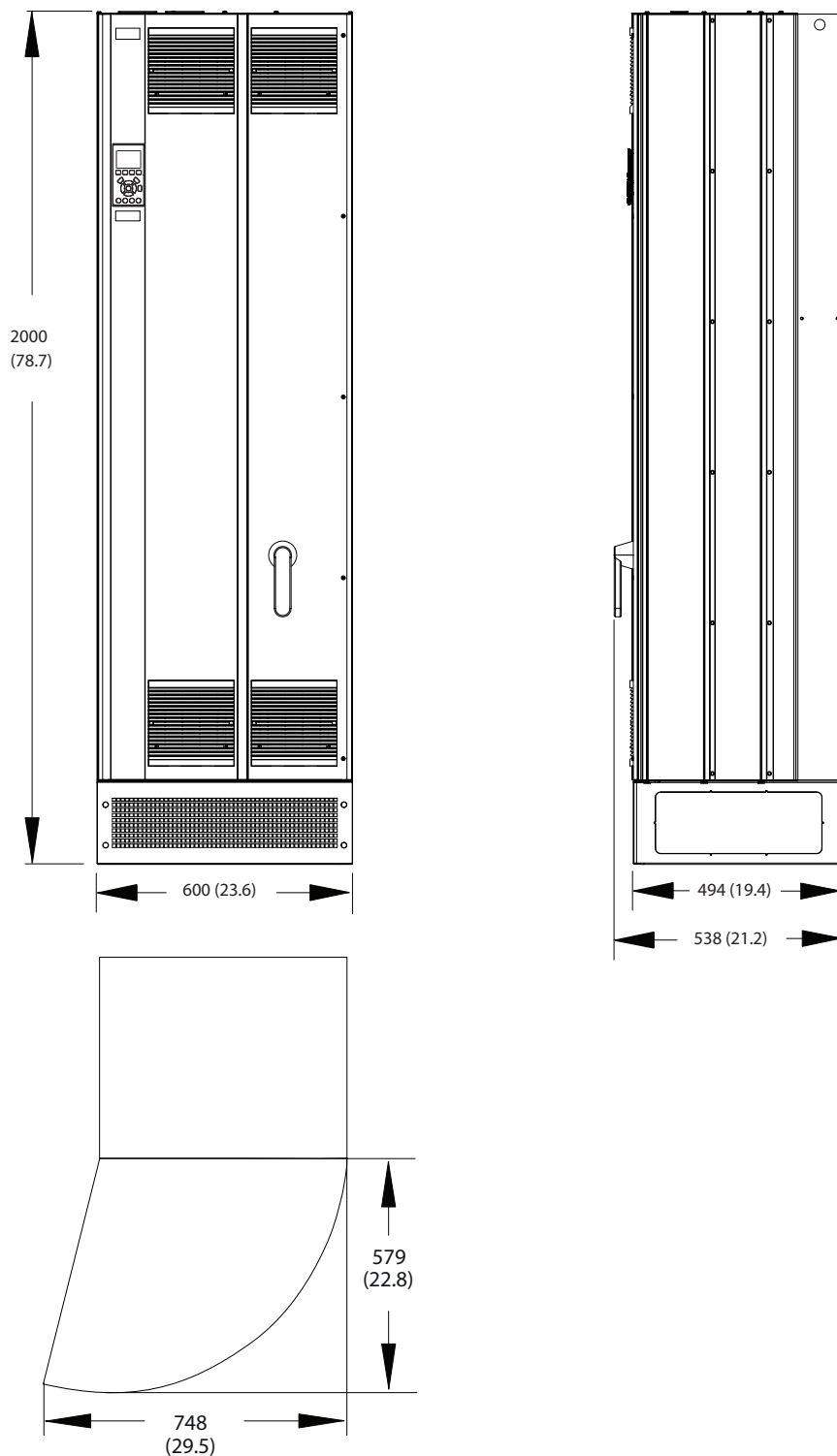
1	Циркуляция воздуха через фронтальный канал - IP21/тип 1, 700 м <sup>3</sup> /час (412 куб. футов/мин) - IP54/тип 12, 525 м <sup>3</sup> /час (309 куб. футов/мин)
2	Циркуляция воздуха через тыльный канал, 985 м <sup>3</sup> /час (580 куб. футов/мин)

Рисунок 7.4 Циркуляция воздуха через корпуса F1–F13

## 8 Внешние размеры и размеры клемм

### 8.1 Внешние размеры и размеры клемм E1

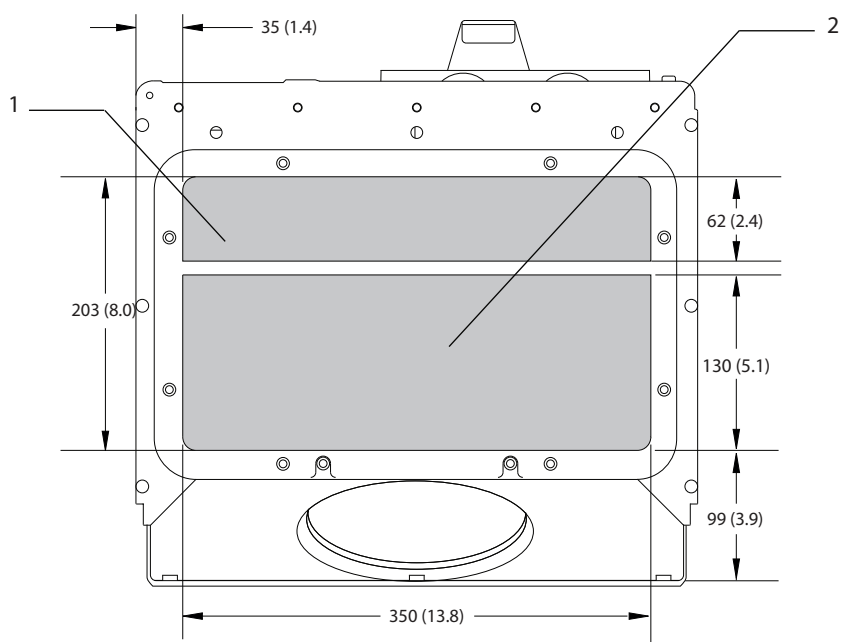
#### 8.1.1 Внешние размеры E1



130BF328.10

8

Рисунок 8.1 Размеры зазоров спереди, сбоку и пространство для открытия дверей для E1



130BF611.10

8

1	Сторона сети	2	Сторона двигателя
---	--------------	---	-------------------

Рисунок 8.2 Размеры панели уплотнений для E1/E2



### 8.1.2 Размеры клемм E1

Силовые кабели тяжелые и изгибаются с трудом. Чтобы сделать монтаж кабелей более удобным, выберите для размещения преобразователя частоты оптимальное место. Каждая клемма позволяет использовать до 4 кабелей с кабельными наконечниками или стандартными обжимными наконечниками. Заземление подключается к соответствующей соединительной точке преобразователя частоты.

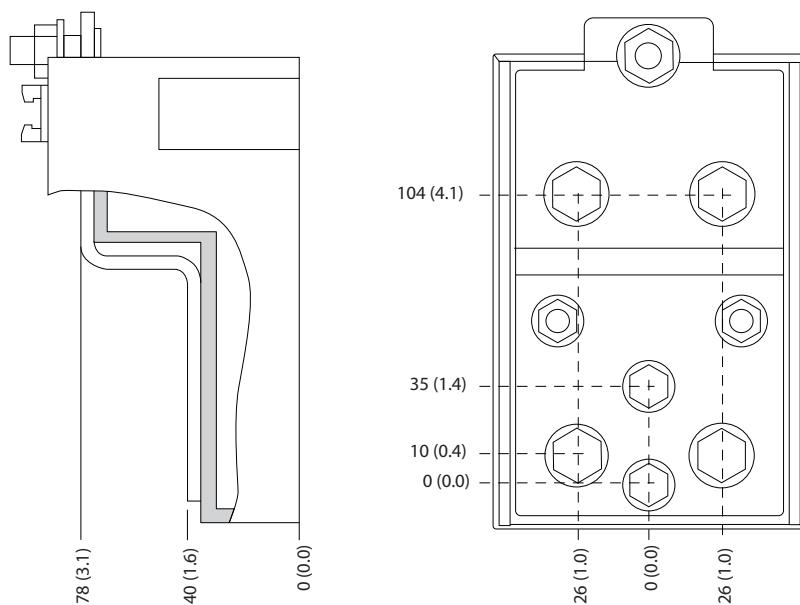
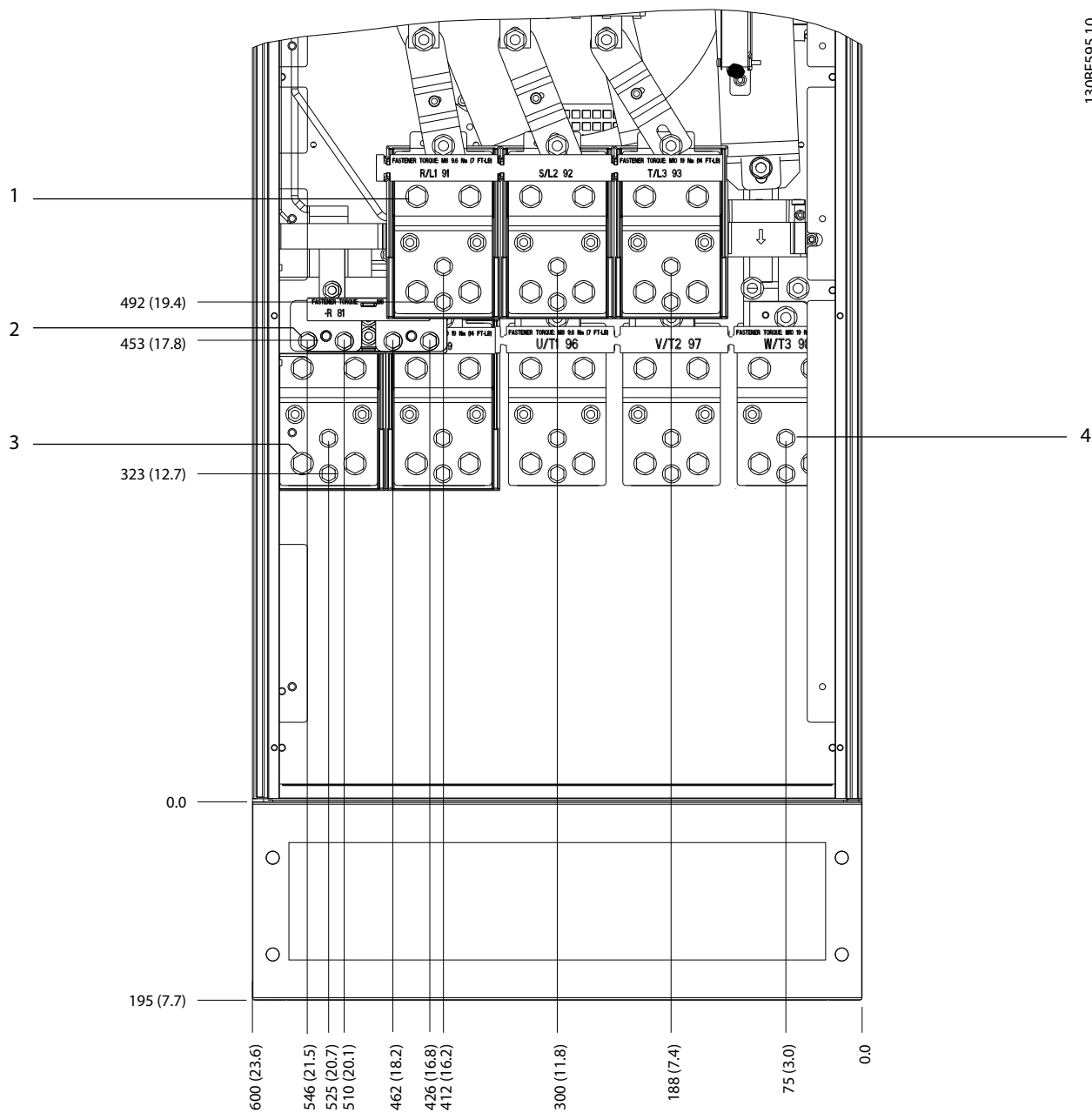


Рисунок 8.3 Подробные размеры клемм для E1/E2

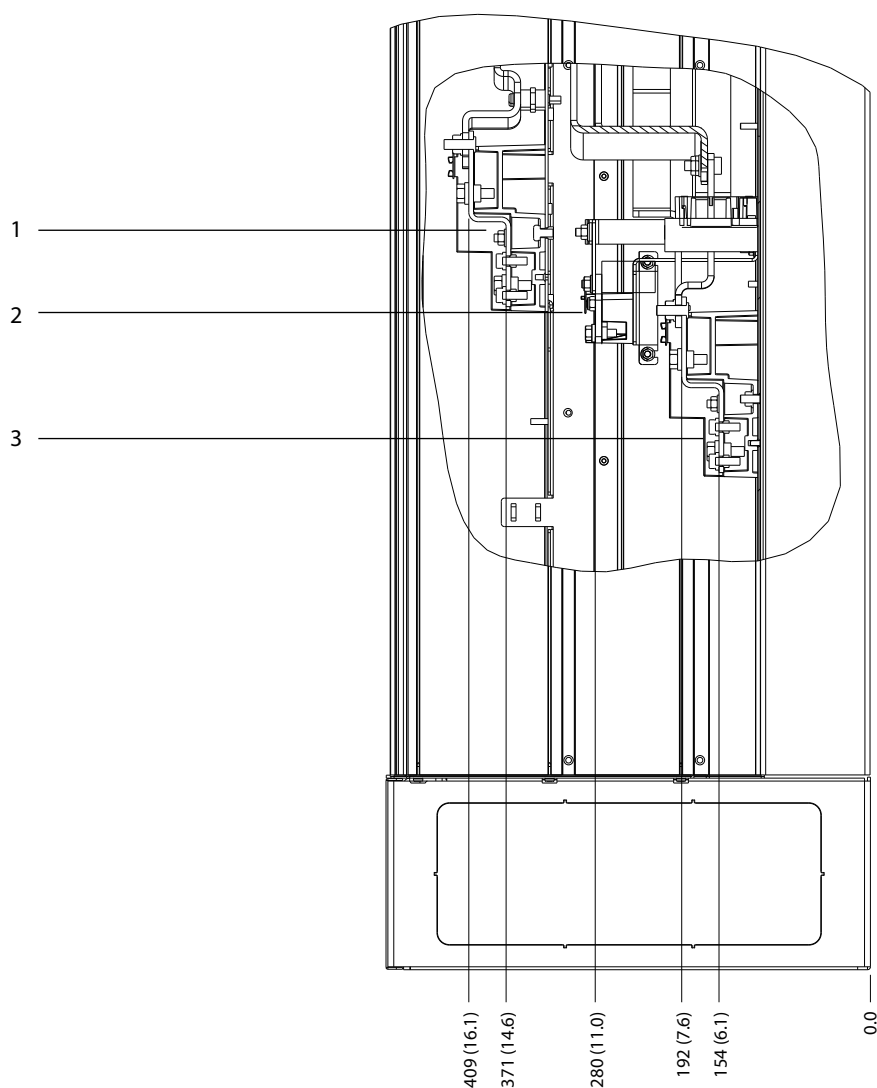
130BF647.10



1	Клеммы сети питания	3	Клеммы цепи рекуперации/разделения нагрузки
2	Клеммы подключения тормоза	4	Клеммы подключения электродвигателя

Рисунок 8.4 Размеры клемм для E1, вид спереди

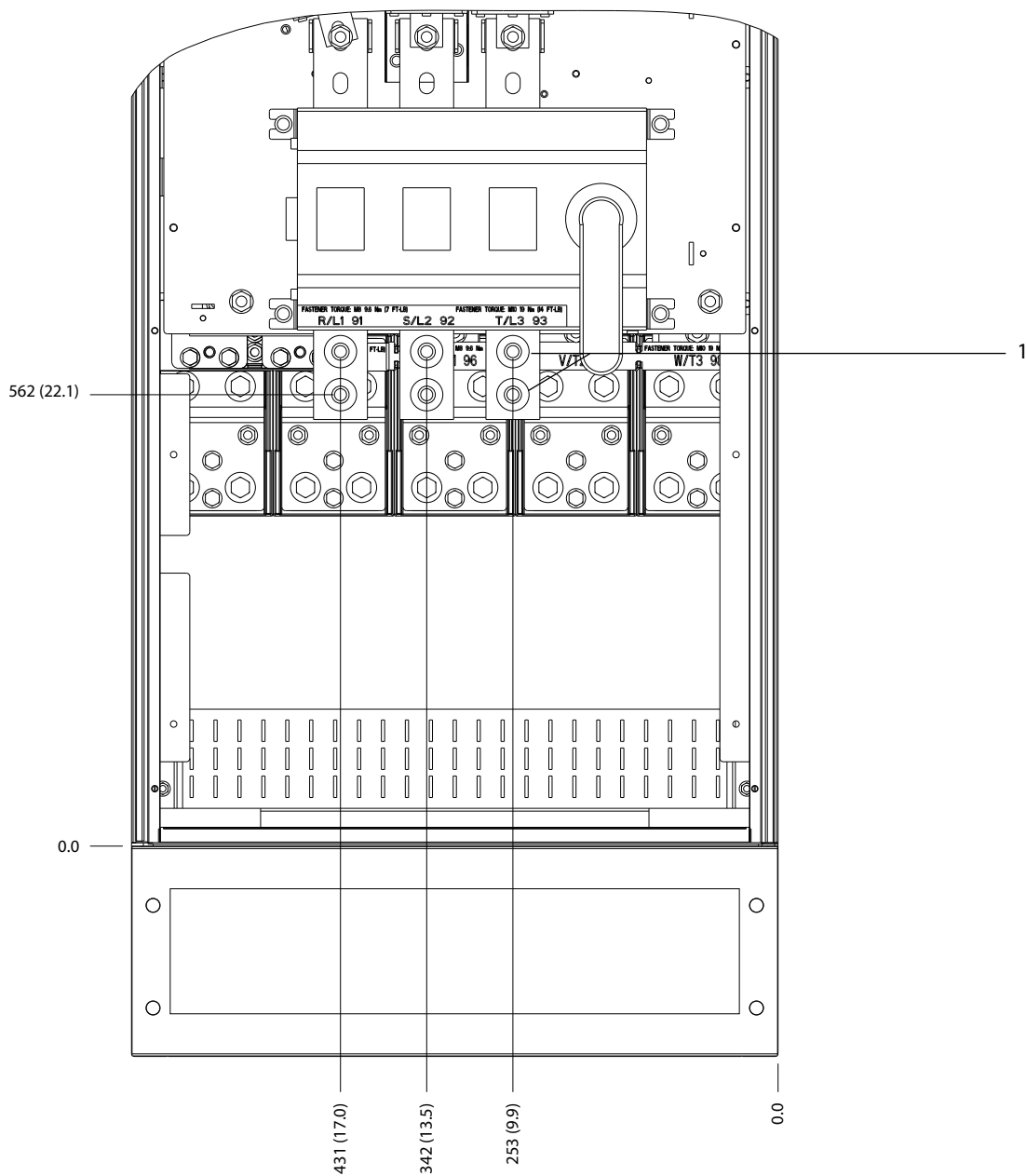
130BF596.10



8

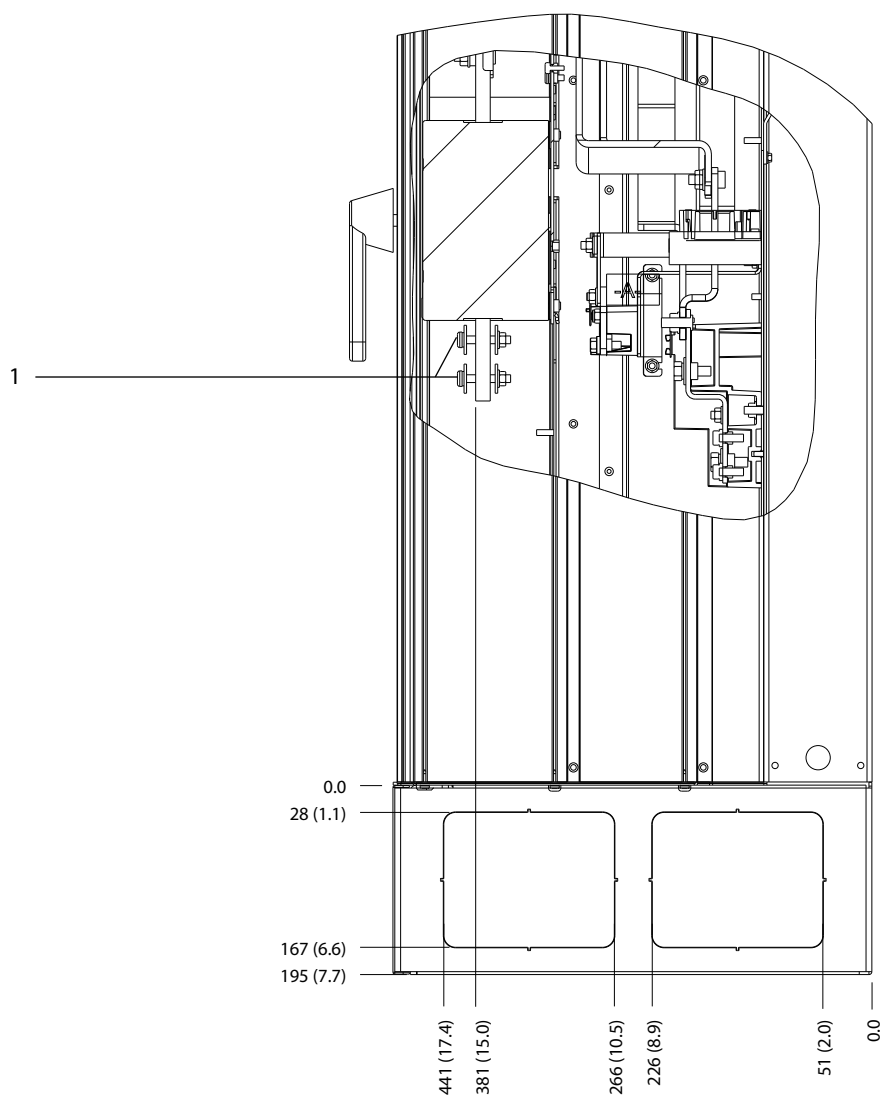
1	Клеммы сети питания	2	Клеммы подключения тормоза
3	Клеммы подключения электродвигателя	-	-

Рисунок 8.5 Размеры клемм для E1, вид сбоку



1	Клеммы сети питания	-	-
---	---------------------	---	---

Рисунок 8.6 Размеры клемм для E1 с расцепителем (380–480/500 В, модели: P315; 525–690 В, модели: P355–P560), вид спереди

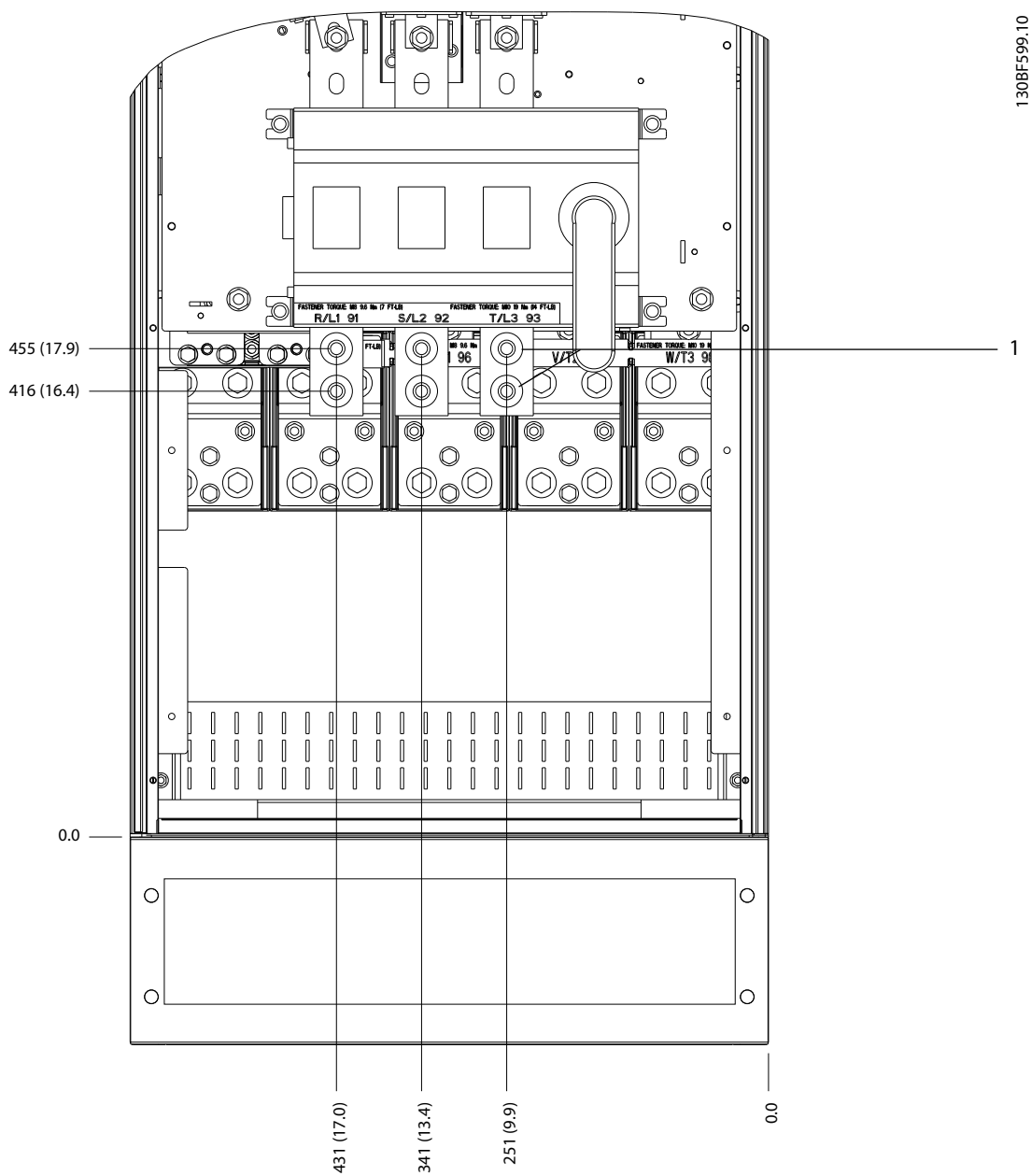


1.30BF598.10

8

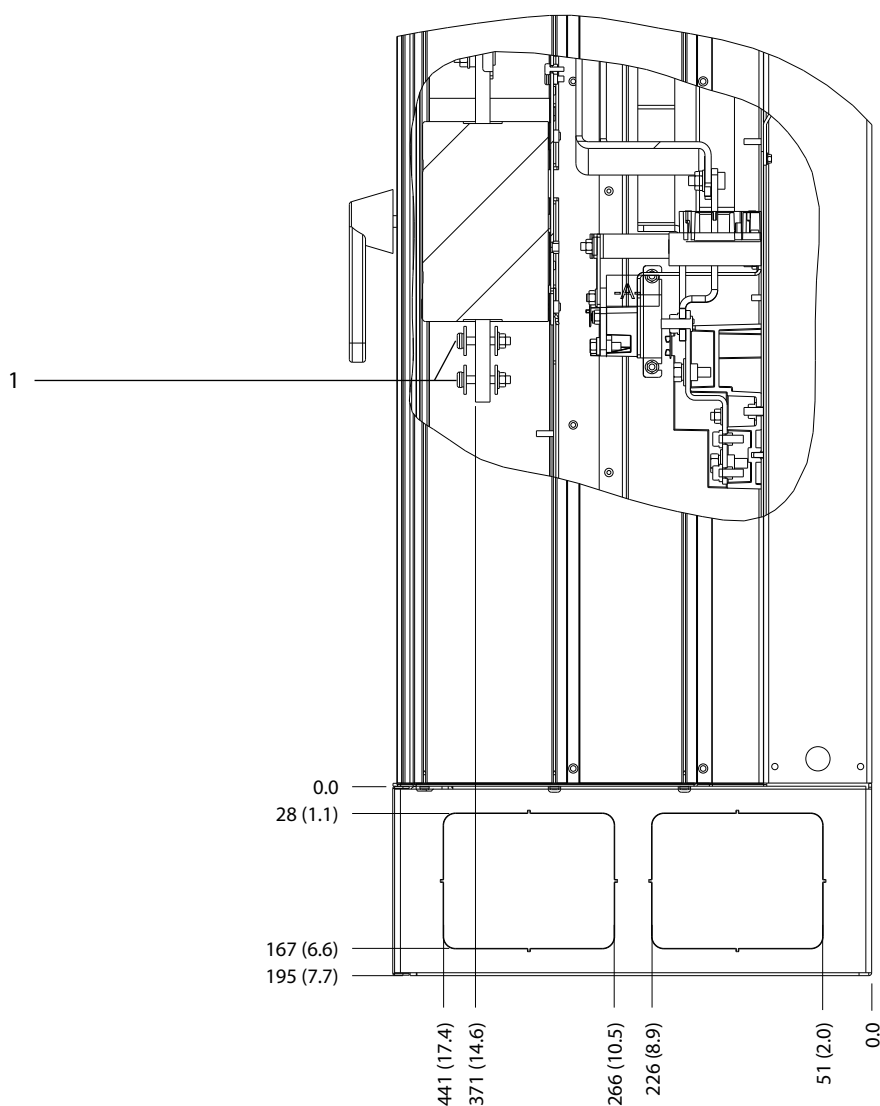
1	Клеммы сети питания	-	-
---	---------------------	---	---

Рисунок 8.7 Размеры клемм для E1 с расцепителем (380–480/500 В, модели: P315; 525–690 В, модели: P355–P560), вид сбоку



1	Клеммы сети питания	-	-
---	---------------------	---	---

Рисунок 8.8 Размеры клемм для E1 с расцепителем (380–480/500 В, модели: P355–P400), вид спереди



130BF600.10

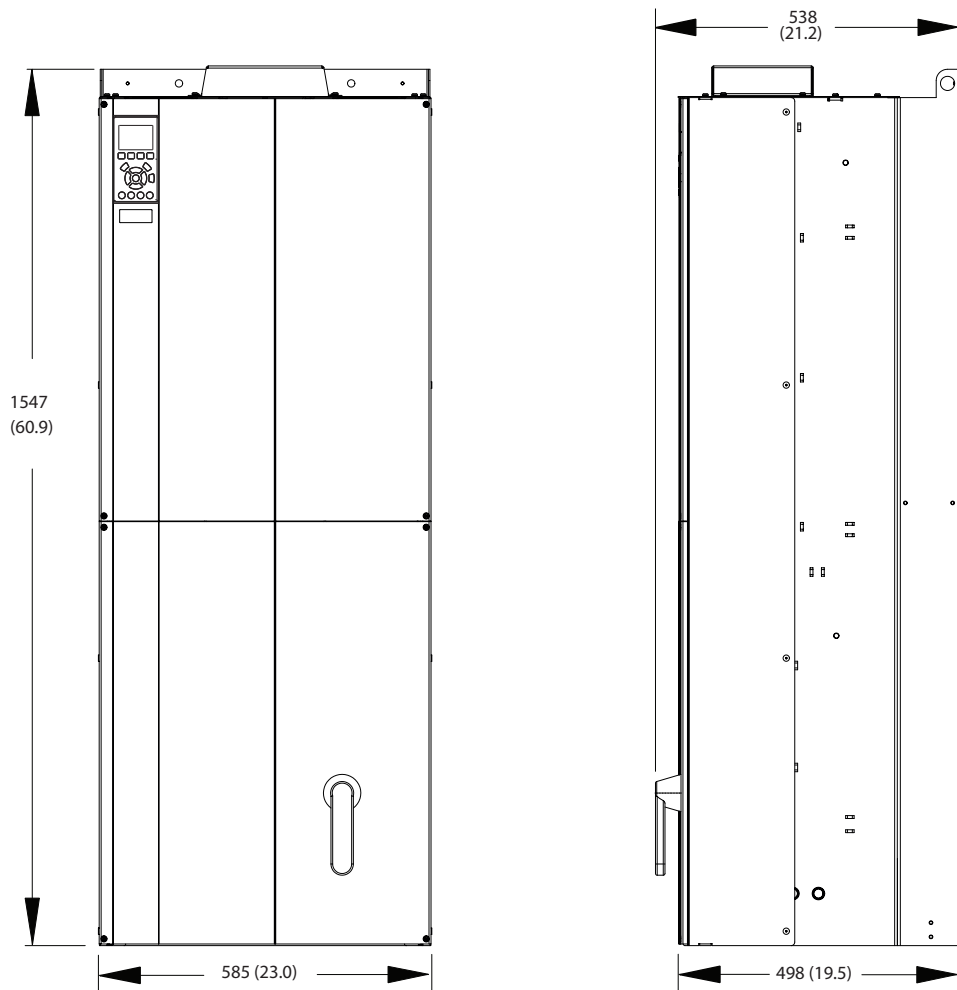
8

1	Клеммы сети питания	-	-
---	---------------------	---	---

Рисунок 8.9 Размеры клемм для E1 с расцепителем (380–480/500 В, модели: P355–P400), вид сбоку

## 8.2 Внешние размеры и размеры клемм корпуса E2

### 8.2.1 Внешние размеры E2

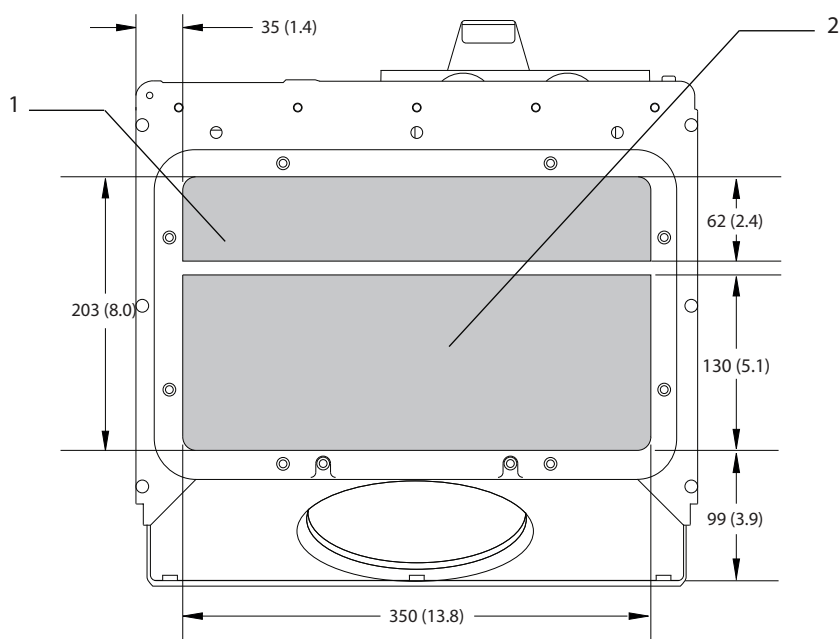


130BF329.10

8

Рисунок 8.10 Размеры зазоров спереди, сбоку и пространство для открытия дверей для E2





130BF611.10

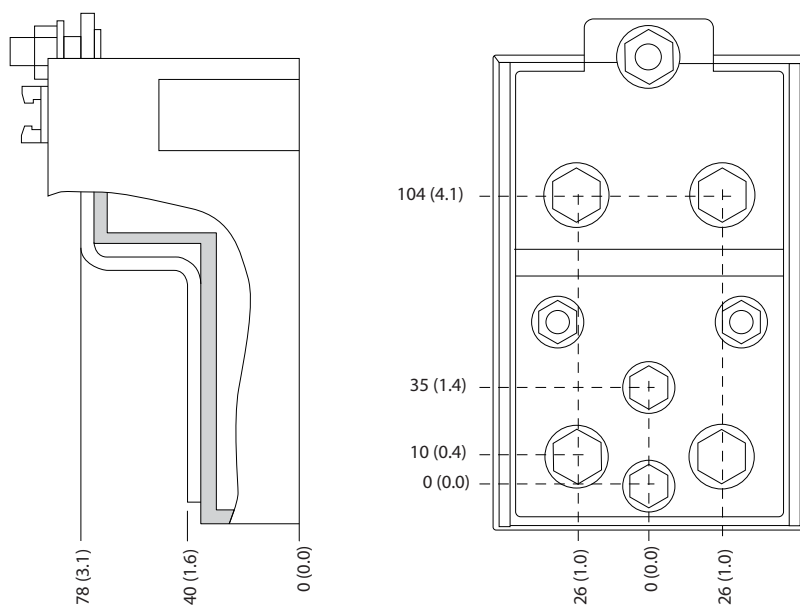
1	Страна сети	2	Страна двигателя
---	-------------	---	------------------

8

Рисунок 8.11 Размеры панели уплотнений для E1/E2

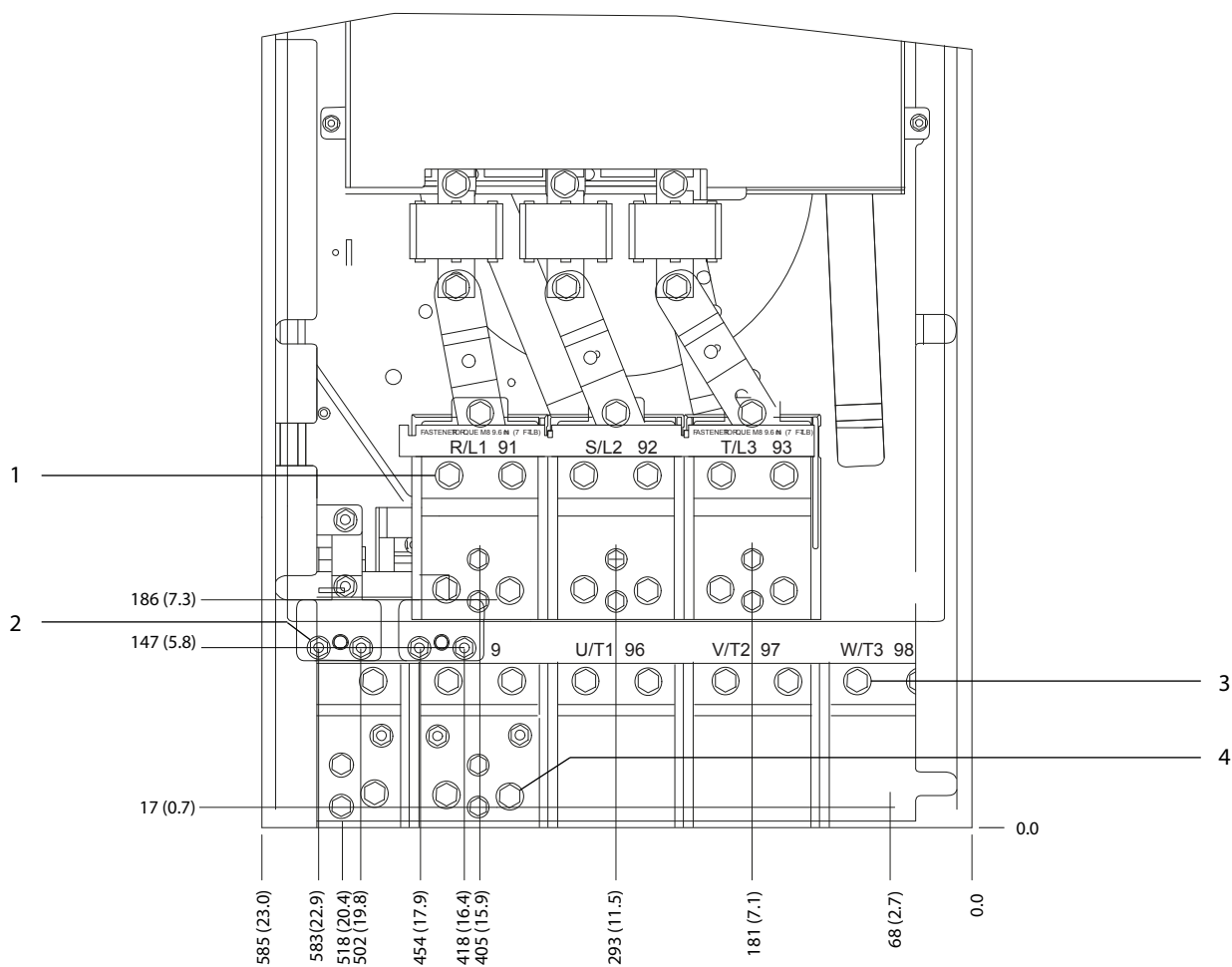
## 8.2.2 Размеры клемм E2

Силовые кабели тяжелые и изгибаются с трудом. Чтобы сделать монтаж кабелей более удобным, выберите для размещения преобразователя частоты оптимальное место. Каждая клемма позволяет использовать до 4 кабелей с кабельными наконечниками или стандартными обжимными наконечниками. Заземление подключается к соответствующей соединительной точке преобразователя частоты.



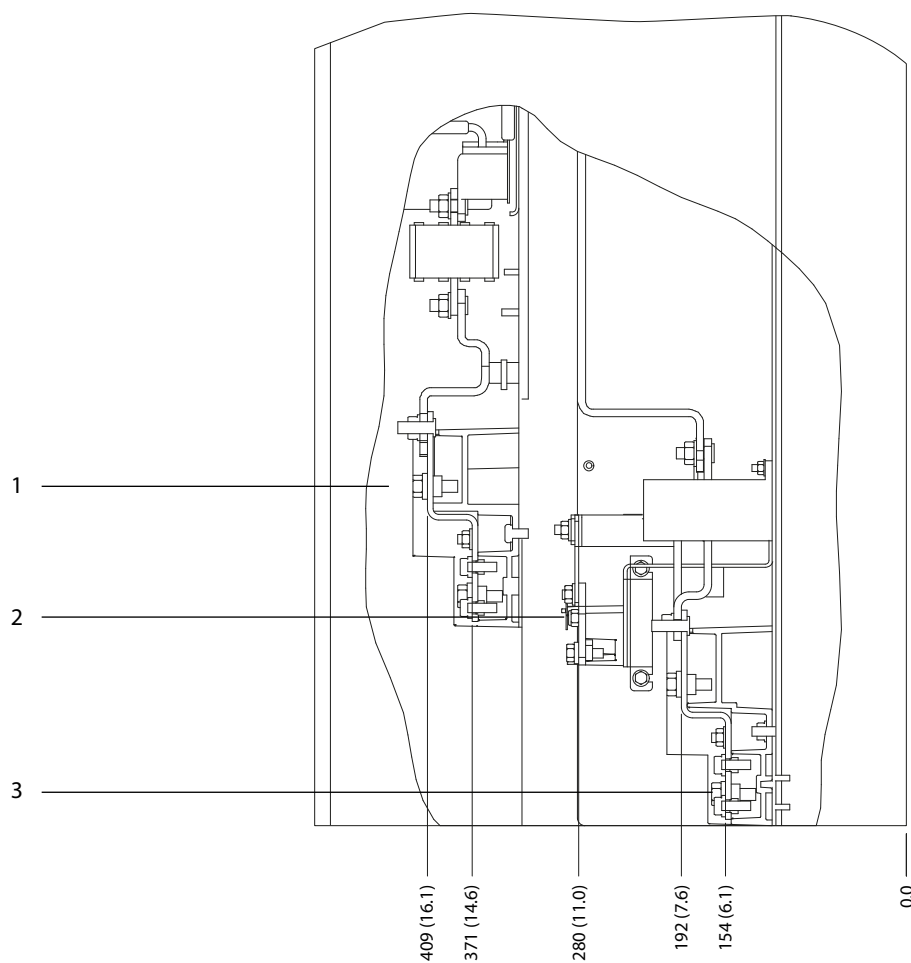
130BF647.10

Рисунок 8.12 Подробные размеры клемм для E1/E2



1	Клеммы сети питания	3	Клеммы подключения электродвигателя
2	Клеммы подключения тормоза	4	Клеммы цепи рекуперации/разделения нагрузки

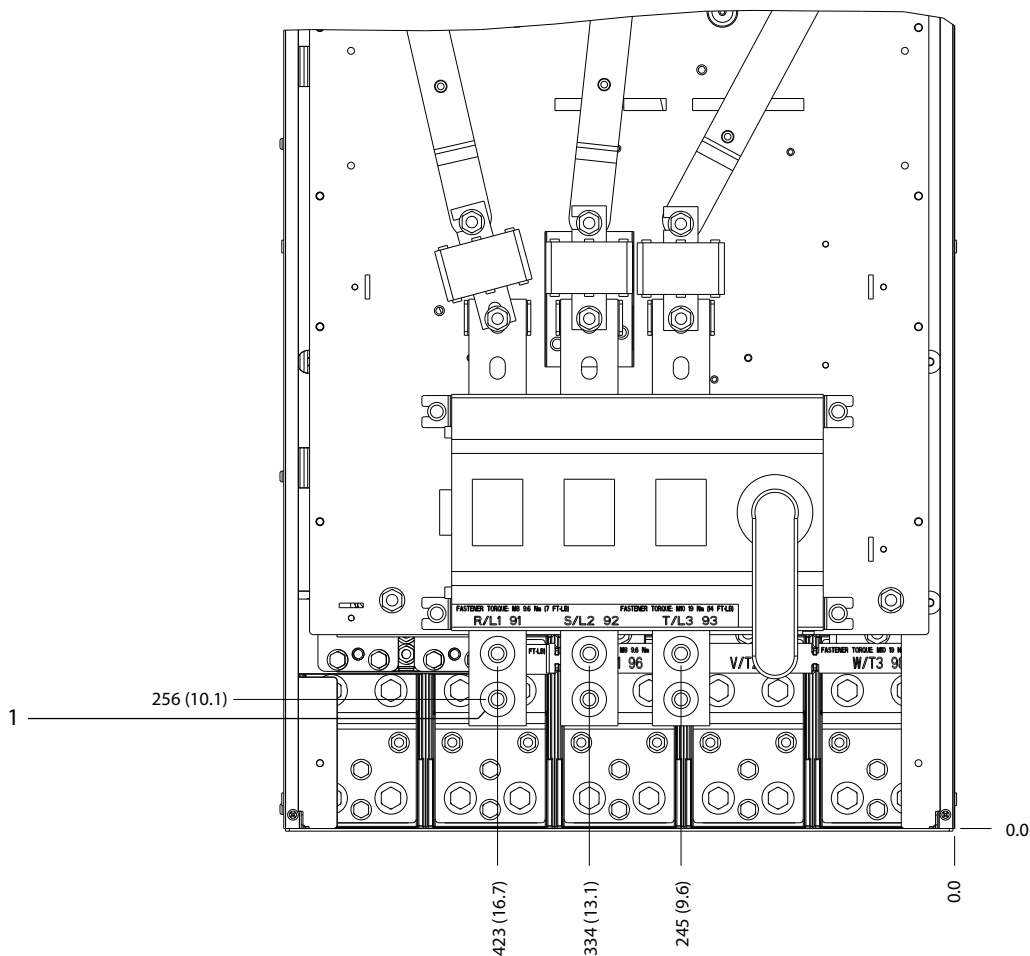
Рисунок 8.13 Размеры клемм для E2, вид спереди



1	Клеммы сети питания	2	Клеммы подключения тормоза
3	Клеммы подключения электродвигателя	-	-

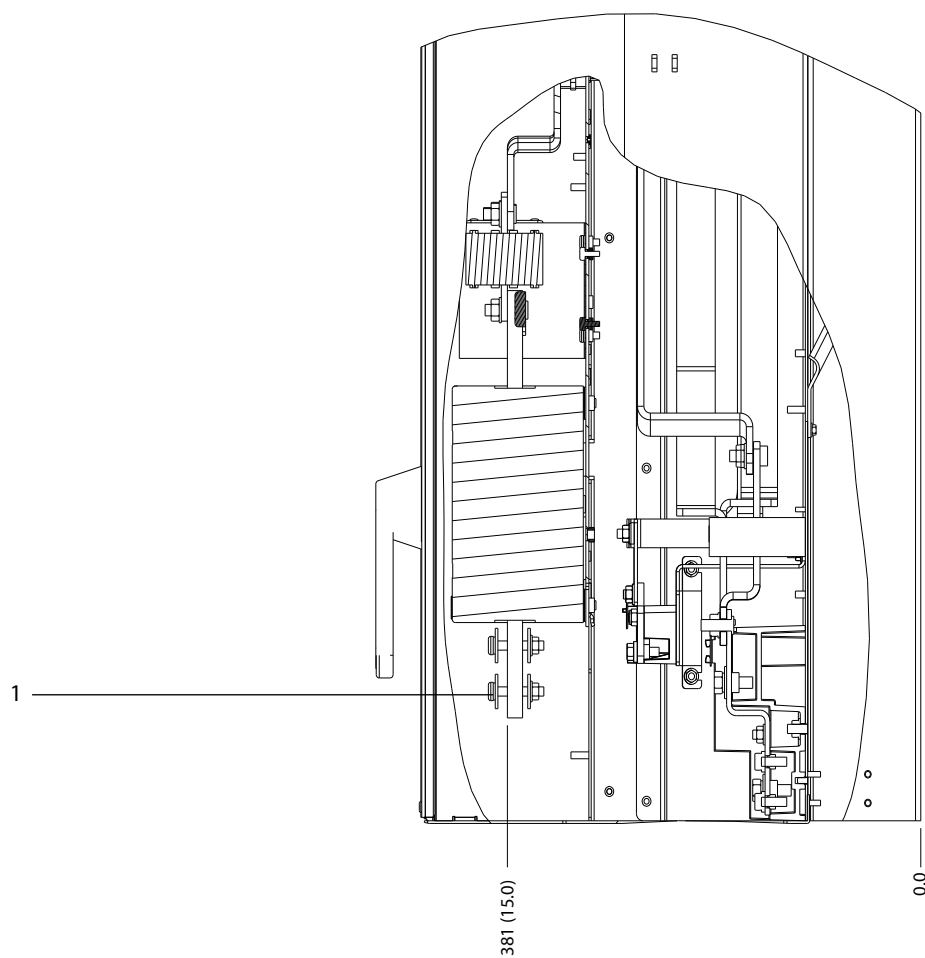
Рисунок 8.14 Размеры клемм для E2, вид сбоку

8



1	Клеммы сети питания	-	-
---	---------------------	---	---

Рисунок 8.15 Размеры клемм для E2 с расцепителем (380–480/500 В, модели: P315; 525–690 В, модели: P355–P560), вид спереди



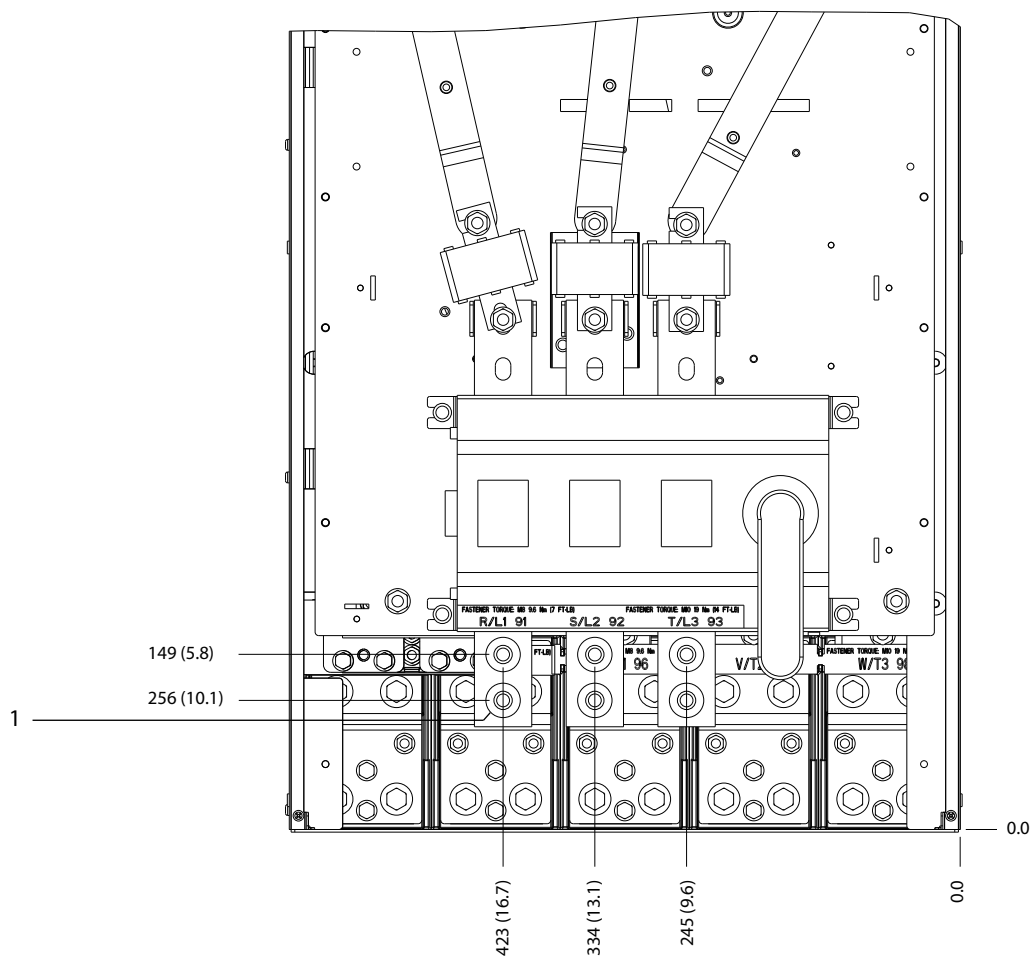
130BF604.10

8

1	Клеммы сети питания	-	-
---	---------------------	---	---

Рисунок 8.16 Размеры клемм для E2 с расцепителем (380–480/500 В, модели: P315; 525–690 В, модели: P355–P560), вид сбоку

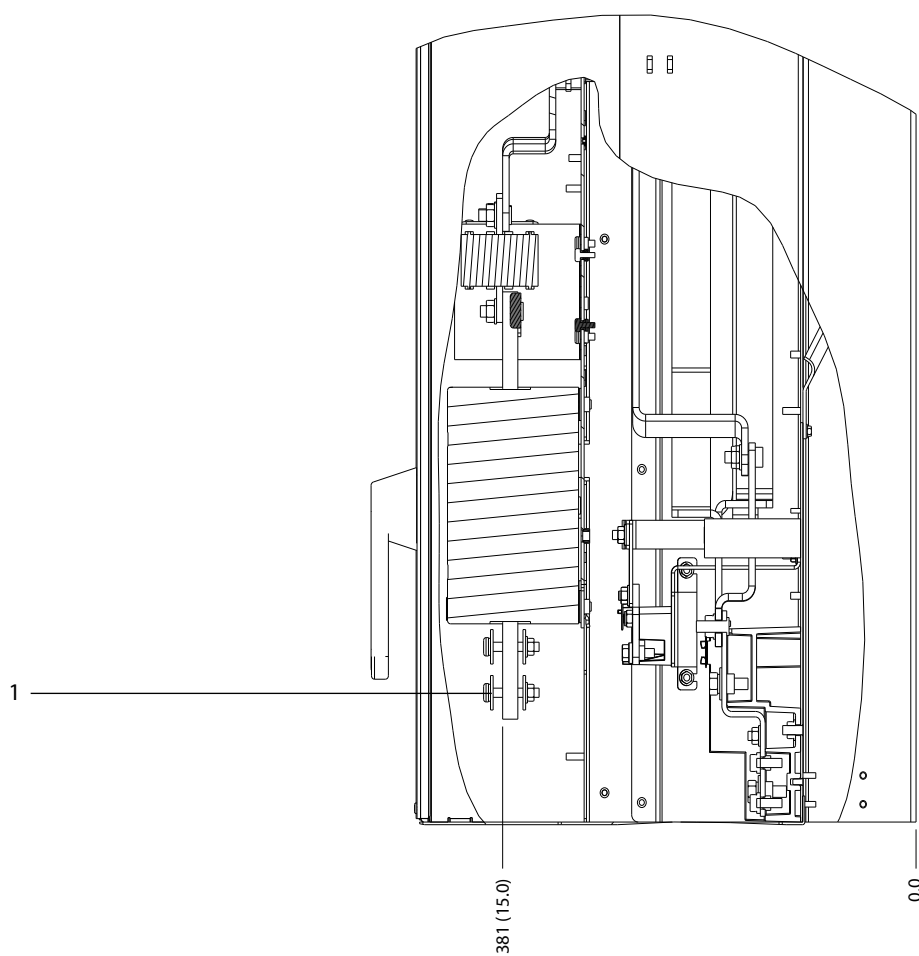
8



1	Клеммы сети питания	-	-
---	---------------------	---	---

Рисунок 8.17 Размеры клемм для E2 с расцепителем (380–480/500 В, модели: P355–P400), вид спереди

130BF606.10

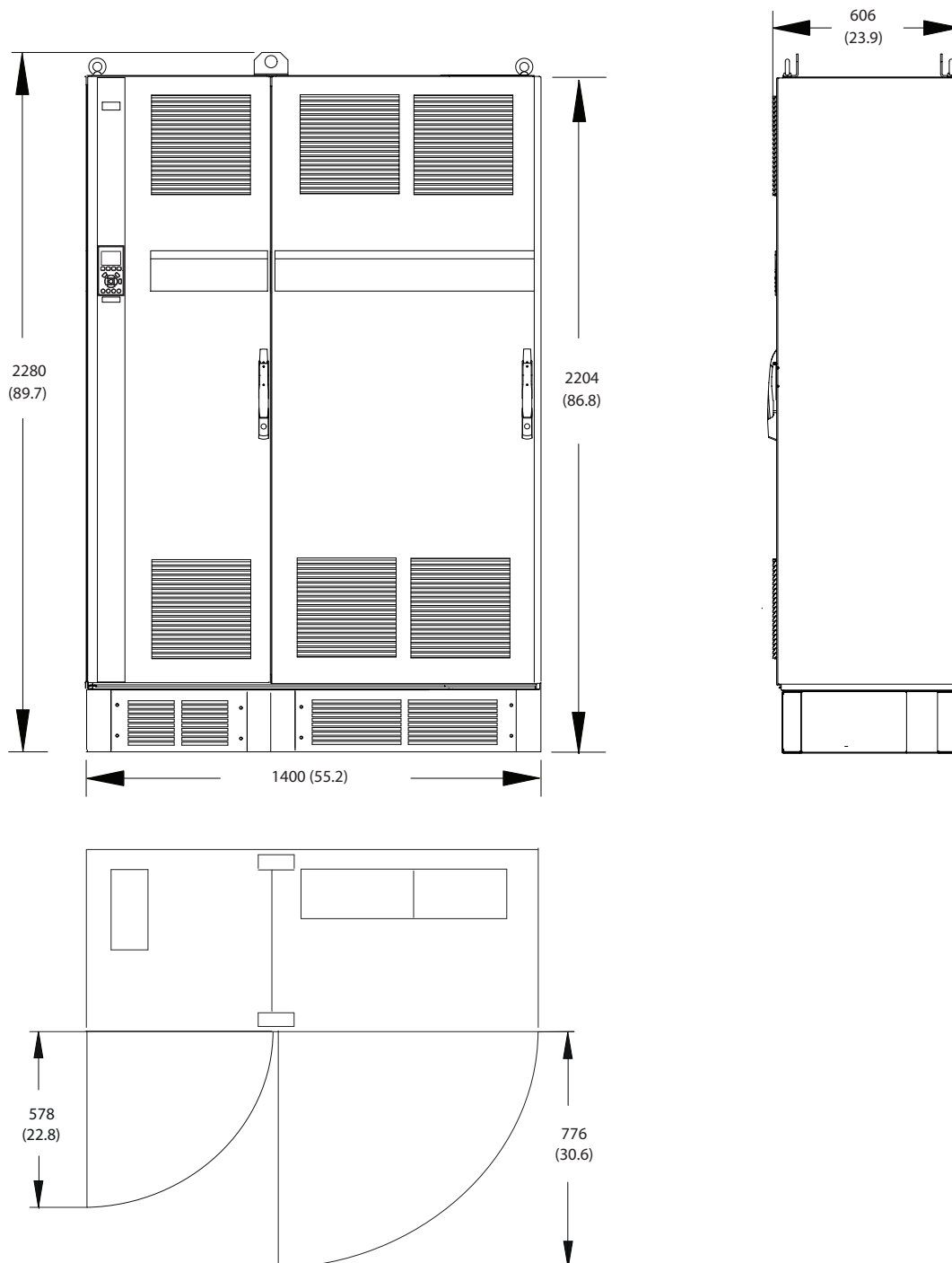


1	Клеммы сети питания	-	-
---	---------------------	---	---

Рисунок 8.18 Размеры клемм для E2 с расцепителем (380–480/500 В, модели: P355–P400), вид сбоку

8.3 Внешние размеры и размеры клемм F1

8.3.1 Внешние размеры F1

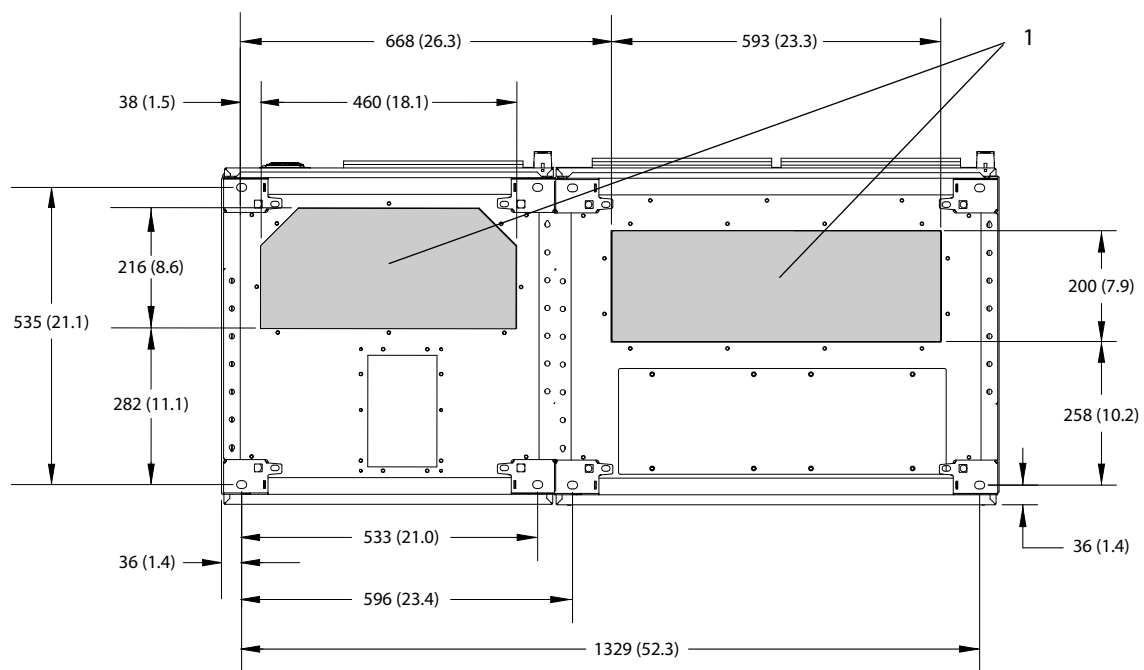


130BF375.10

8

Рисунок 8.19 Размеры зазоров спереди, сбоку и пространство для открытия дверей для E1





130BF612.10

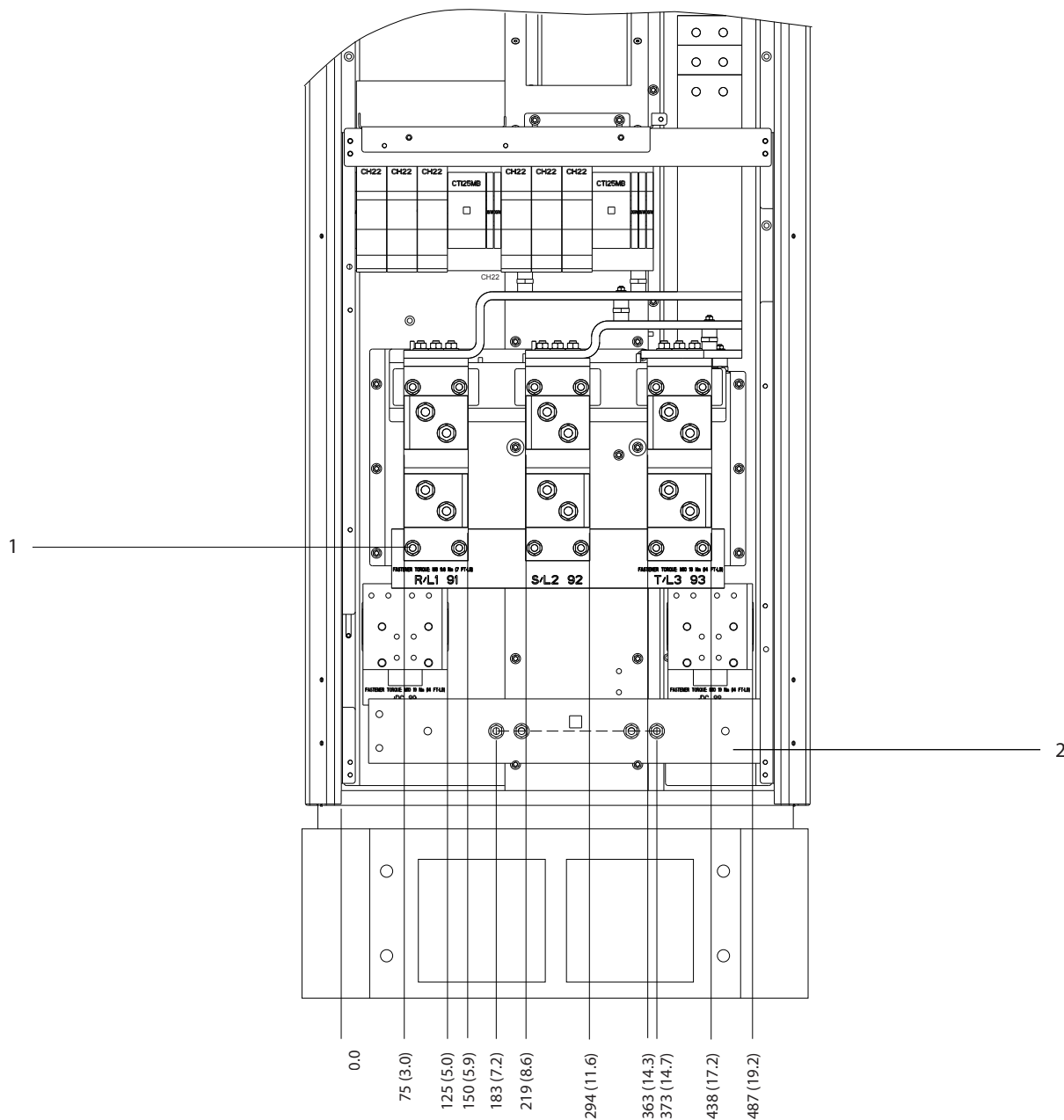
1	Сторона сети	2	Сторона двигателя
---	--------------	---	-------------------

8

Рисунок 8.20 Размеры панели уплотнений для F1

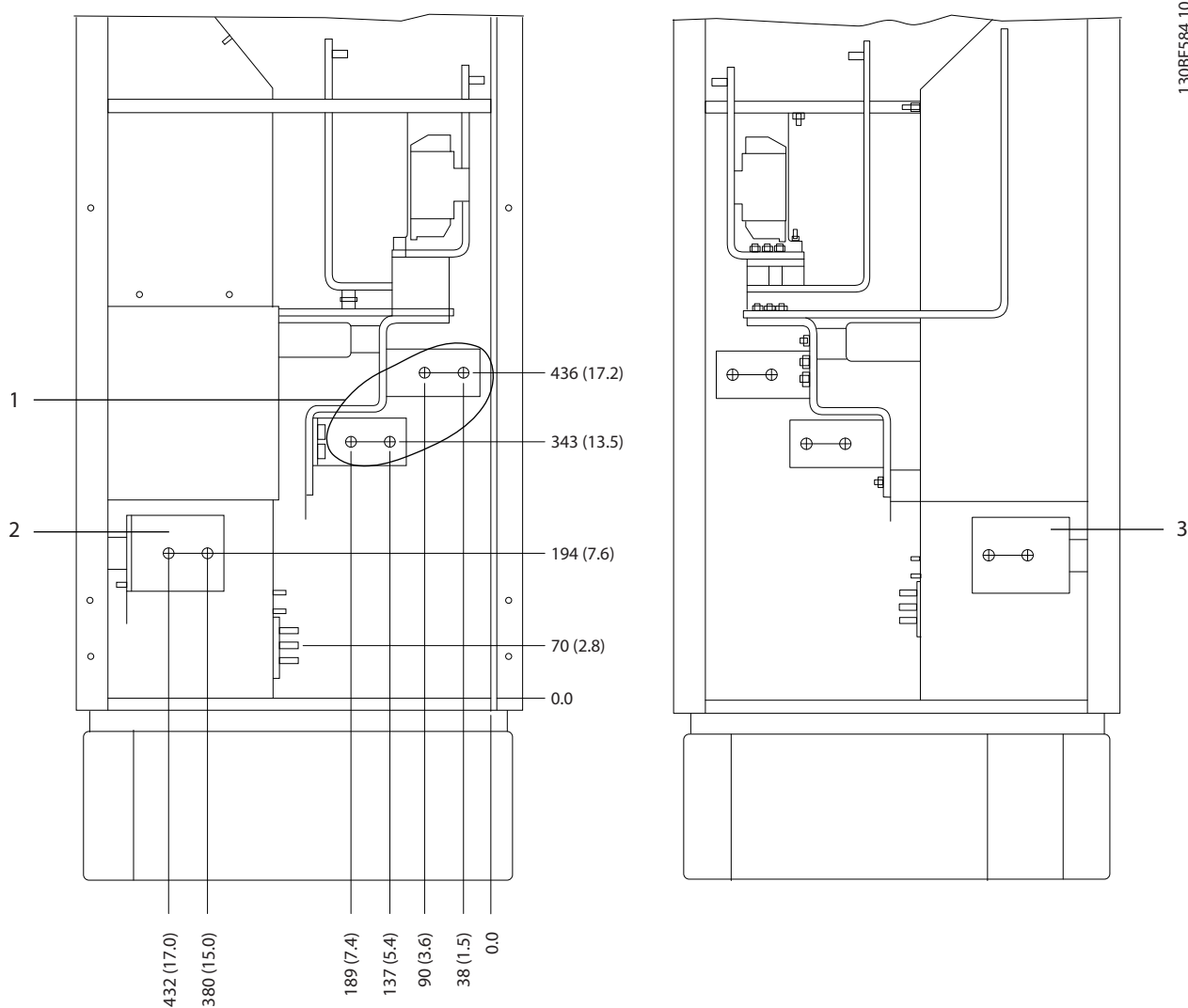
### 8.3.2 Размеры клемм F1

Силовые кабели тяжелые и изгибаются с трудом. Чтобы сделать монтаж кабелей более удобным, выберите для размещения преобразователя частоты оптимальное место. Каждая клемма позволяет использовать до 4 кабелей с кабельными наконечниками или стандартными обжимными наконечниками. Заземление подключается к соответствующей соединительной точке преобразователя частоты.



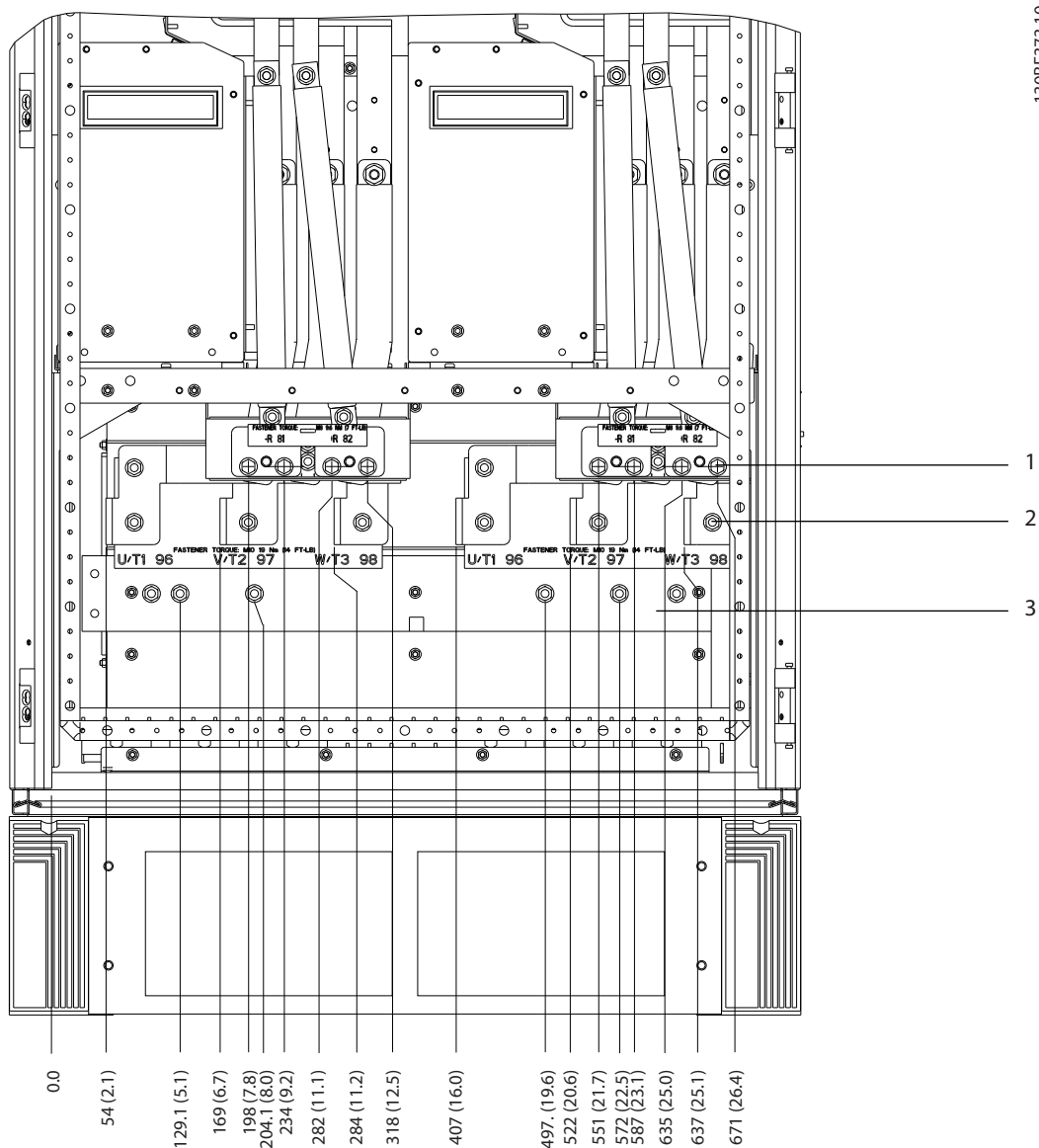
1	Клеммы сети питания	2	Шина заземления
---	---------------------	---	-----------------

Рисунок 8.21 Размеры клемм для шкафа выпрямителя F1–F4, вид спереди



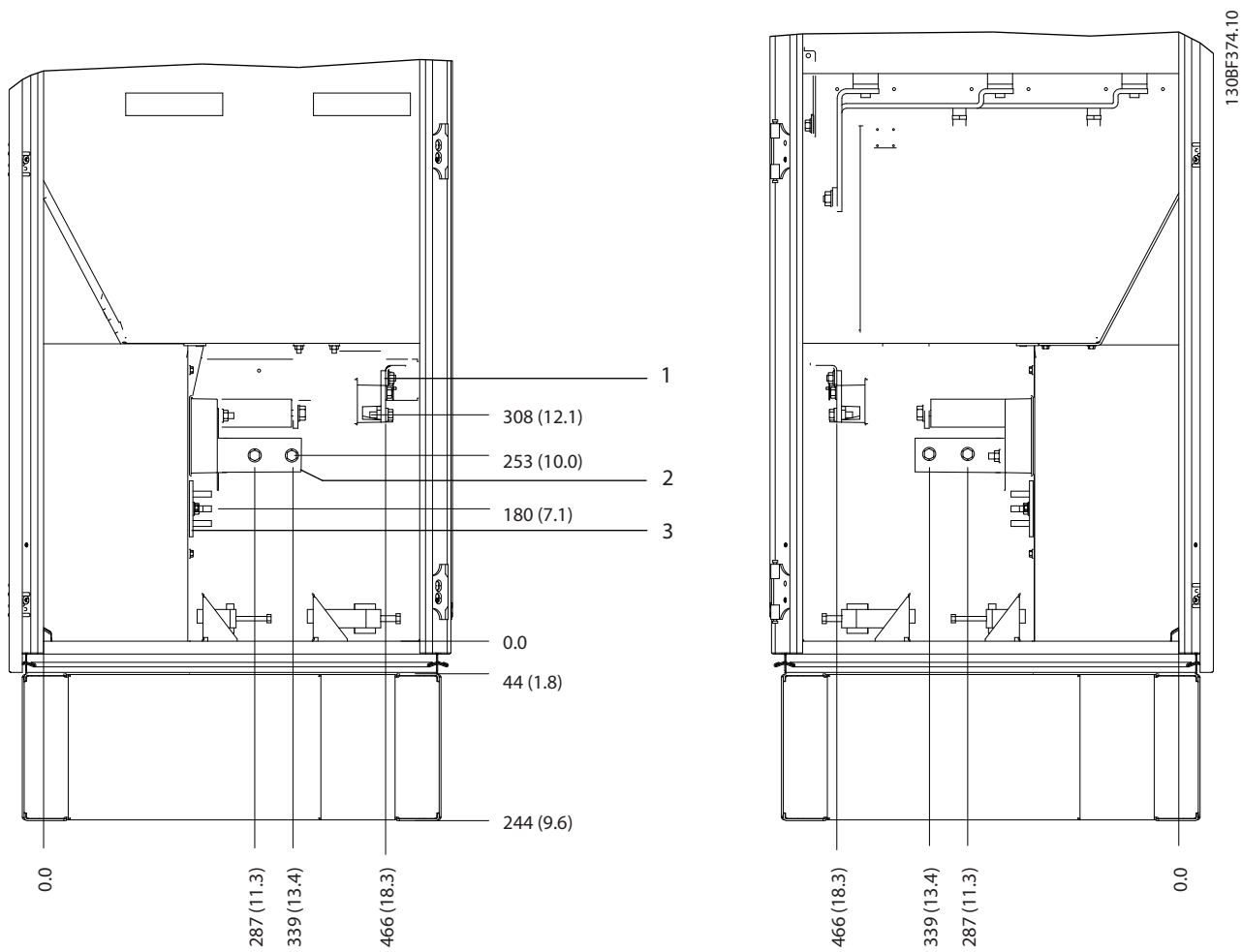
1	Клеммы сети питания	3	Клеммы цепи разделения нагрузки (-)
2	Клеммы цепи разделения нагрузки (+)	-	-

Рисунок 8.22 Размеры клемм для шкафа выпрямителя F1-F2, вид сбоку



1	Клеммы подключения тормоза	3	Шина заземления
2	Клеммы подключения электродвигателя	-	-

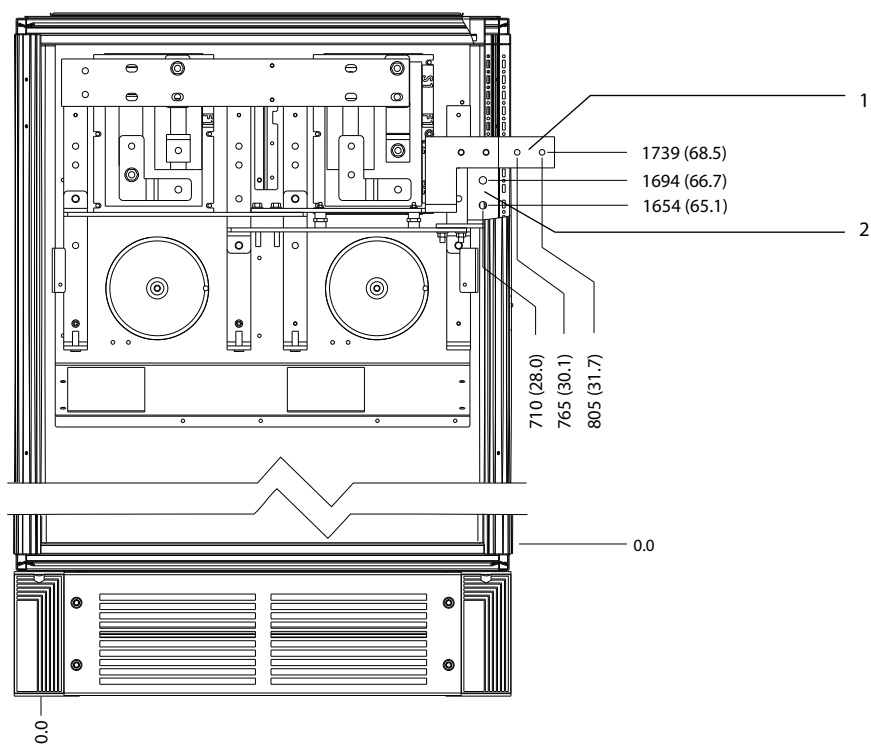
Рисунок 8.23 Размеры клемм для шкафа инвертора F1/F3, вид спереди



8

1	Клеммы подключения тормоза	3	Шина заземления
2	Клеммы подключения электродвигателя	-	-

Рисунок 8.24 Размеры клемм для шкафа инвертора F1/F3, вид сбоку



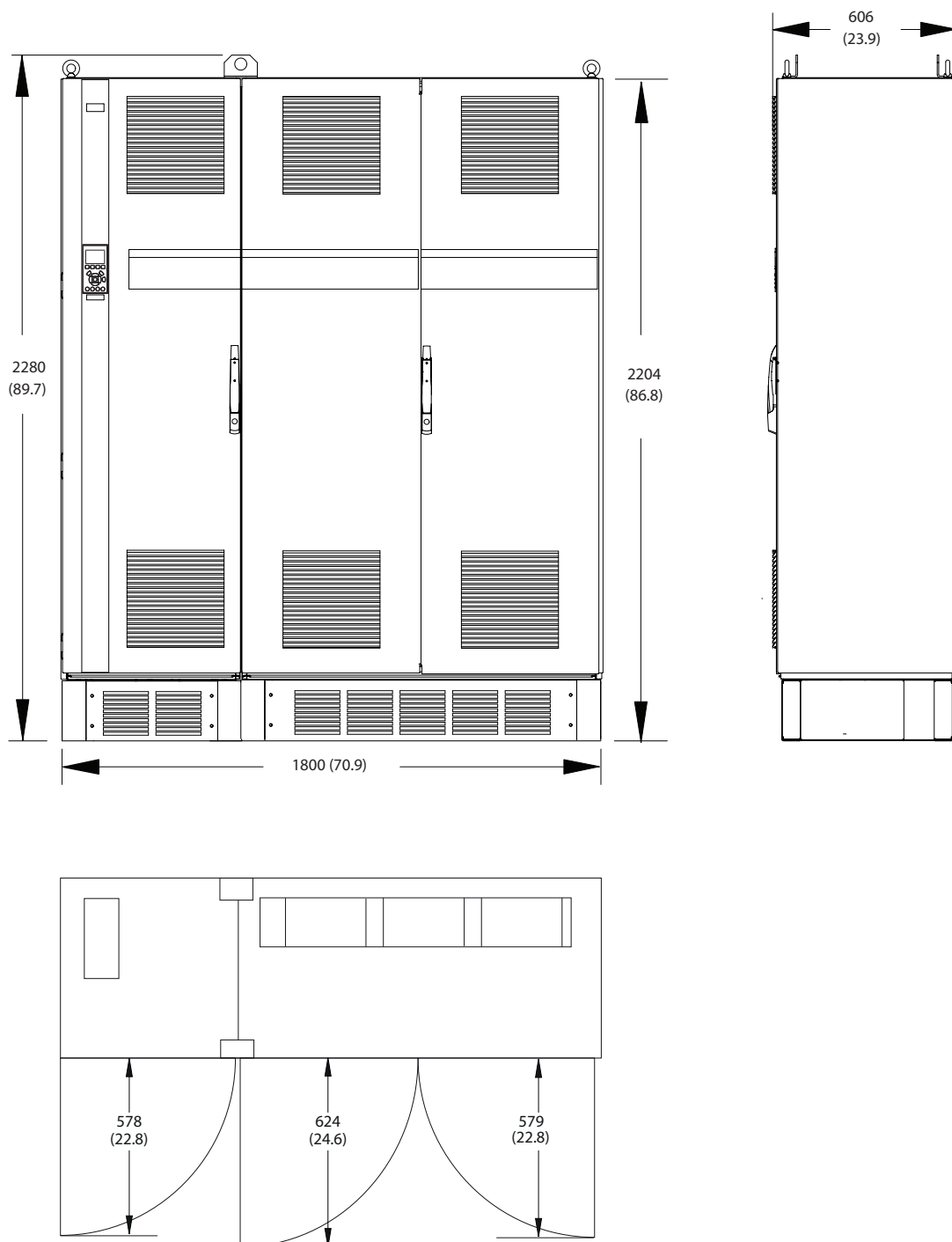
1308F365.10

1	DC -	2	DC +
---	------	---	------

Рисунок 8.25 Размеры клемм для цепи рекуперации F1/F3, вид спереди

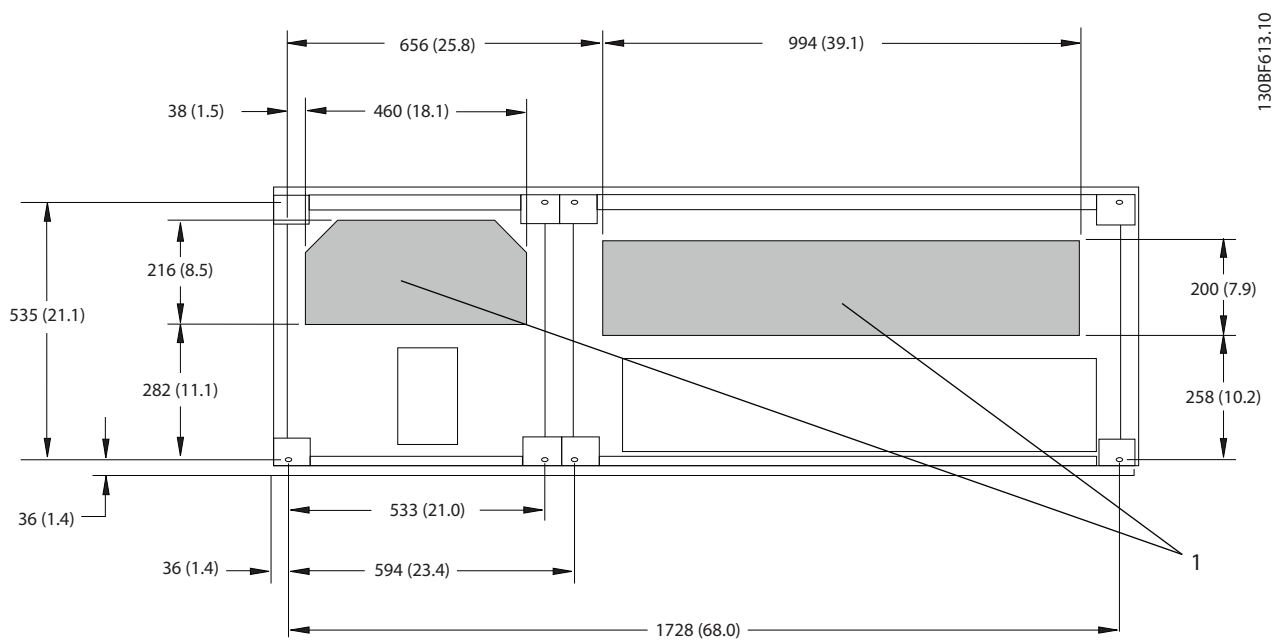
## 8.4 Внешние размеры и размеры клемм F2

### 8.4.1 Внешние размеры F2



130BF330.11

Рисунок 8.26 Размеры зазоров спереди, сбоку и пространство для открытия дверей для F2



8

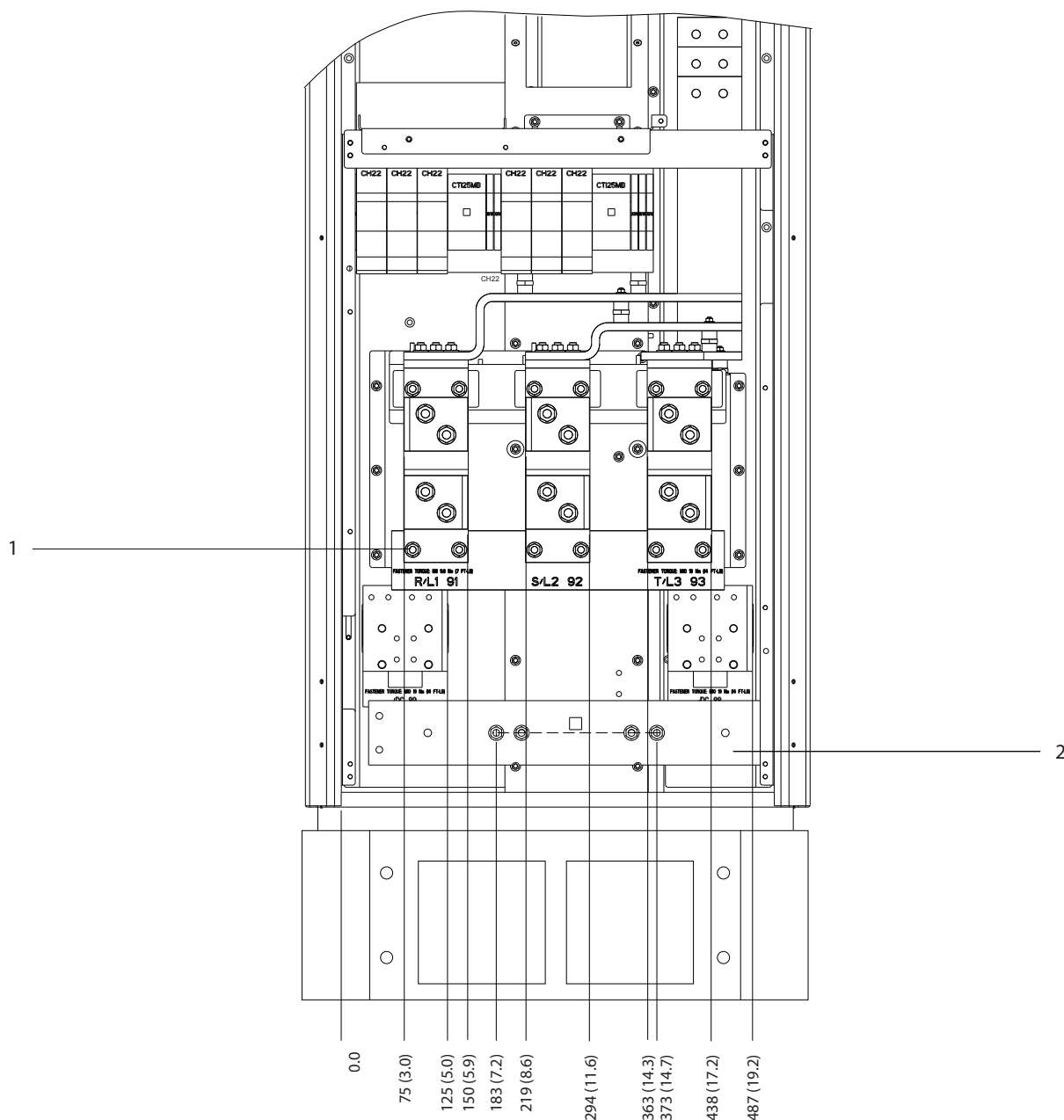
1	Сторона сети	2	Сторона двигателя
---	--------------	---	-------------------

Рисунок 8.27 Размеры панели уплотнений для F2



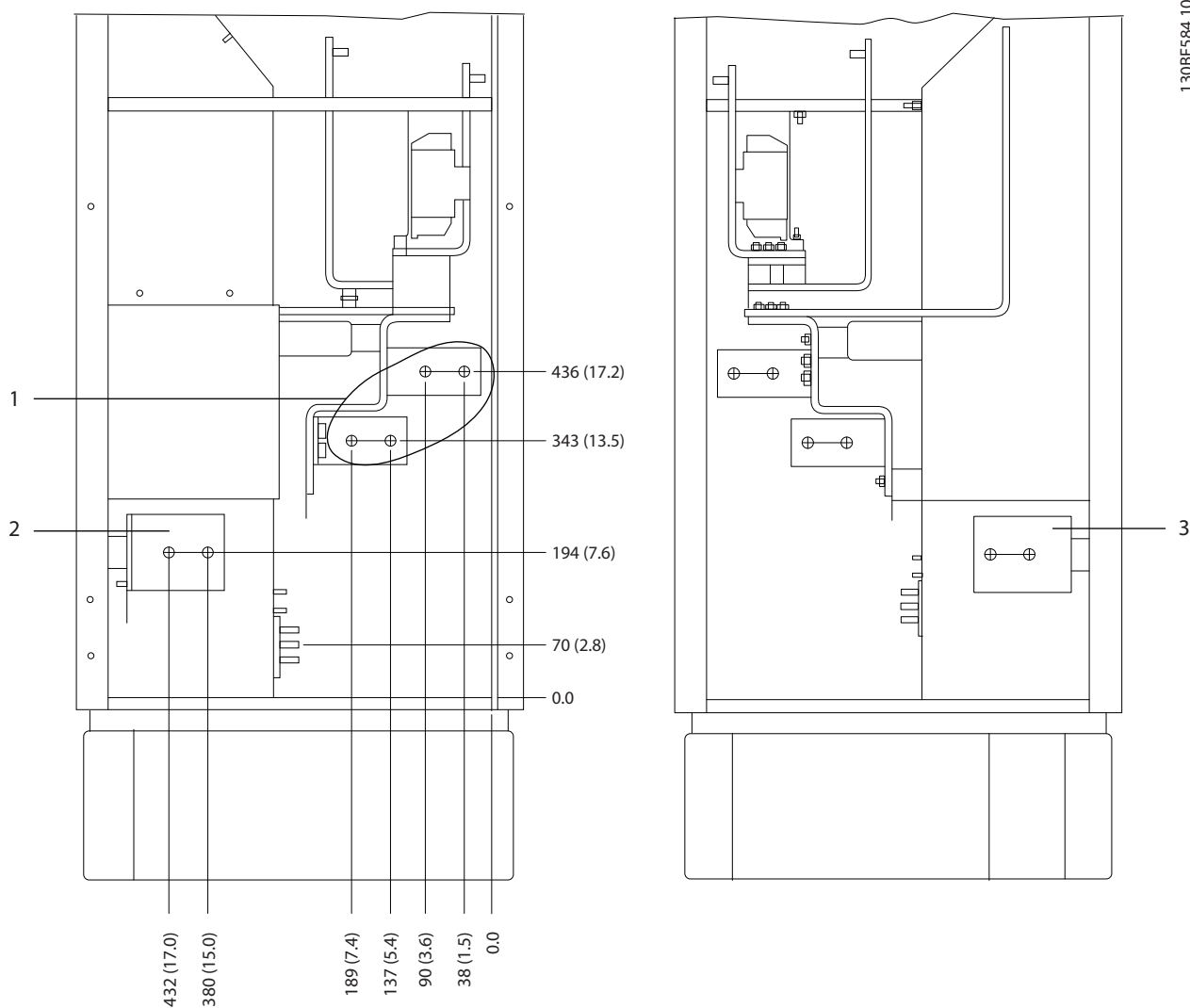
### 8.4.2 Размеры клемм F2

Силовые кабели тяжелые и изгибаются с трудом. Чтобы сделать монтаж кабелей более удобным, выберите для размещения преобразователя частоты оптимальное место. Каждая клемма позволяет использовать до 4 кабелей с кабельными наконечниками или стандартными обжимными наконечниками. Заземление подключается к соответствующей соединительной точке преобразователя частоты.



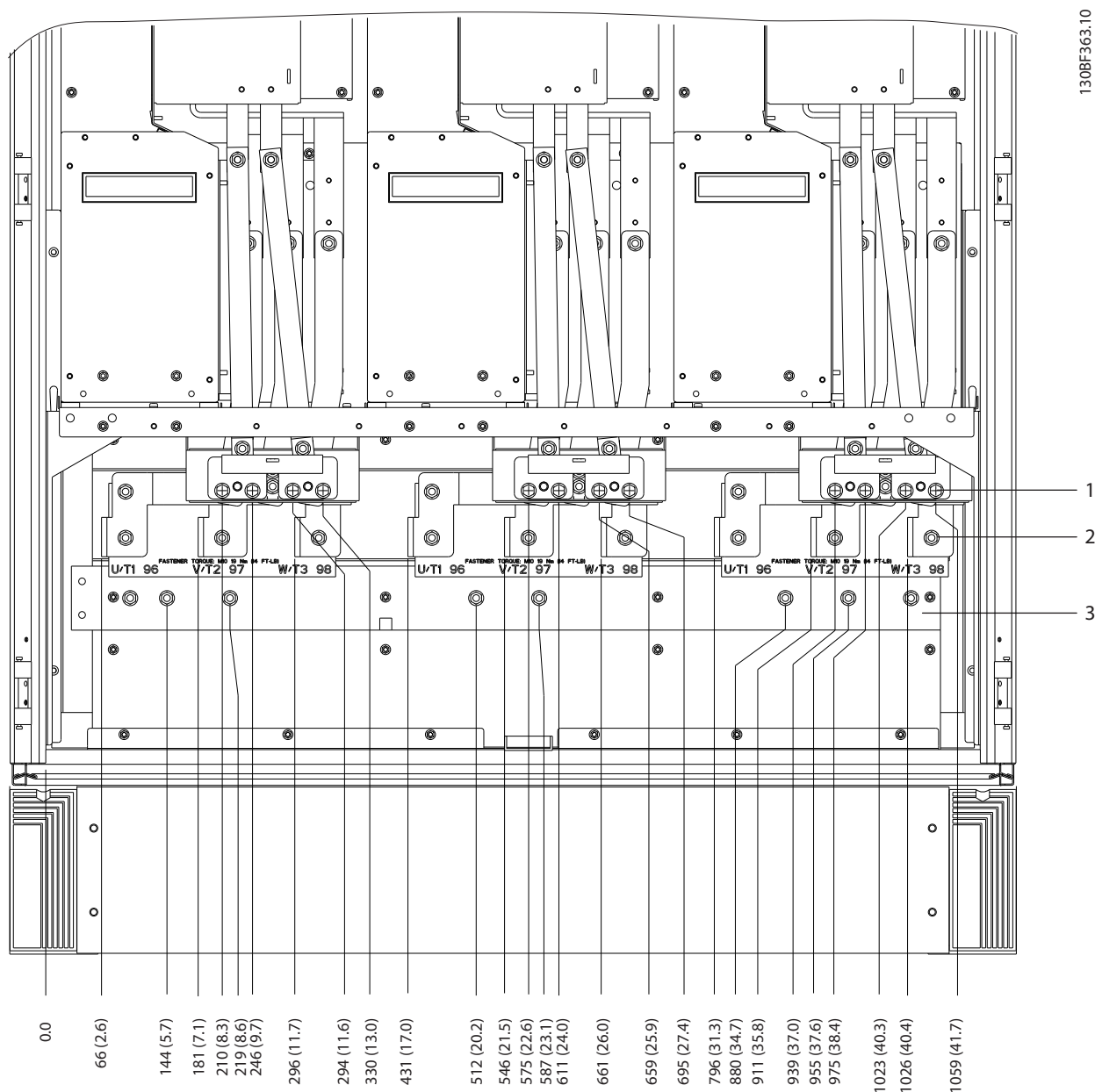
1	Клеммы сети питания	2	Шина заземления
---	---------------------	---	-----------------

Рисунок 8.28 Размеры клемм для шкафа выпрямителя F1–F4, вид спереди



1	Клеммы сети питания	3	Клеммы цепи разделения нагрузки (-)
2	Клеммы цепи разделения нагрузки (+)	-	-

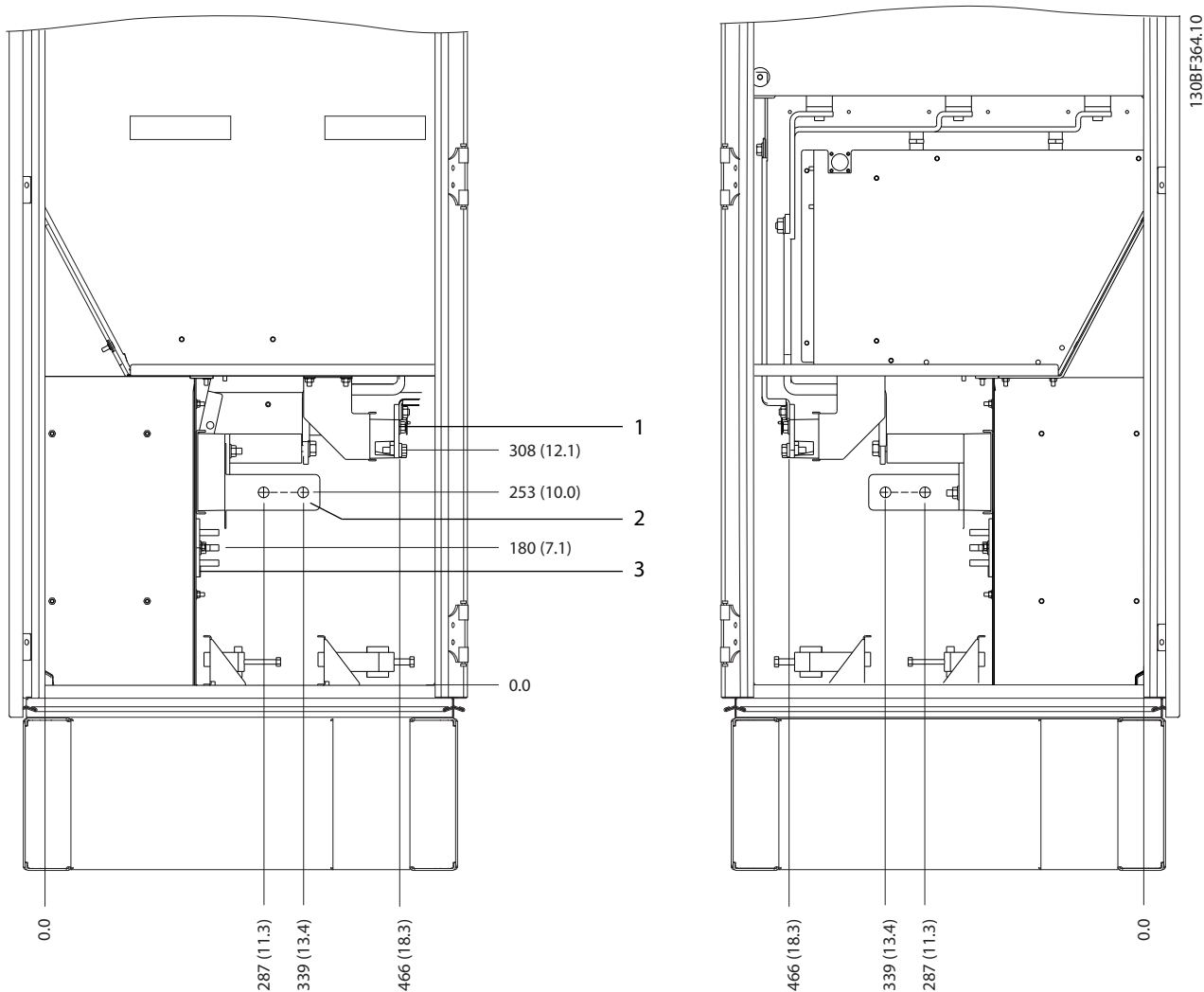
Рисунок 8.29 Размеры клемм для шкафа выпрямителя F1–F2, вид сбоку



8

1	Клеммы подключения тормоза	3	Шина заземления
2	Клеммы подключения электродвигателя	-	-

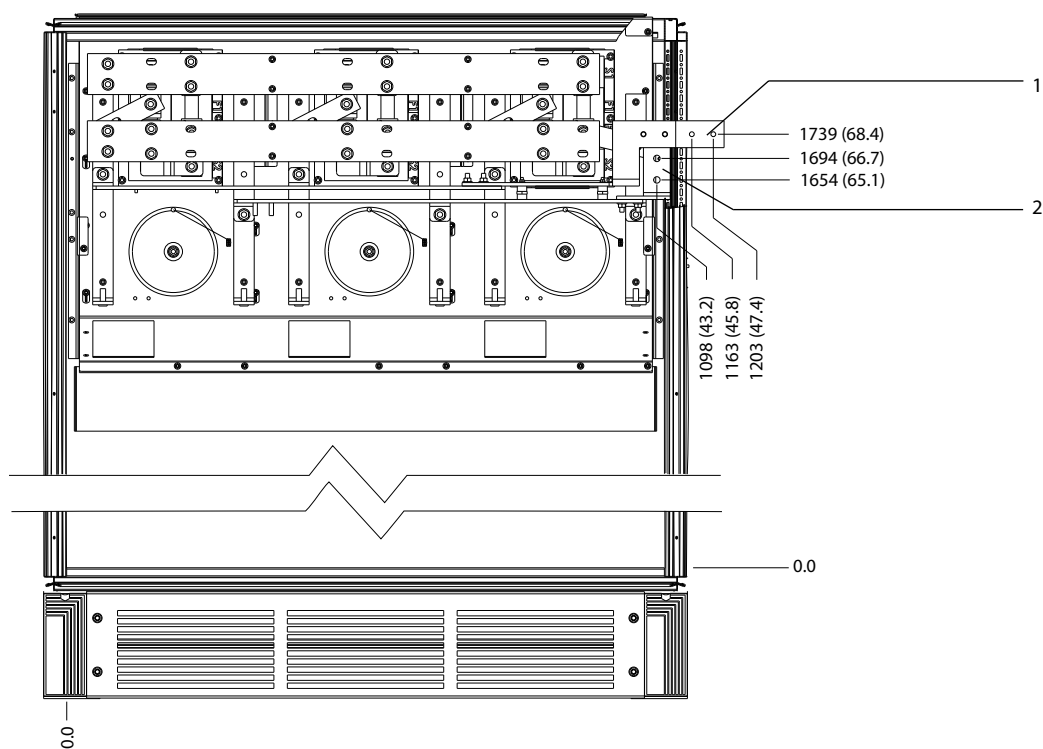
Рисунок 8.30 Размеры клемм для шкафа инвертора F2/F4, вид спереди



8

1	Клеммы подключения тормоза	3	Шина заземления
2	Клеммы подключения электродвигателя	-	-

Рисунок 8.31 Размеры клемм для шкафа инвертора F2/F4, вид сбоку



1	DC -	2	DC +
---	------	---	------

Рисунок 8.32 Размеры клемм для цепи рекуперации F2/F4, вид спереди

## 8.5 Внешние размеры и размеры клемм F3

### 8.5.1 Внешние размеры F3

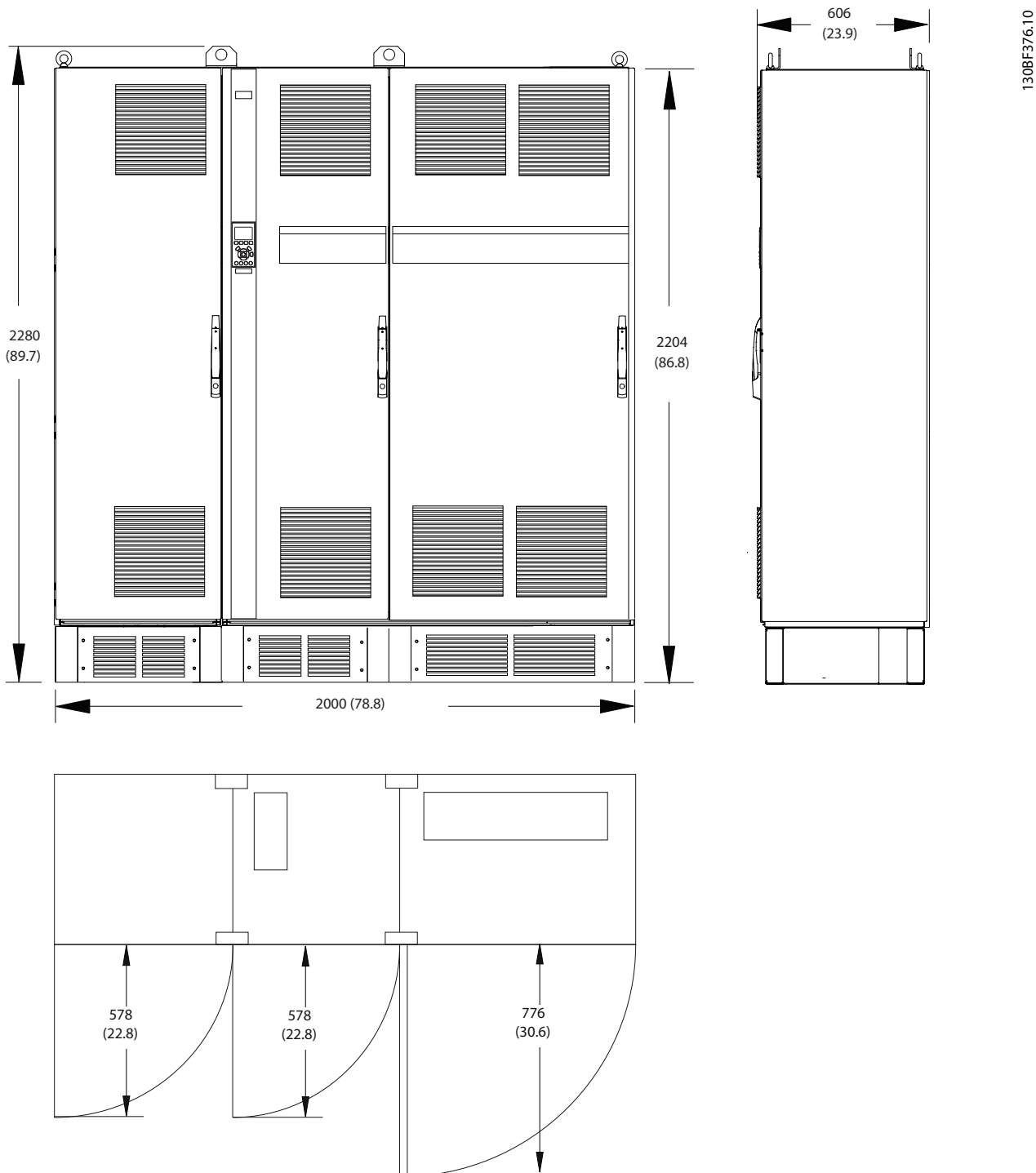
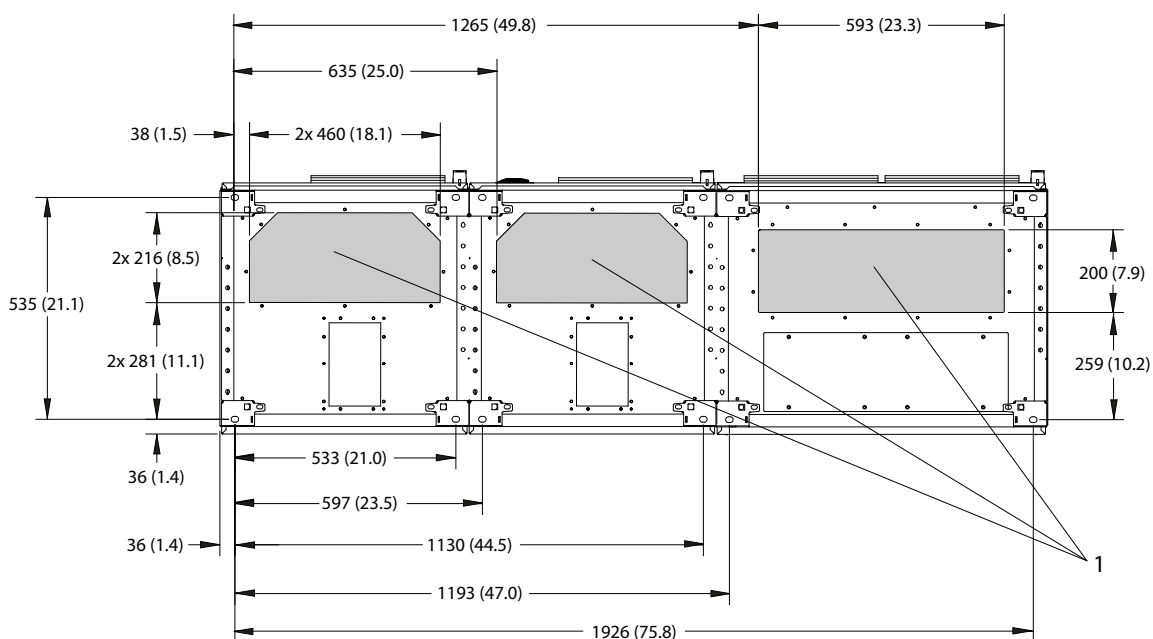


Рисунок 8.33 Размеры зазоров спереди, сбоку и пространство для открытия дверей для F3



130BF614.10

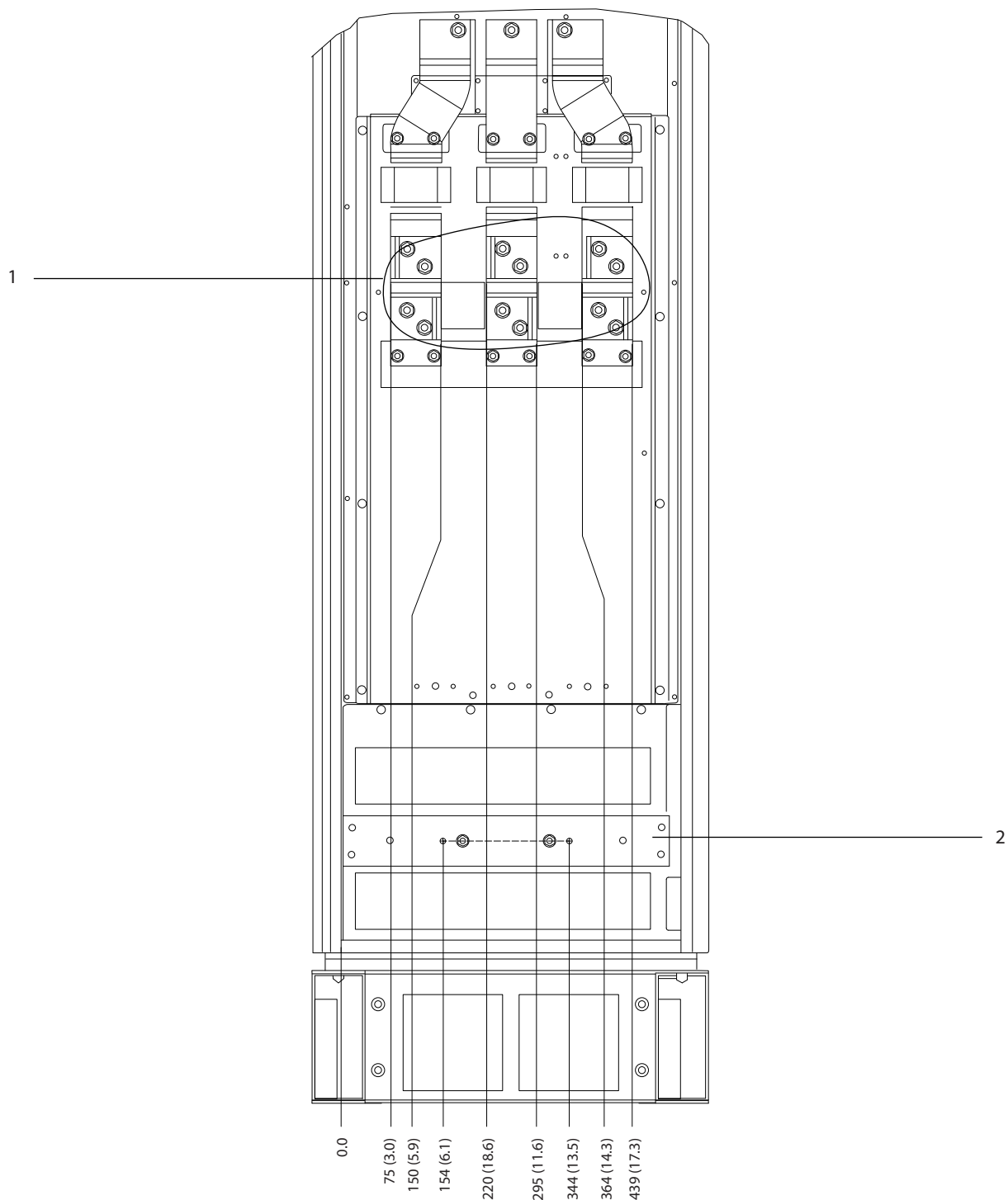
1	Сторона сети	2	Сторона двигателя
---	--------------	---	-------------------

8

Рисунок 8.34 Размеры панели уплотнений для F3

### 8.5.2 Размеры клемм F3

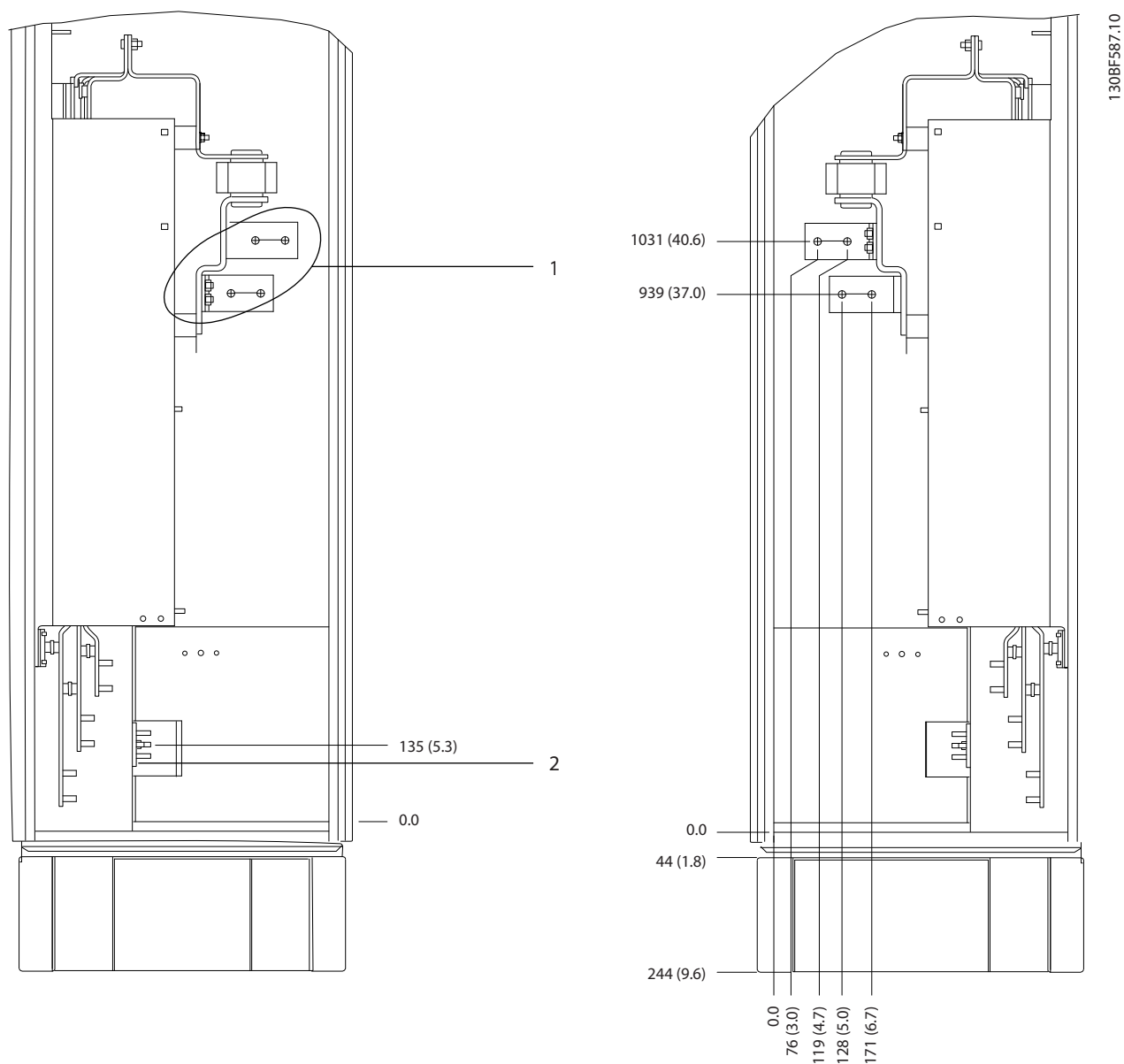
Силовые кабели тяжелые и изгибаются с трудом. Чтобы сделать монтаж кабелей более удобным, выберите для размещения преобразователя частоты оптимальное место. Каждая клемма позволяет использовать до 4 кабелей с кабельными наконечниками или стандартными обжимными наконечниками. Заземление подключается к соответствующей соединительной точке преобразователя частоты.



1	Клеммы сети питания	2	Шина заземления
---	---------------------	---	-----------------

Рисунок 8.35 Размеры клемм для шкафа дополнительных устройств F3–F4, вид спереди

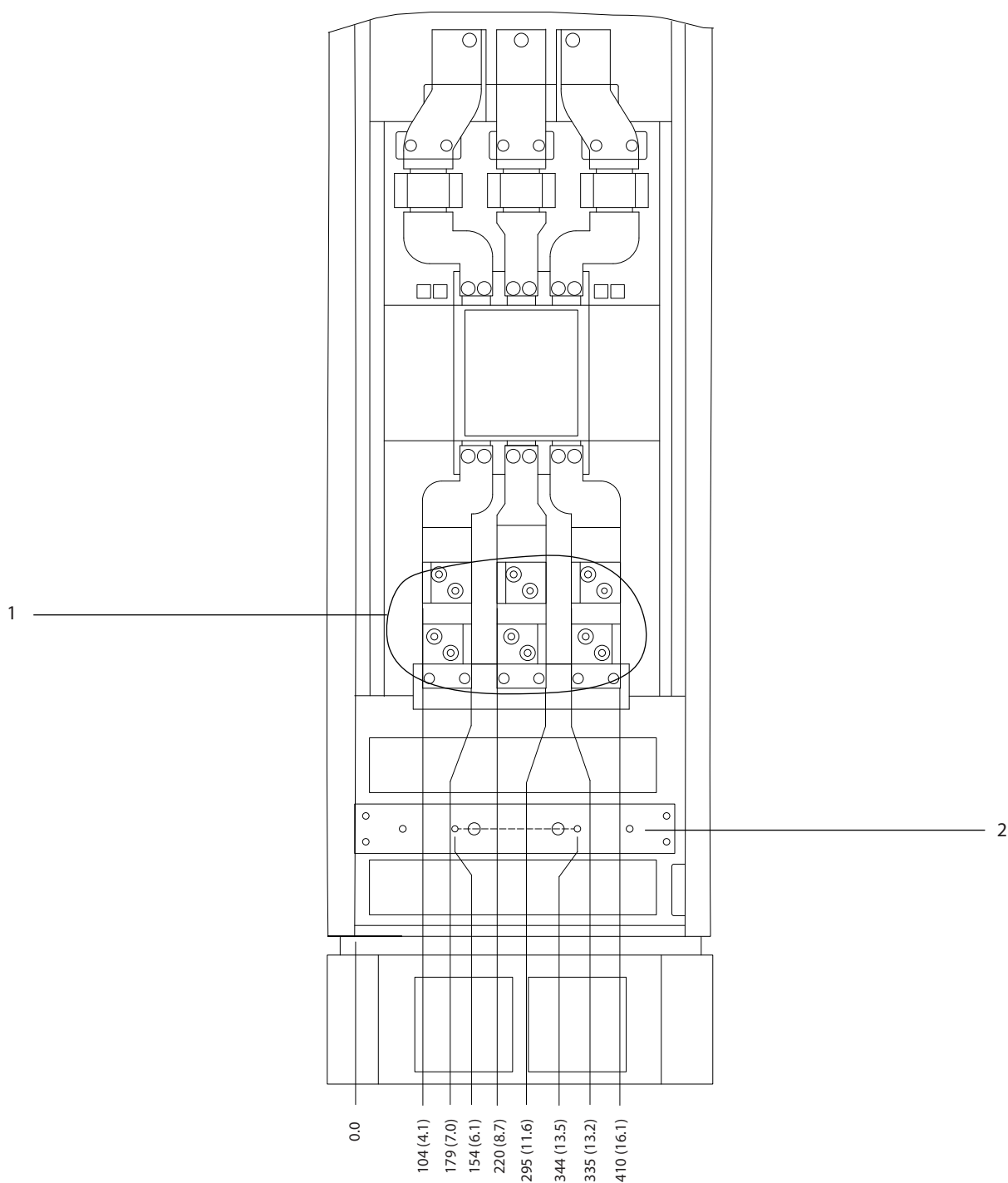




1	Клеммы сети питания	2	Шина заземления
---	---------------------	---	-----------------

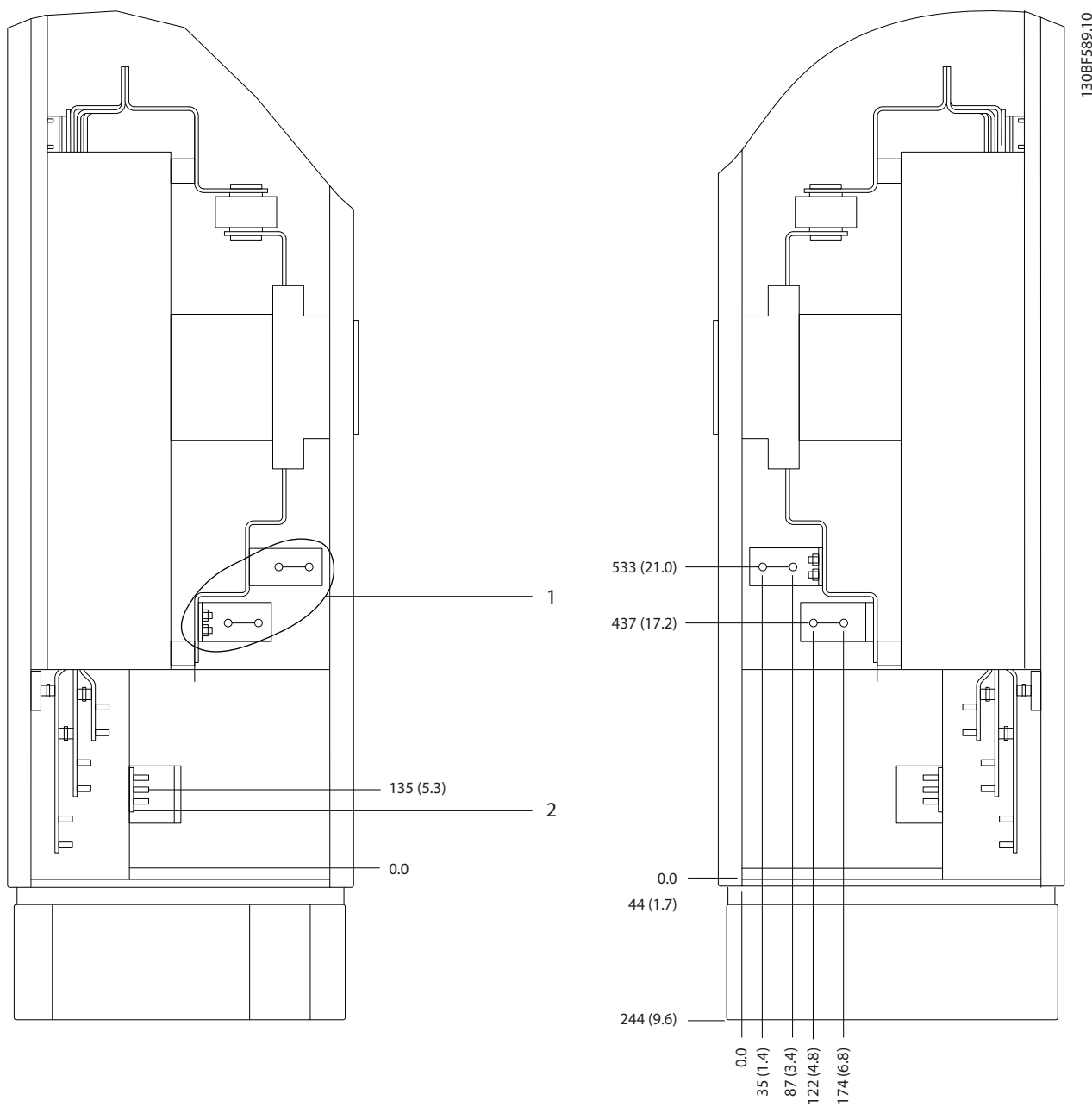
Рисунок 8.36 Размеры клемм для шкафа дополнительных устройств F3-F4, вид сбоку

8



1	Клеммы сети питания	2	Шина заземления
---	---------------------	---	-----------------

Рисунок 8.37 Размеры клемм для шкафа дополнительных устройств F3–F4 с автоматическим выключателем/выключателем в литом корпусе, вид спереди

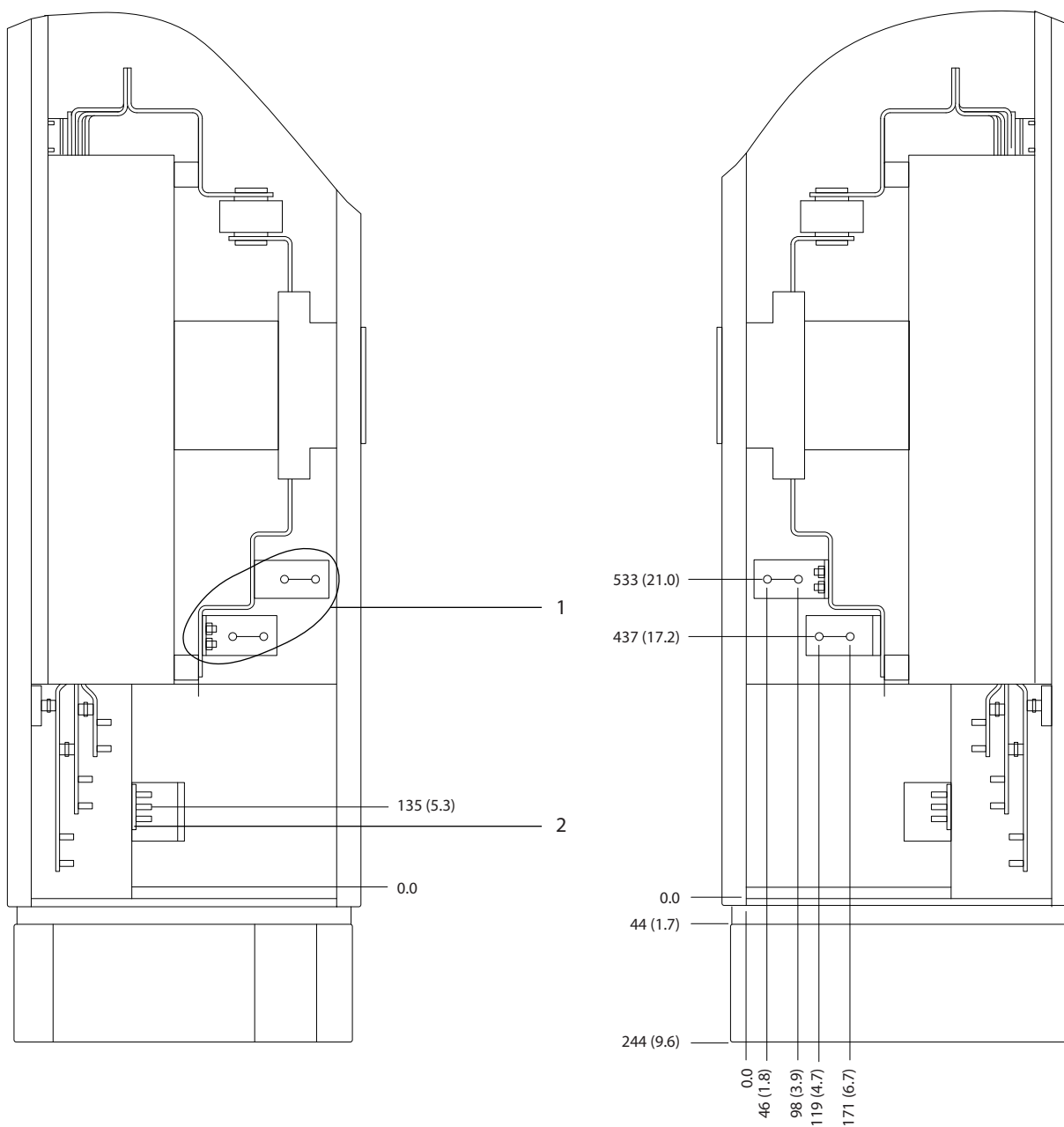


8

1	Клеммы сети питания	2	Шина заземления
---	---------------------	---	-----------------

Рисунок 8.38 Размеры клемм для шкафа дополнительных устройств F3-F4 с автоматическим выключателем/выключателем в литом корпусе (380-480/500 В, модели: P450; 525-690 В, модели: P630-P710), вид сбоку

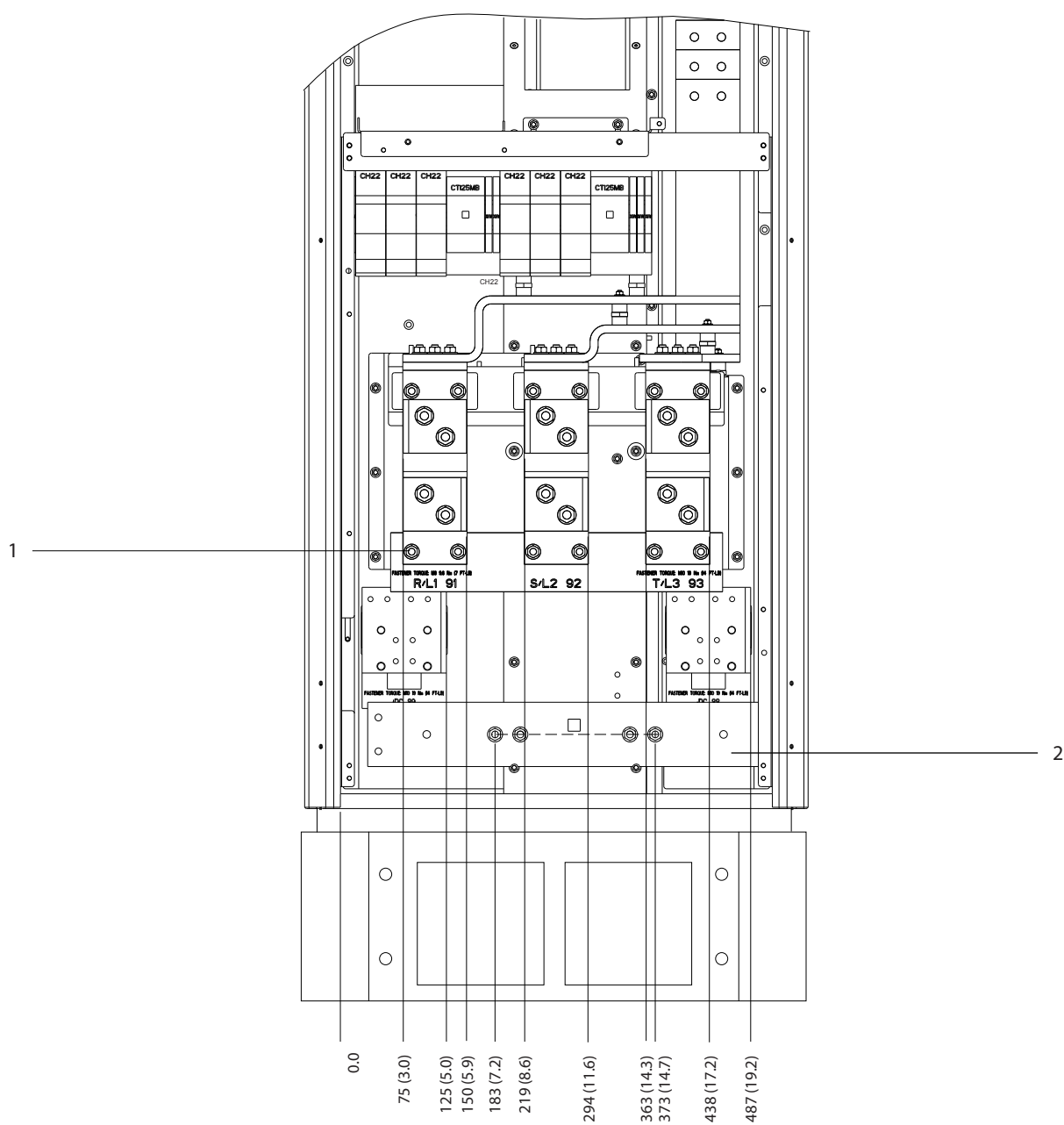
8



130BF644.10

1	Клеммы сети питания	2	Шина заземления
---	---------------------	---	-----------------

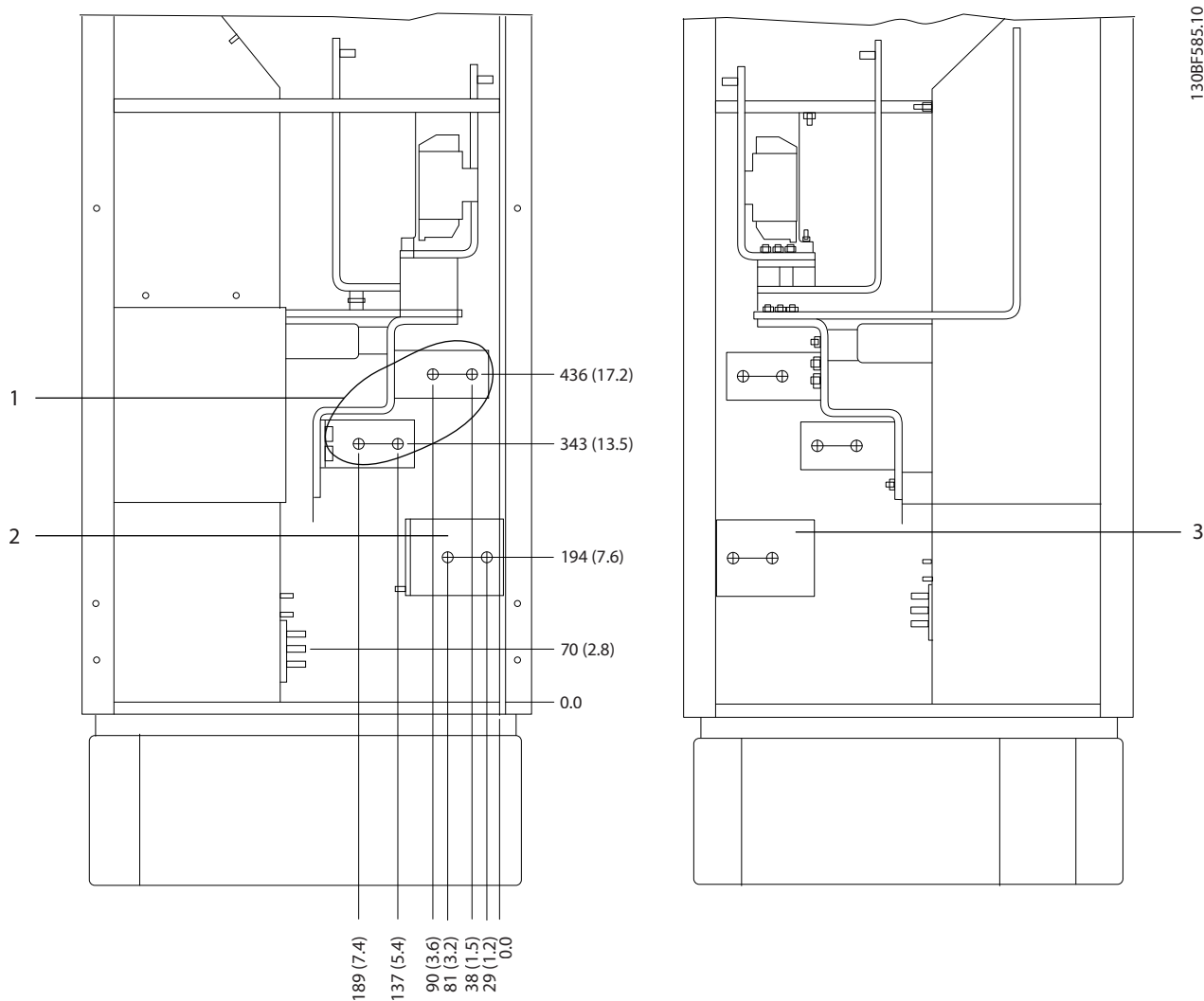
Рисунок 8.39 Размеры клемм для шкафа дополнительных устройств F3–F4 с автоматическим выключателем/выключателем в литом корпусе (380–480/500 В, модели: P500–P630; 525–690 В, модели: P800), вид сбоку



8

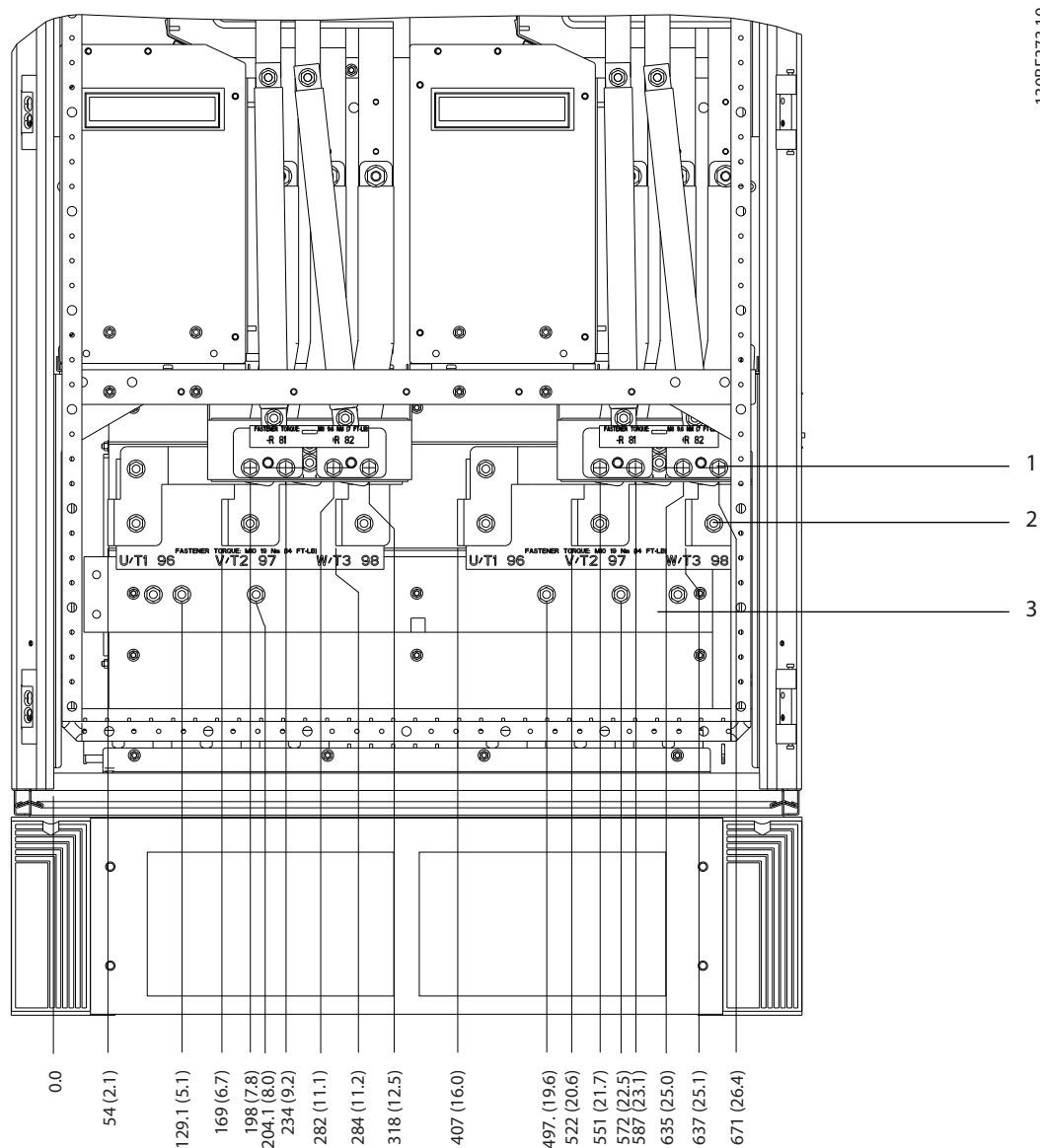
1	Клеммы сети питания	2	Шина заземления
---	---------------------	---	-----------------

Рисунок 8.40 Размеры клемм для шкафа выпрямителя F1-F4, вид спереди



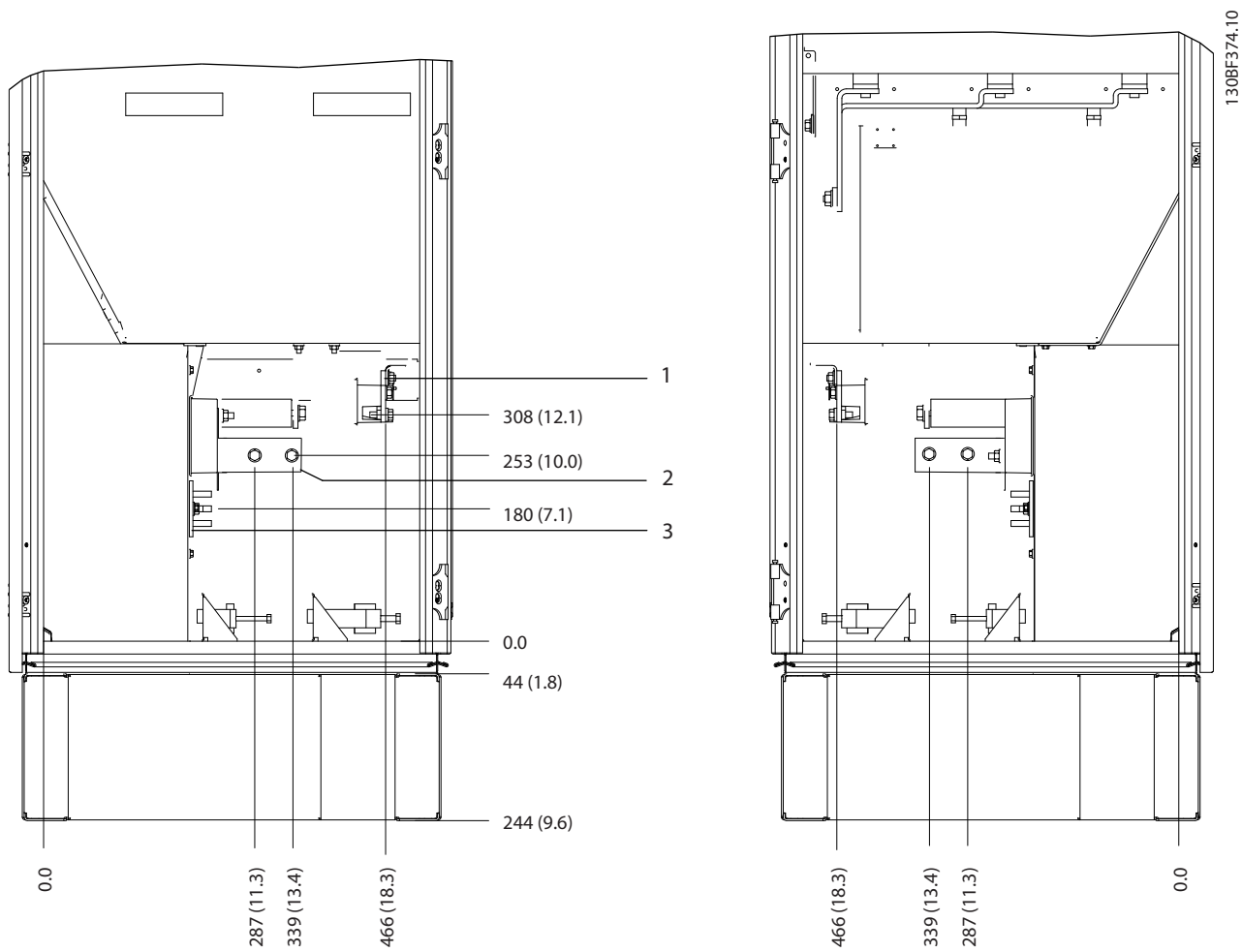
1	Клеммы сети питания	3	Клеммы цепи разделения нагрузки (-)
2	Клеммы цепи разделения нагрузки (+)	-	-

Рисунок 8.41 Размеры клемм для шкафа выпрямителя F3–F4, вид сбоку



1	Клеммы подключения тормоза	3	Шина заземления
2	Клеммы подключения электродвигателя	-	-

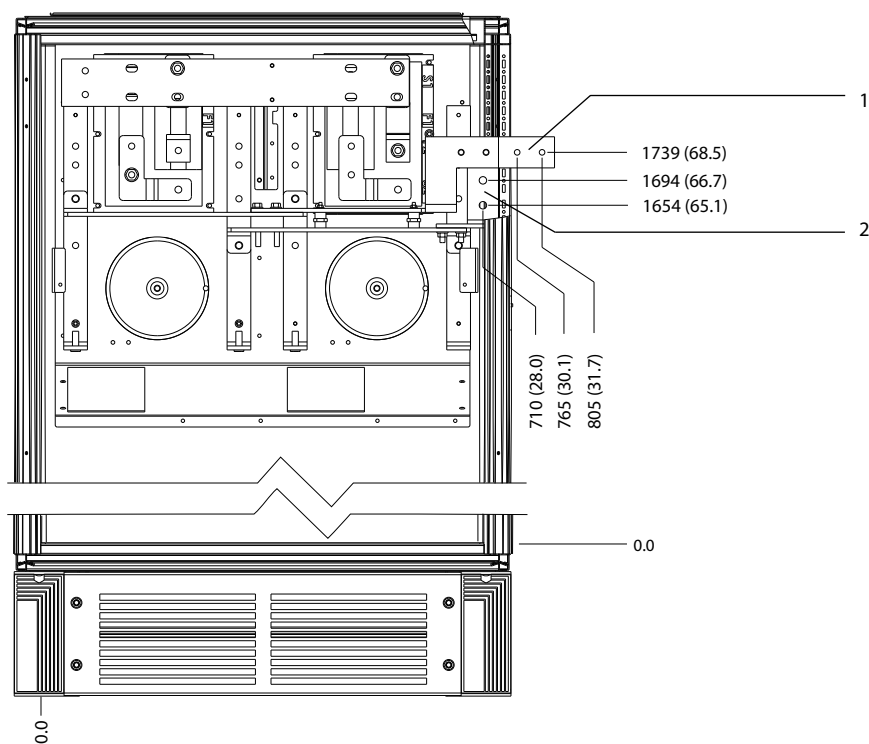
Рисунок 8.42 Размеры клемм для шкафа инвертора F1/F3, вид спереди



1	Клеммы подключения тормоза	3	Шина заземления
2	Клеммы подключения электродвигателя	-	-

Рисунок 8.43 Размеры клемм для шкафа инвертора F1/F3, вид сбоку





1308F365.10

Рисунок 8.44 Размеры клемм для цепи рекуперации F1/F3, вид спереди

## 8.6 Внешние размеры и размеры клемм F4

### 8.6.1 Внешние размеры F4

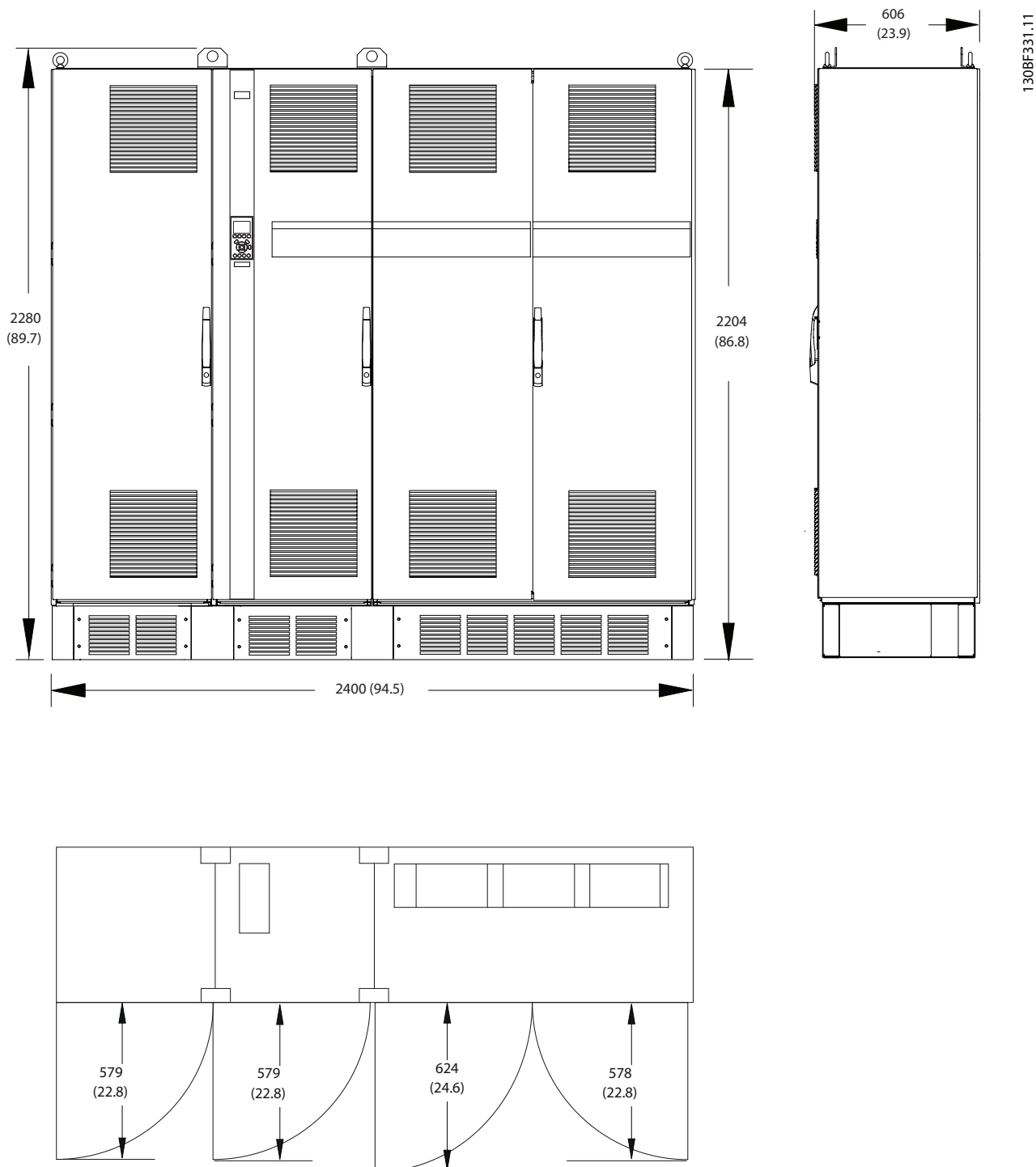
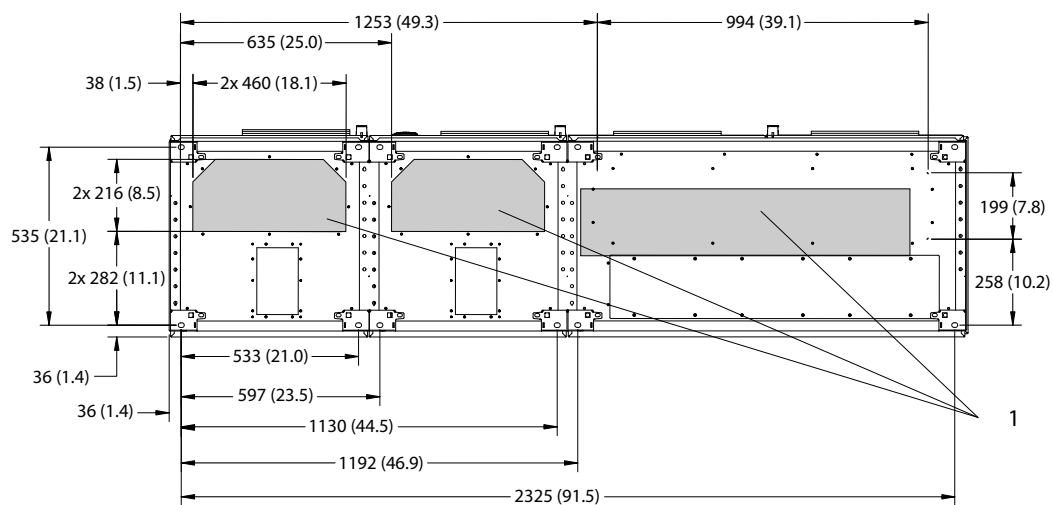


Рисунок 8.45 Размеры зазоров спереди, сбоку и пространство для открытия дверей для F4



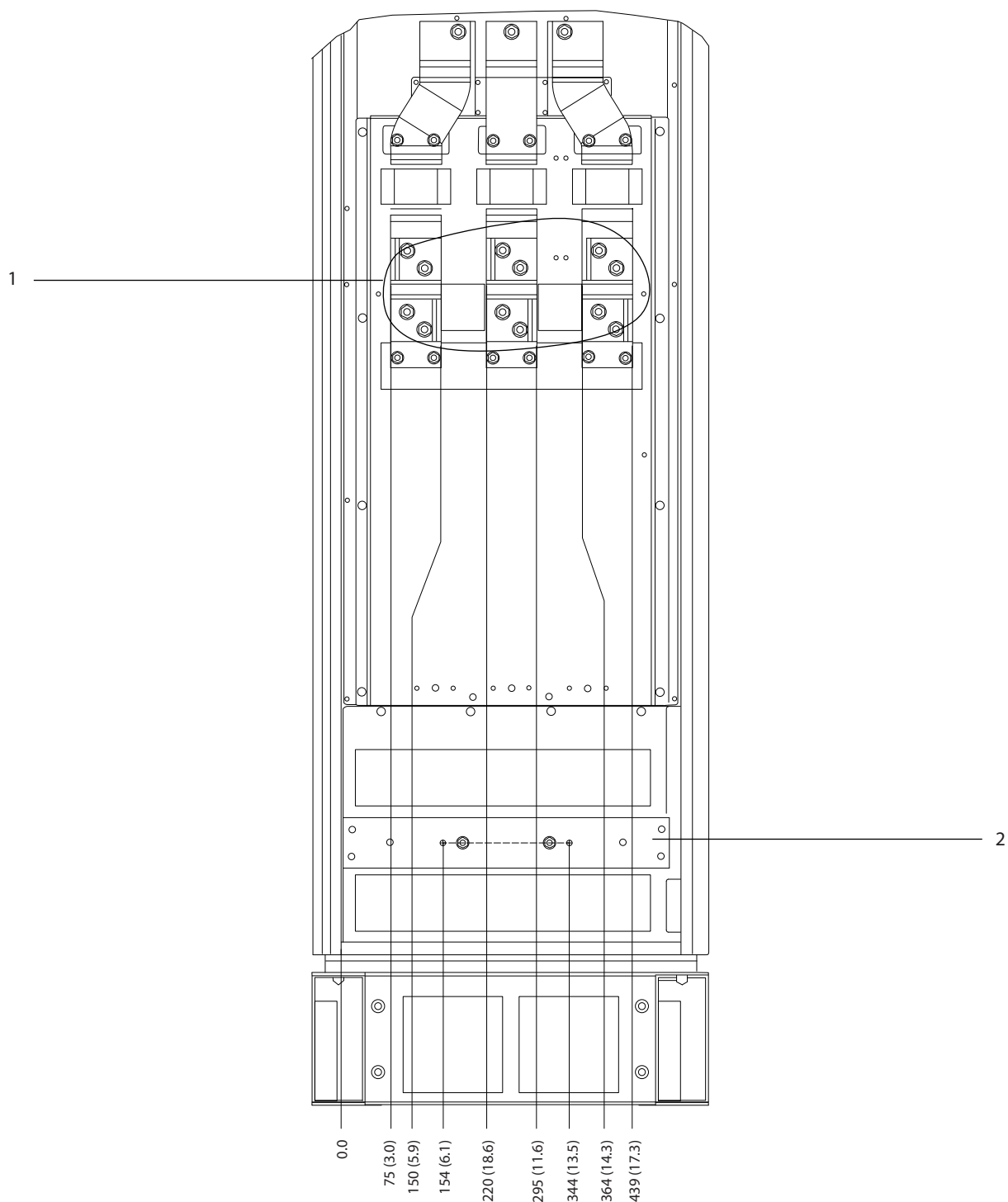
1.30BF615.10

1	Сторона сети	2	Сторона двигателя
---	--------------	---	-------------------

Рисунок 8.46 Размеры панели уплотнений для F4

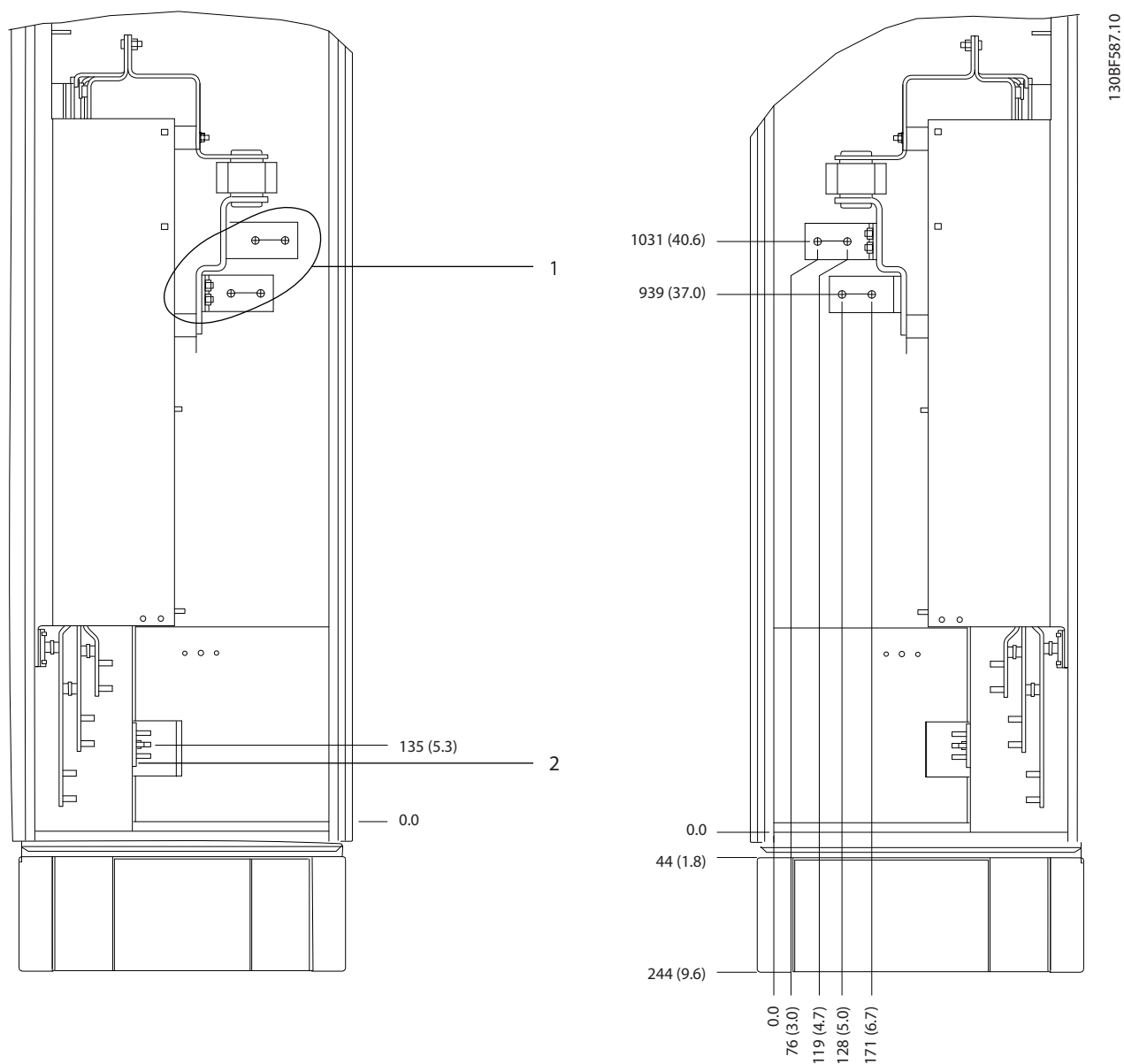
## 8.6.2 Размеры клемм F4

Силовые кабели тяжелые и изгибаются с трудом. Чтобы сделать монтаж кабелей более удобным, выберите для размещения преобразователя частоты оптимальное место. Каждая клемма позволяет использовать до 4 кабелей с кабельными наконечниками или стандартными обжимными наконечниками. Заземление подключается к соответствующей соединительной точке преобразователя частоты.



1	Клеммы сети питания	2	Шина заземления
---	---------------------	---	-----------------

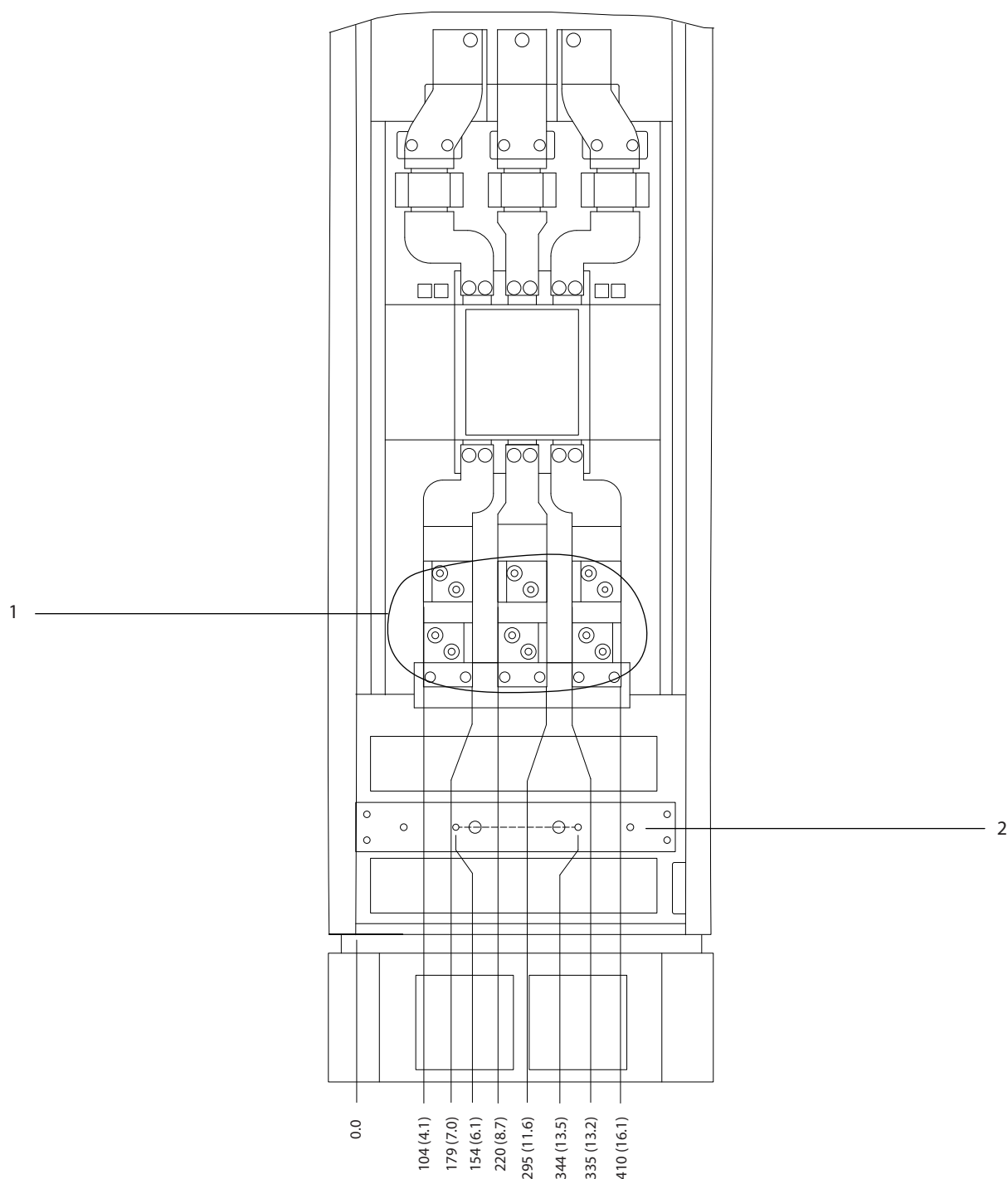
Рисунок 8.47 Размеры клемм для шкафа дополнительных устройств F3–F4, вид спереди



8

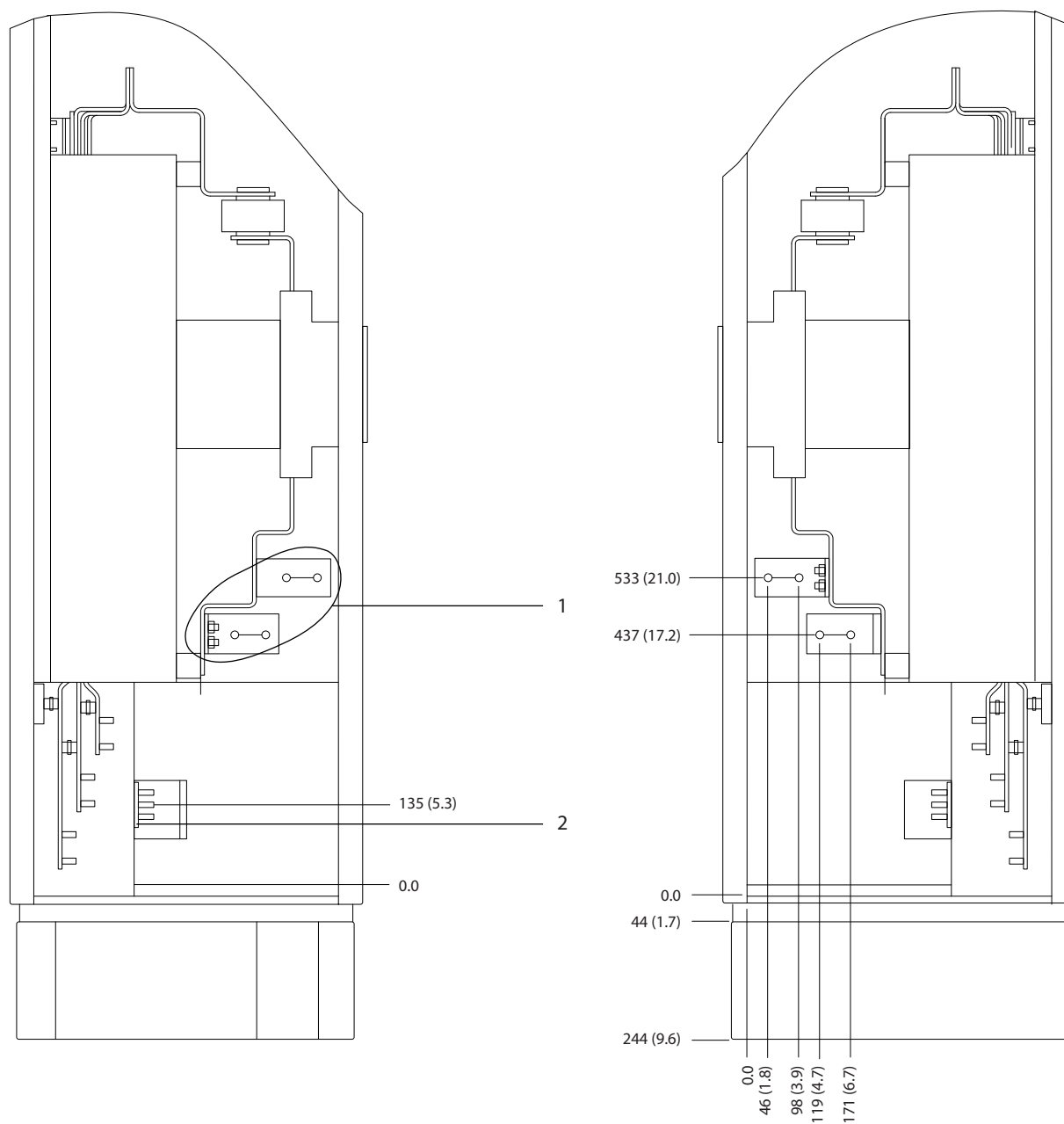
1	Клеммы сети питания	2	Шина заземления
---	---------------------	---	-----------------

Рисунок 8.48 Размеры клемм для шкафа дополнительных устройств F3-F4, вид сбоку



1	Клеммы сети питания	2	Шина заземления
---	---------------------	---	-----------------

Рисунок 8.49 Размеры клемм для шкафа дополнительных устройств F3–F4 с автоматическим выключателем/выключателем в литом корпусе, вид спереди



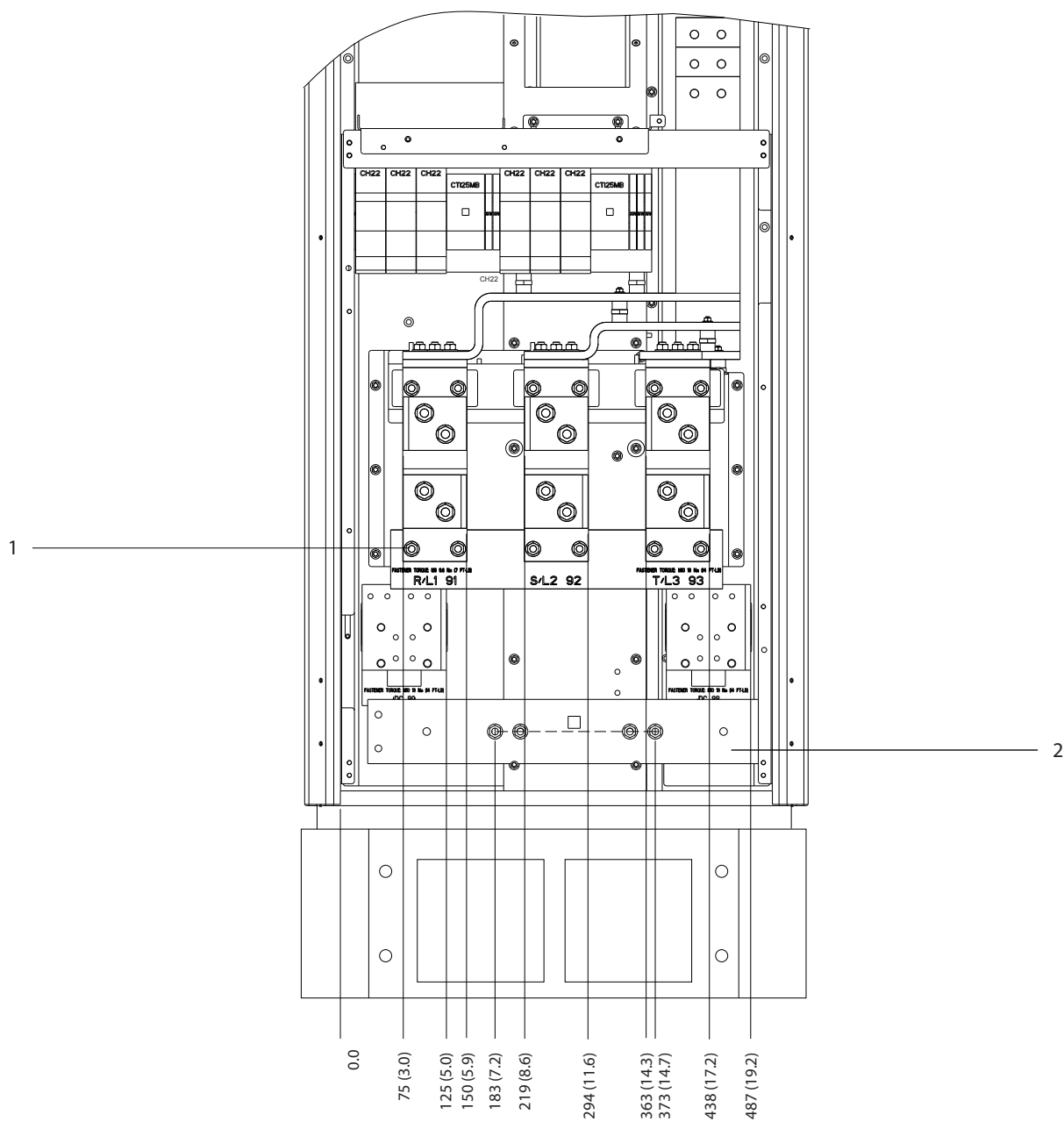
1308F644.10

8

1	Клеммы сети питания	2	Шина заземления
---	---------------------	---	-----------------

Рисунок 8.50 Размеры клемм для шкафа дополнительных устройств F3-F4 с автоматическим выключателем/выключателем в литом корпусе, вид сбоку

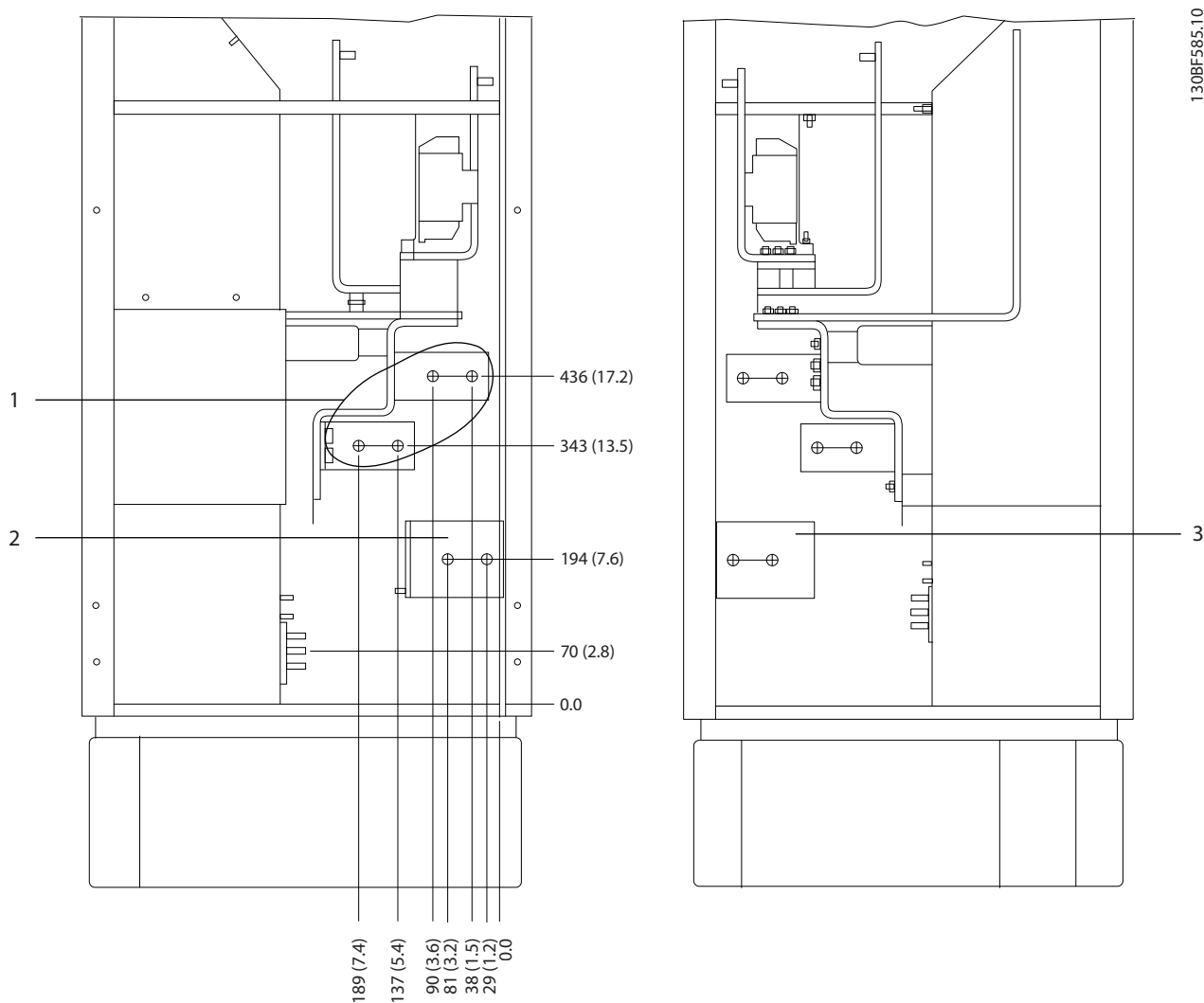
8



1	Клеммы сети питания	2	Шина заземления
---	---------------------	---	-----------------

Рисунок 8.51 Размеры клемм для шкафа выпрямителя F1–F4, вид спереди

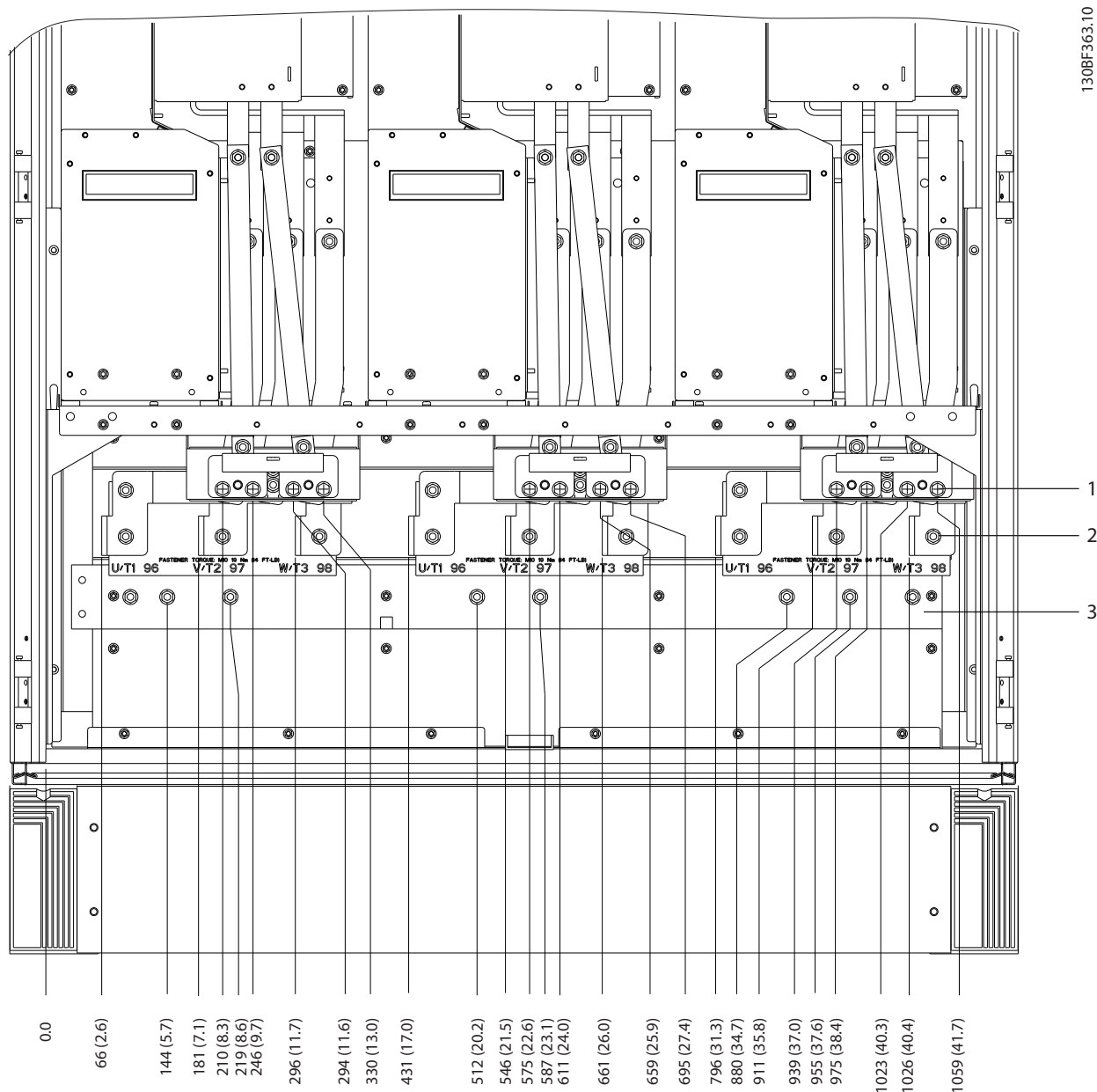




8

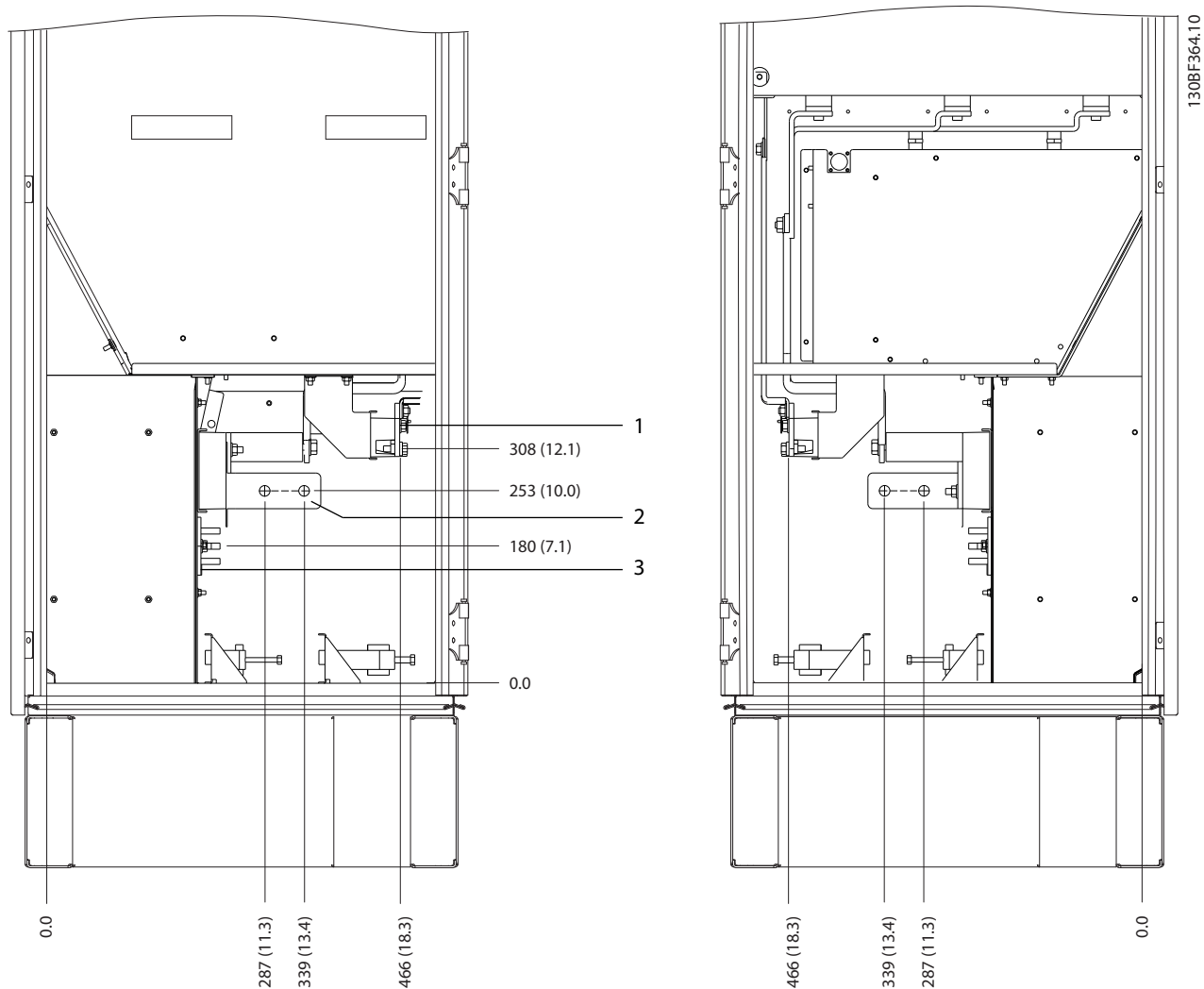
1	Клеммы сети питания	3	Клеммы цепи разделения нагрузки (-)
2	Клеммы цепи разделения нагрузки (+)	-	-

Рисунок 8.52 Размеры клемм для шкафа выпрямителя F3-F4, вид сбоку



1	Клеммы подключения тормоза	3	Шина заземления
2	Клеммы подключения электродвигателя	-	-

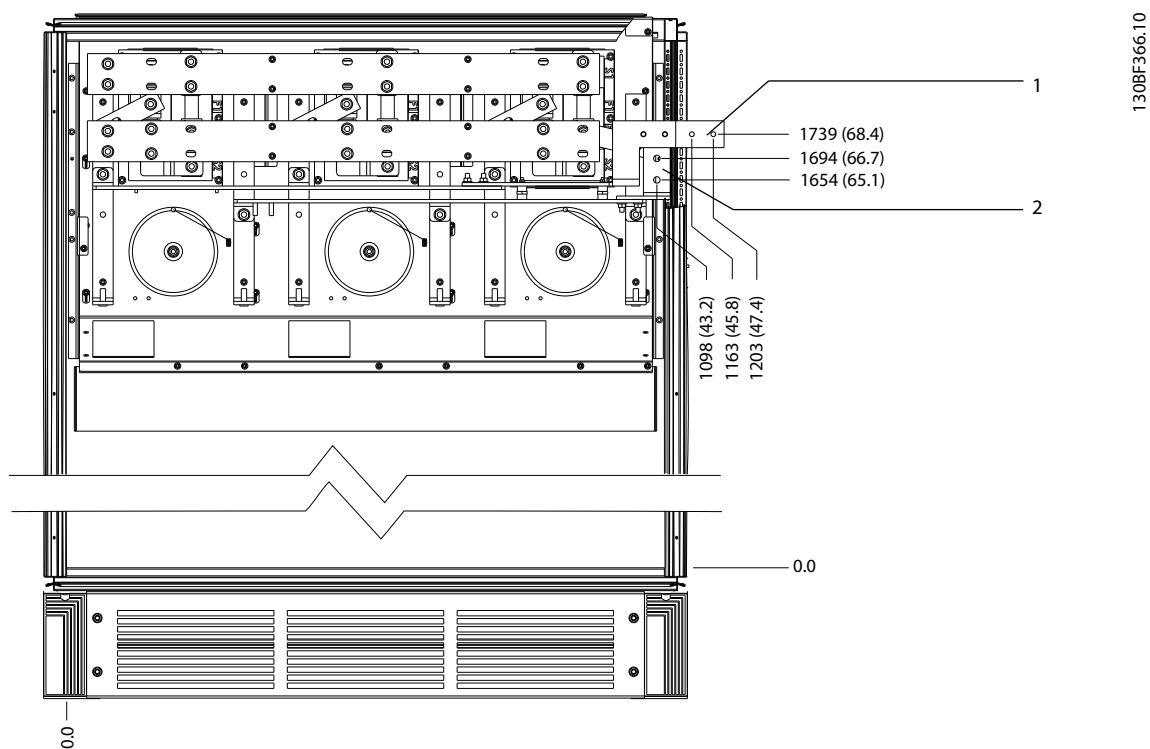
Рисунок 8.53 Размеры клемм для шкафа инвертора F2/F4, вид спереди



8

1	Клеммы подключения тормоза	3	Шина заземления
2	Клеммы подключения электродвигателя	-	-

Рисунок 8.54 Размеры клемм для шкафа инвертора F2/F4, вид сбоку



8

Рисунок 8.55 Размеры клемм для цепи рекуперации F2/F4, вид спереди

## 8.7 Внешние размеры и размеры клемм F8

### 8.7.1 Внешние размеры F8

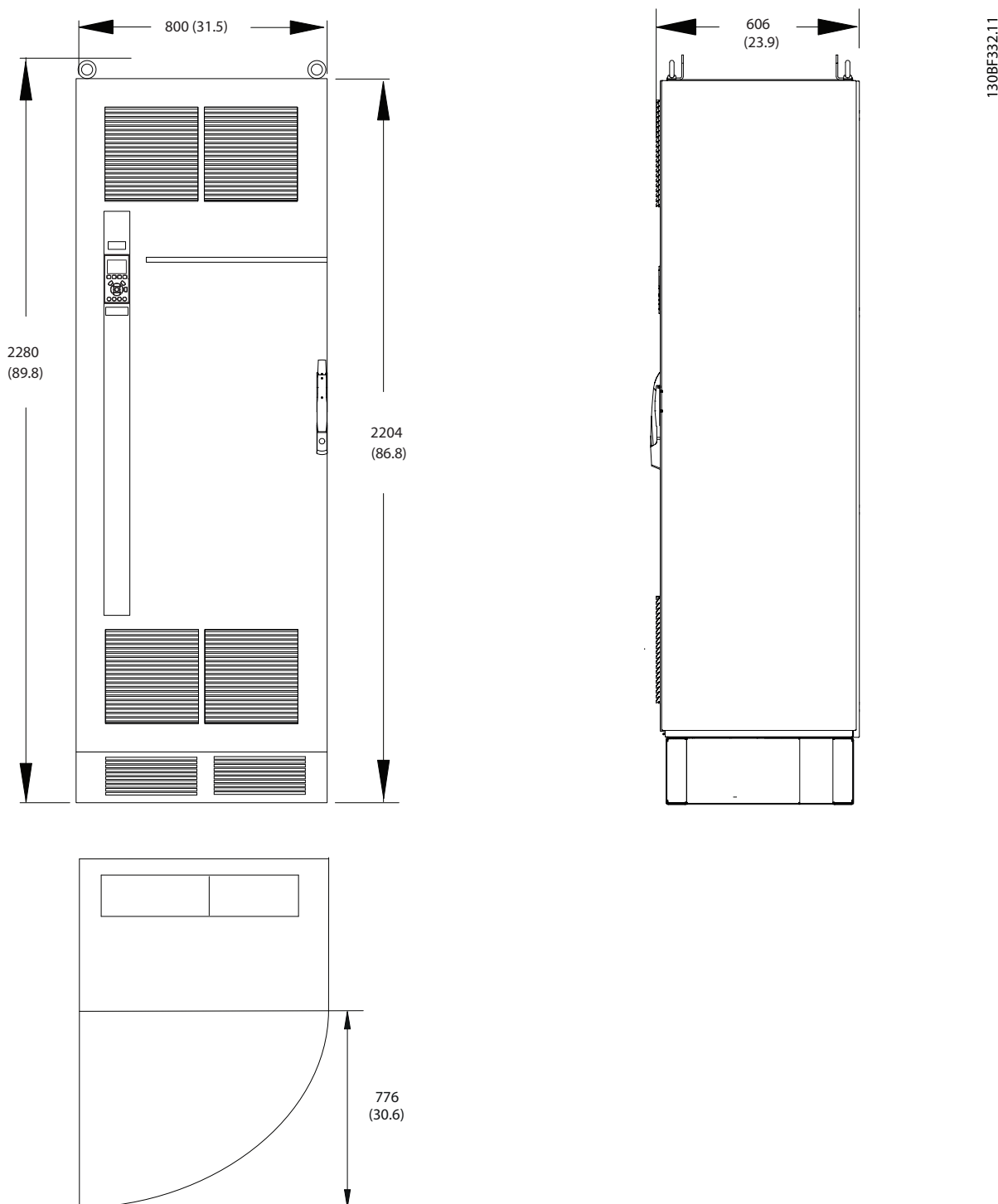
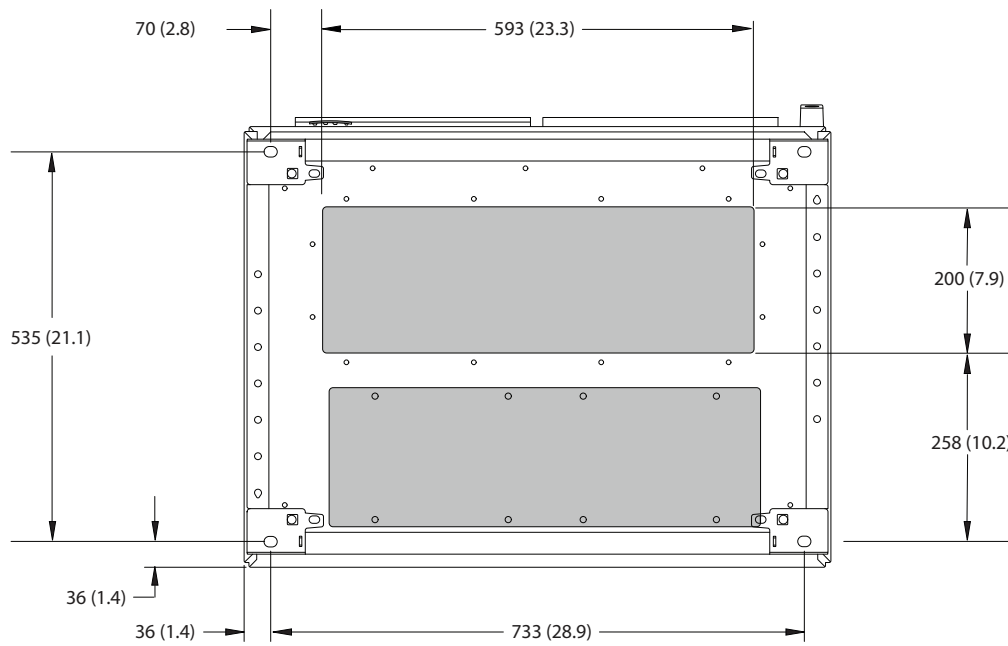


Рисунок 8.56 Размеры зазоров спереди, сбоку и пространство для открытия дверей для F8



130BF616.10

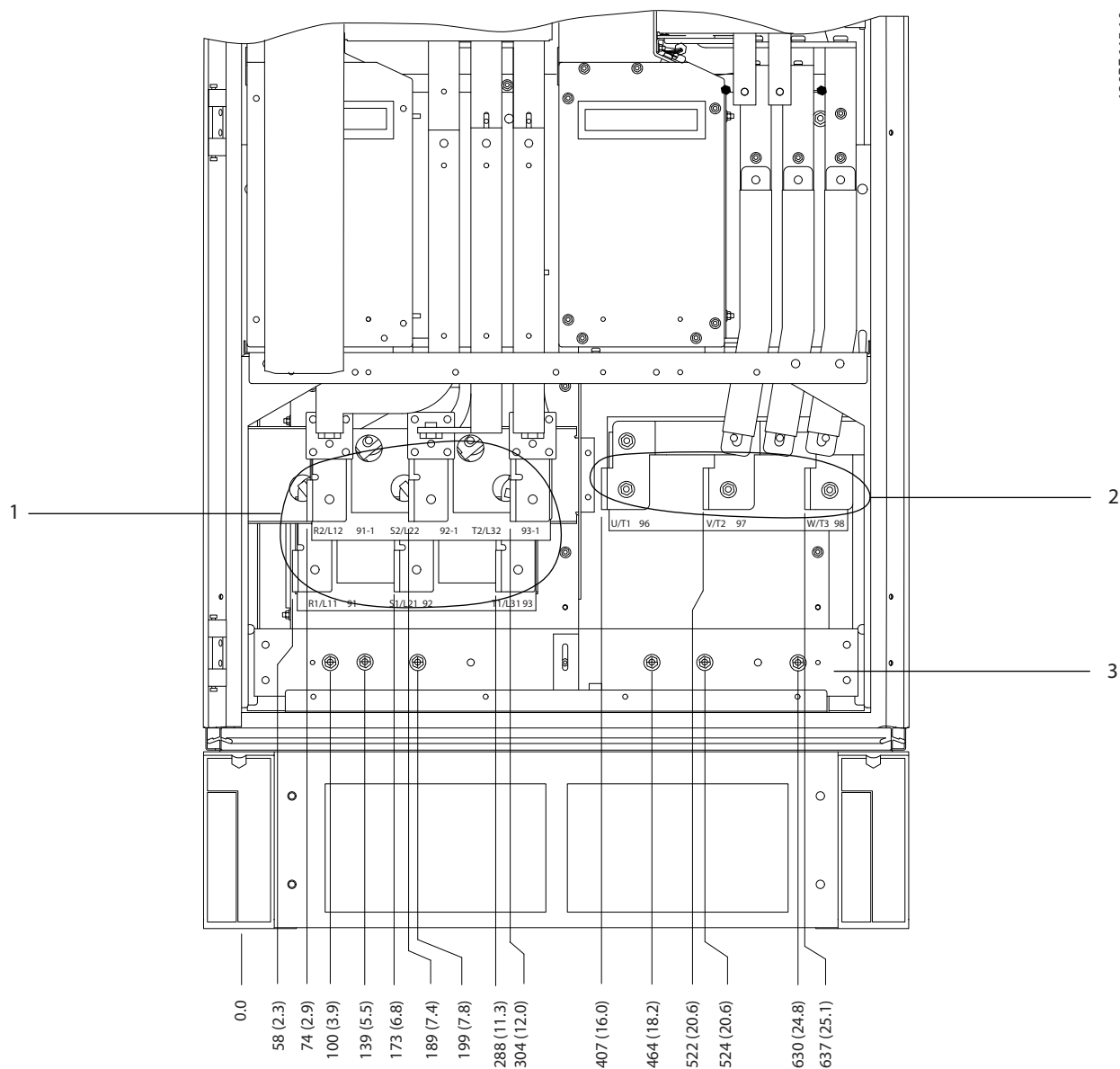
8

1	Сторона сети	2	Сторона двигателя
---	--------------	---	-------------------

Рисунок 8.57 Размеры панели уплотнений для F8

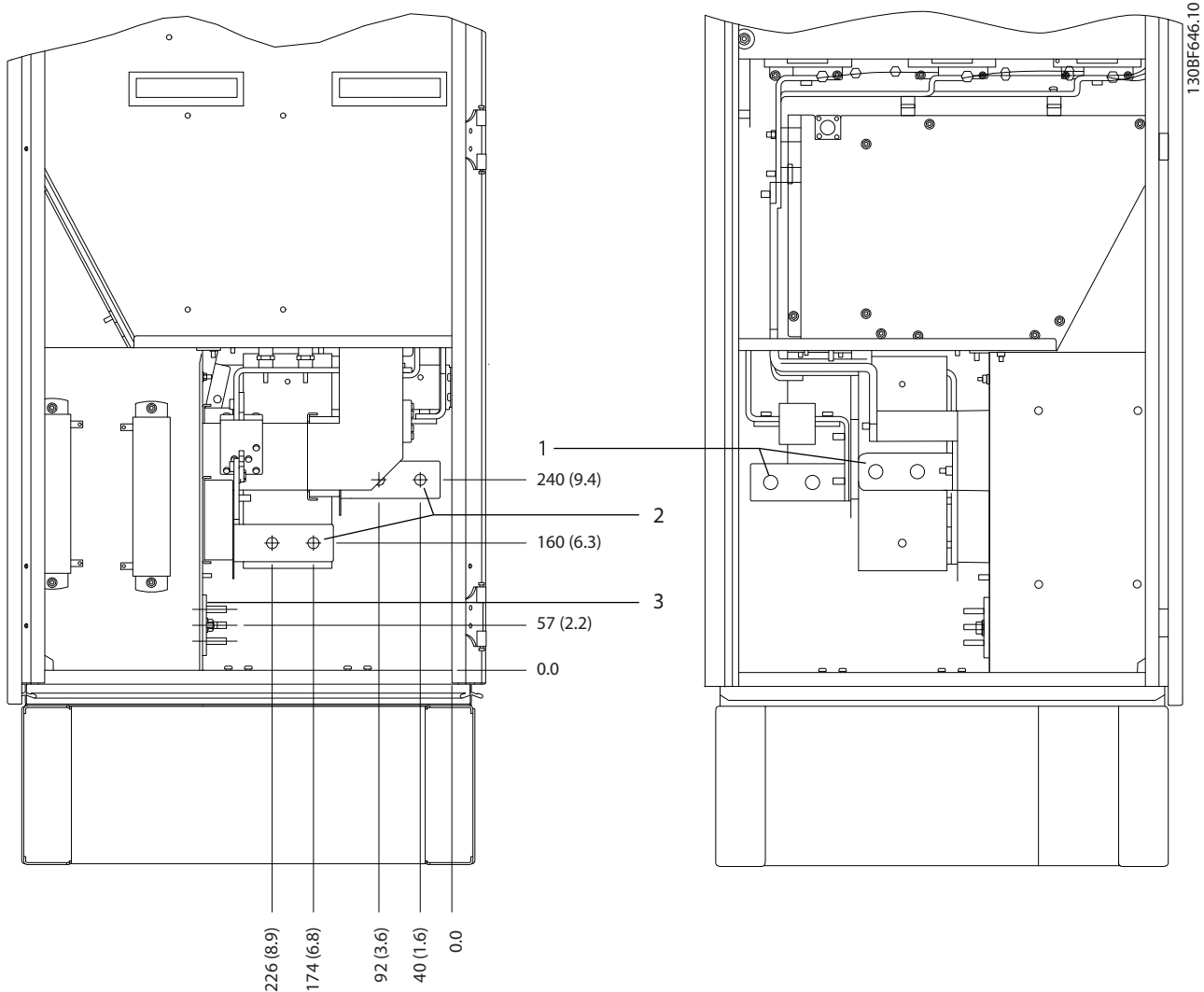
### 8.7.2 Размеры клемм F8

Силовые кабели тяжелые и изгибаются с трудом. Чтобы сделать монтаж кабелей более удобным, выберите для размещения преобразователя частоты оптимальное место. Каждая клемма позволяет использовать до 4 кабелей с кабельными наконечниками или стандартными обжимными наконечниками. Заземление подключается к соответствующей соединительной точке преобразователя частоты.



1	Клеммы сети питания	3	Шина заземления
2	Клеммы подключения электродвигателя	-	-

Рисунок 8.58 Размеры клемм для шкафа выпрямителя/инвертора F8–F9, вид спереди



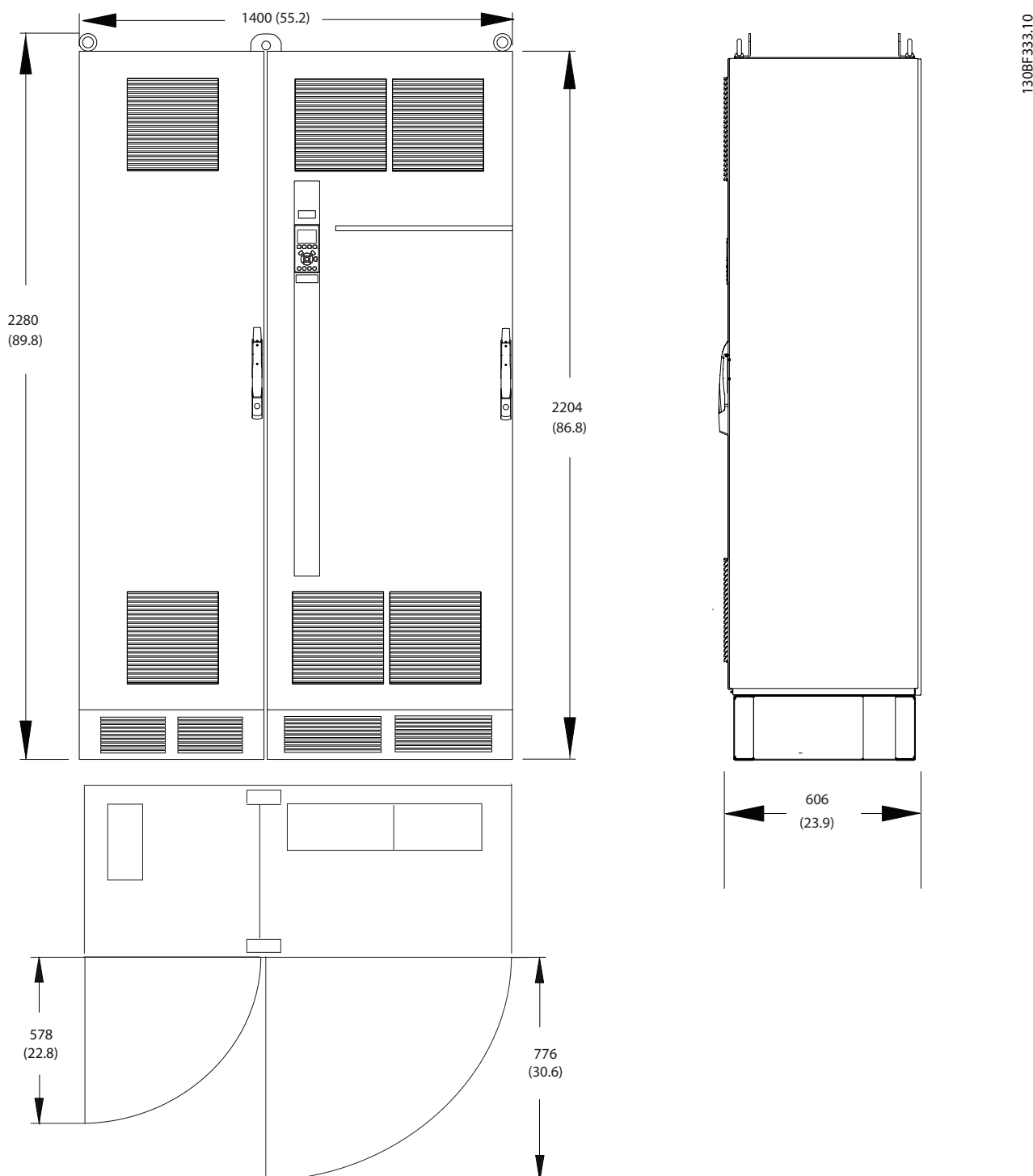
1	Клеммы сети питания	3	Шина заземления
2	Клеммы подключения электродвигателя	-	-

Рисунок 8.59 Размеры клемм для шкафа выпрямителя/инвертора F8–F9, вид сбоку



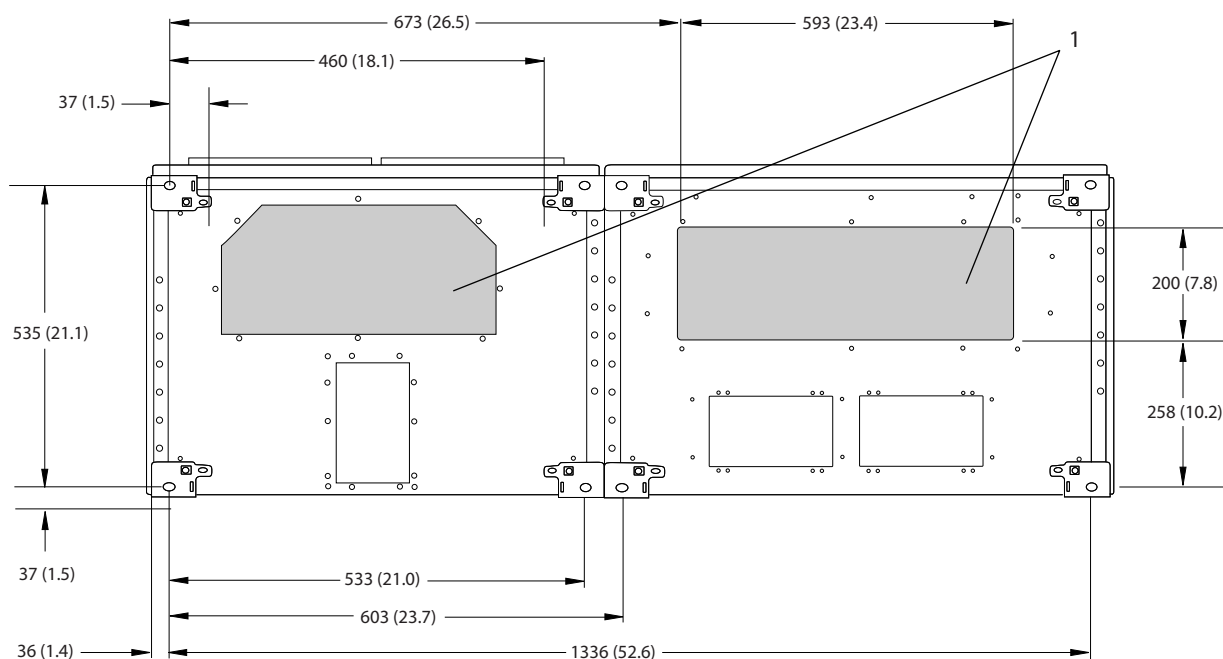
## 8.8 Внешние размеры и размеры клемм F9

### 8.8.1 Внешние размеры F9



8

Рисунок 8.60 Размеры зазоров спереди, сбоку и пространство для открытия дверей для F9



130BF617.10

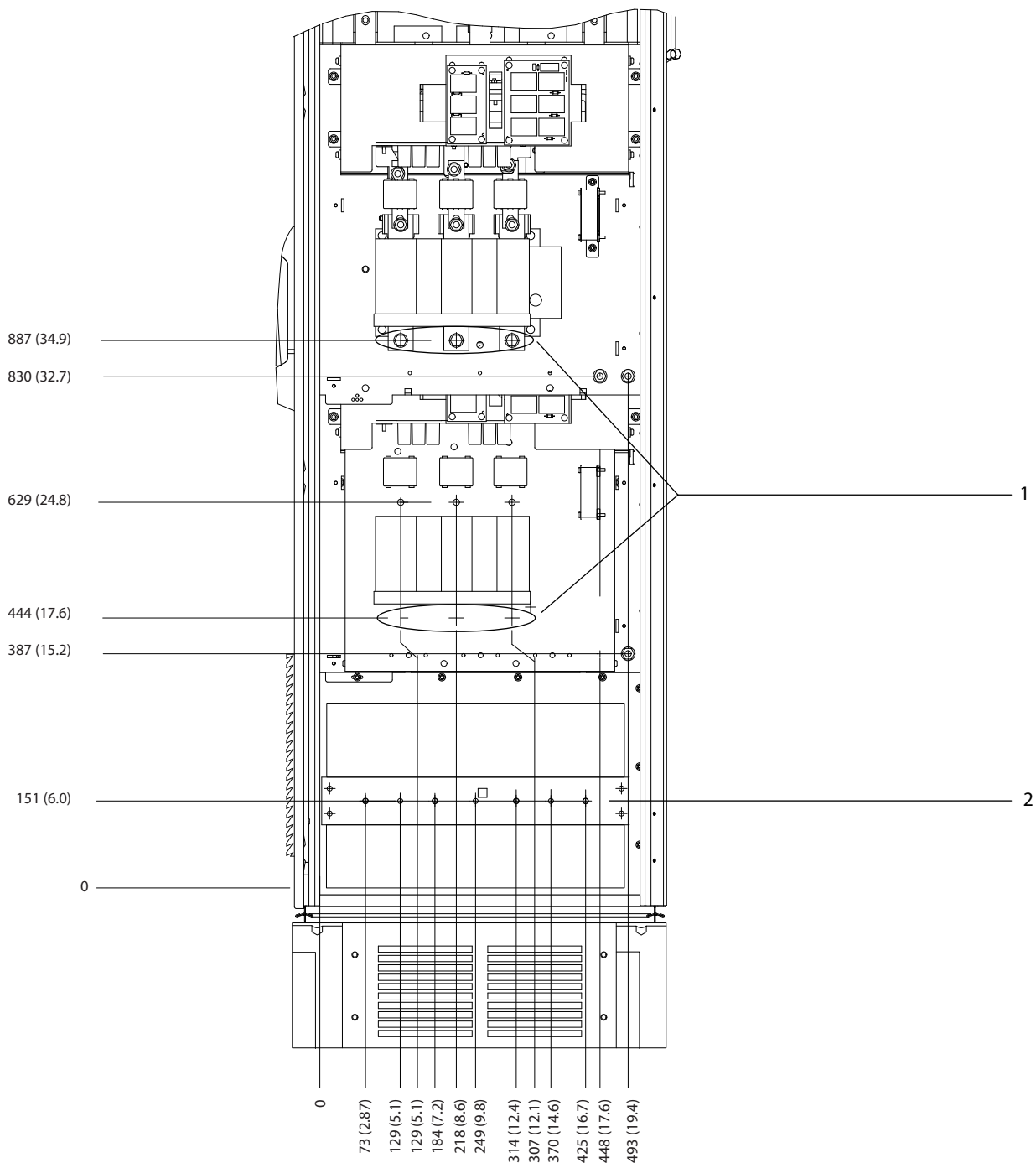
8

1	Сторона сети	2	Сторона двигателя
---	--------------	---	-------------------

Рисунок 8.61 Размеры панели уплотнений для F9

### 8.8.2 Размеры клемм F9

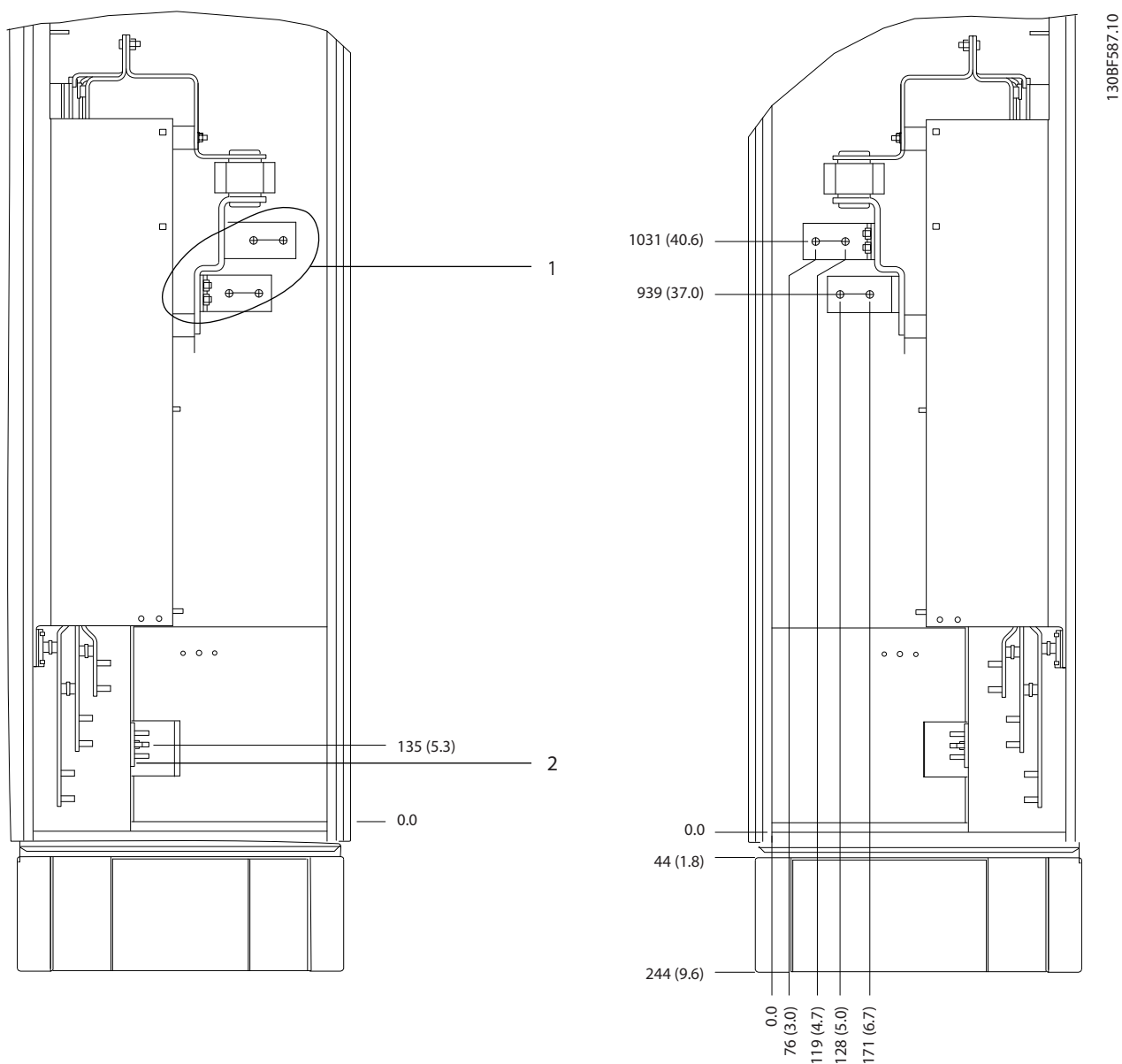
Силовые кабели тяжелые и изгибаются с трудом. Чтобы сделать монтаж кабелей более удобным, выберите для размещения преобразователя частоты оптимальное место. Каждая клемма позволяет использовать до 4 кабелей с кабельными наконечниками или стандартными обжимными наконечниками. Заземление подключается к соответствующей соединительной точке преобразователя частоты.



1 30BF579.10

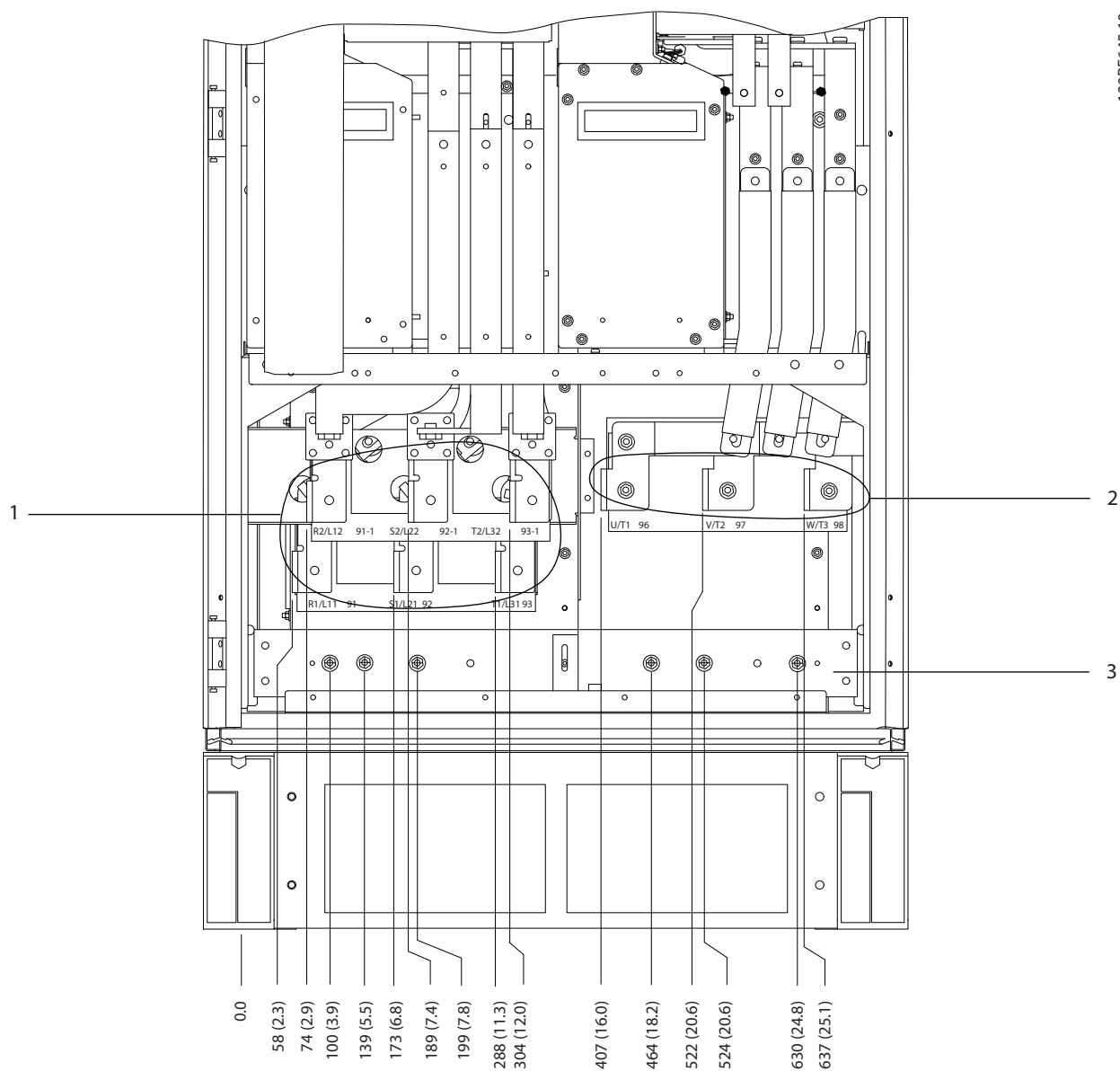
1	Клеммы сети питания	2	Шина заземления
---	---------------------	---	-----------------

Рисунок 8.62 Размеры клемм для шкафа дополнительных устройств F9, вид спереди



1	Клеммы сети питания	2	Шина заземления
---	---------------------	---	-----------------

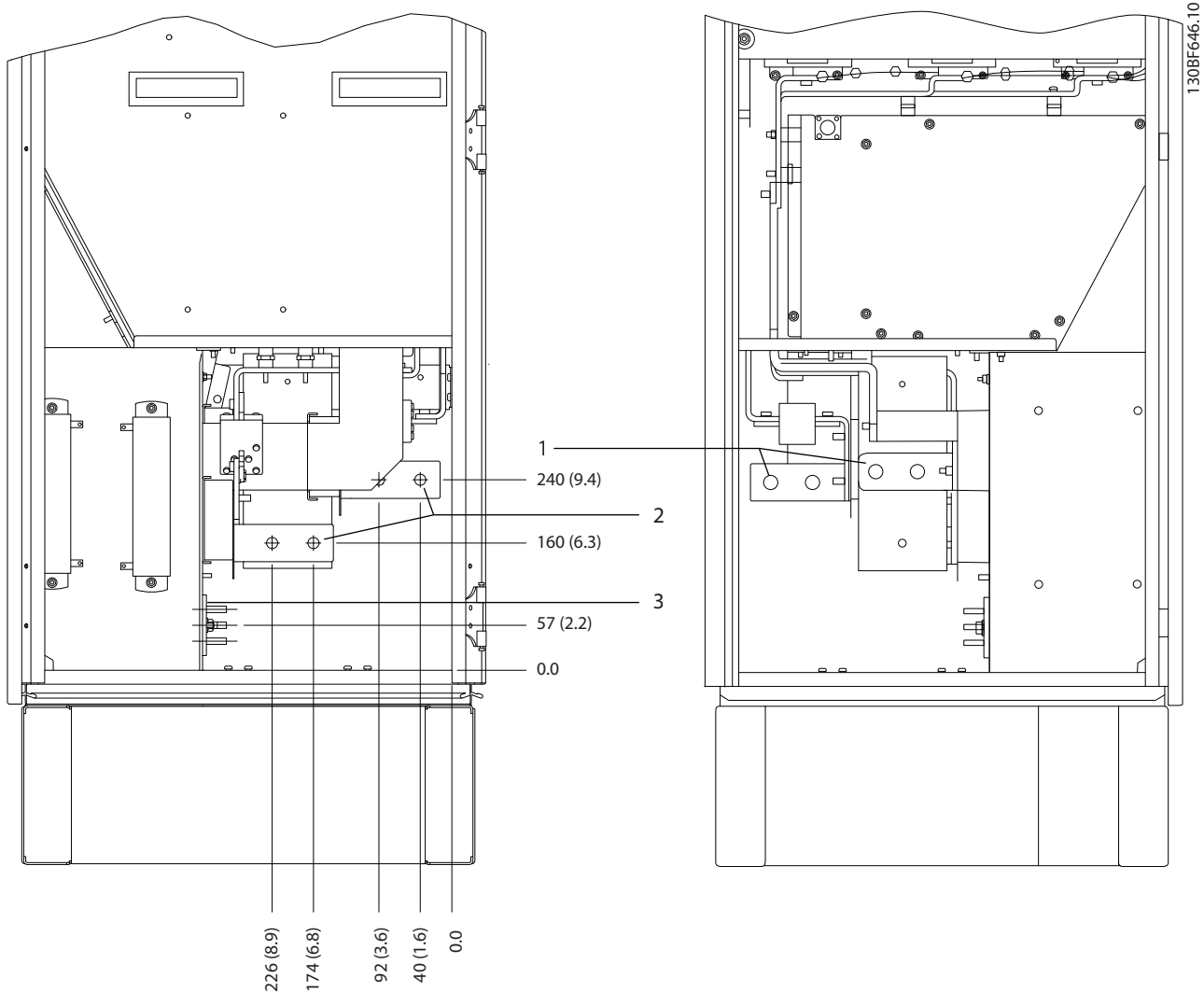
Рисунок 8.63 Размеры клемм для шкафа дополнительных устройств F9, вид сбоку



8

1	Клеммы сети питания	3	Шина заземления
2	Клеммы подключения электродвигателя	-	-

Рисунок 8.64 Размеры клемм для шкафа выпрямителя/инвертора F8-F9, вид спереди

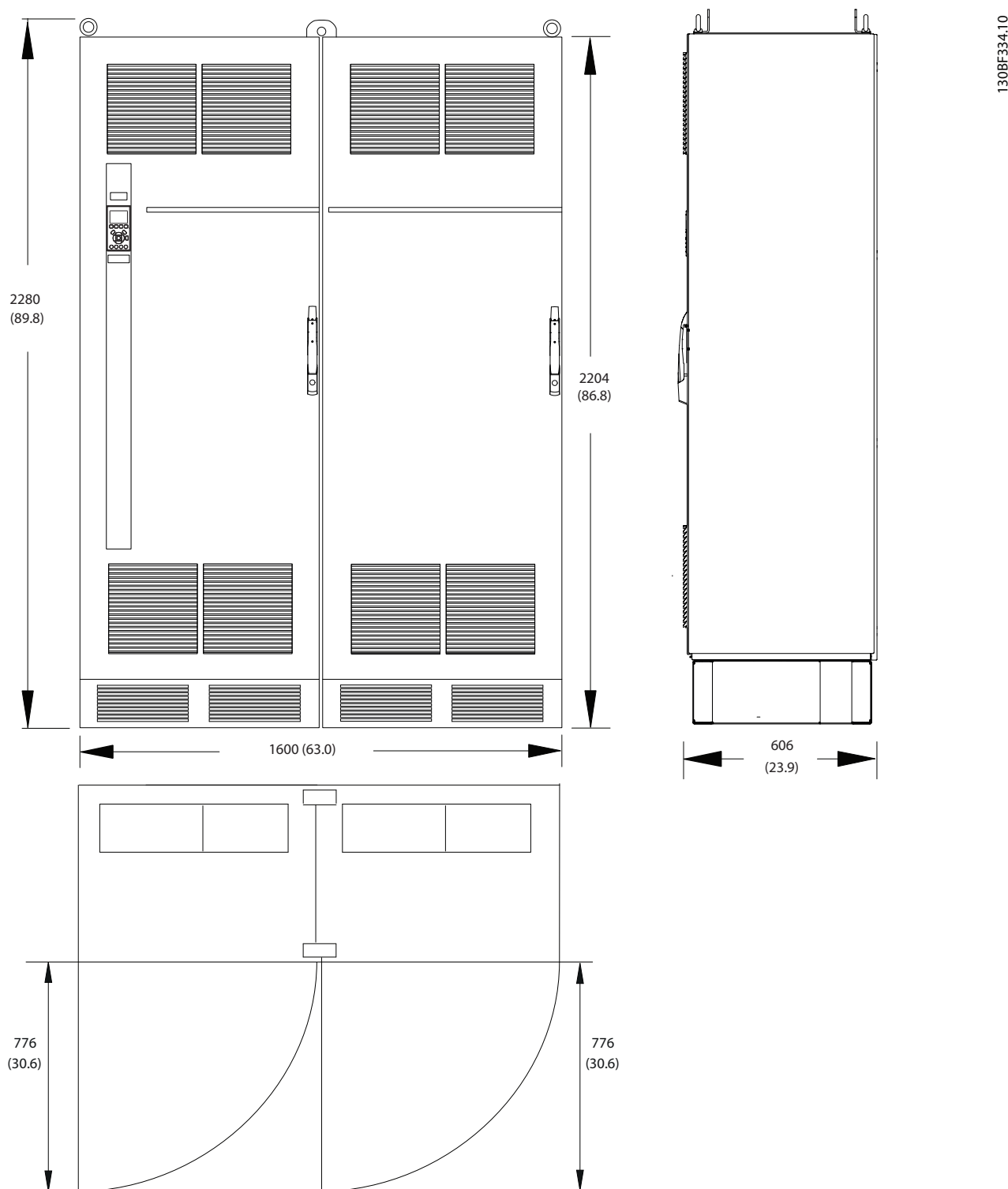


1	Клеммы сети питания	3	Шина заземления
2	Клеммы подключения электродвигателя	-	-

Рисунок 8.65 Размеры клемм для шкафа выпрямителя/инвертора F8–F9, вид сбоку

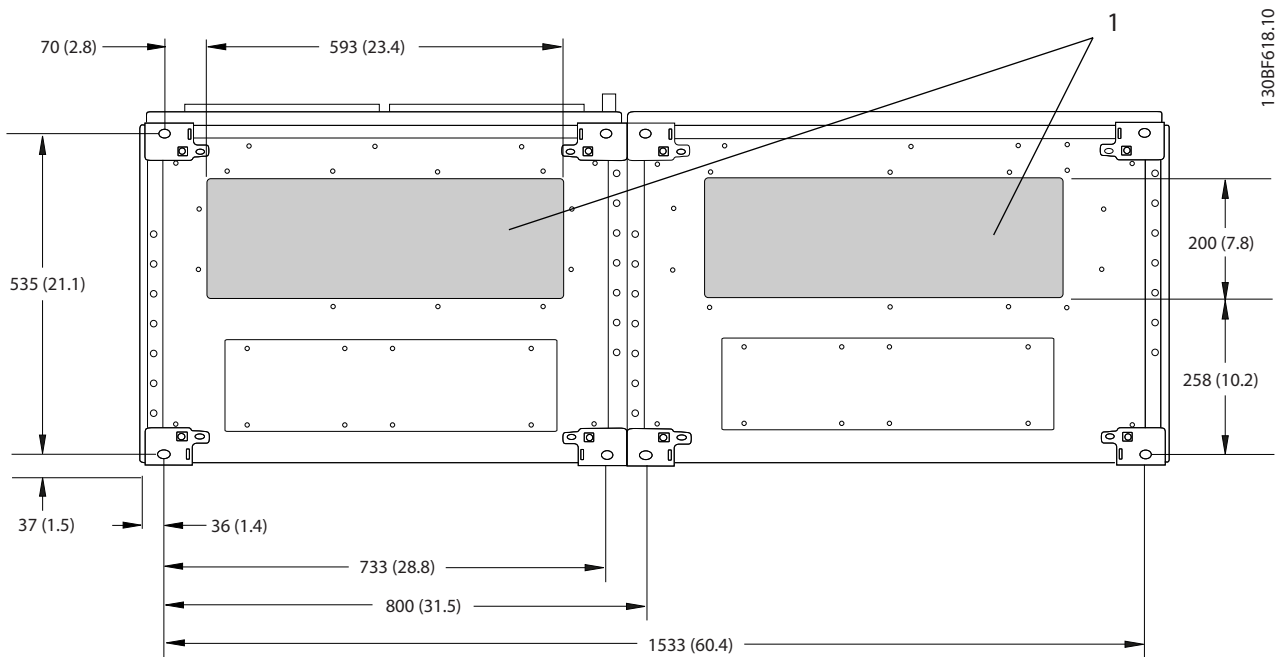
## 8.9 Внешние размеры и размеры клемм F10

### 8.9.1 Внешние размеры F10



130BF334.10

Рисунок 8.66 Размеры зазоров спереди, сбоку и пространство для открытия дверей для F10



8

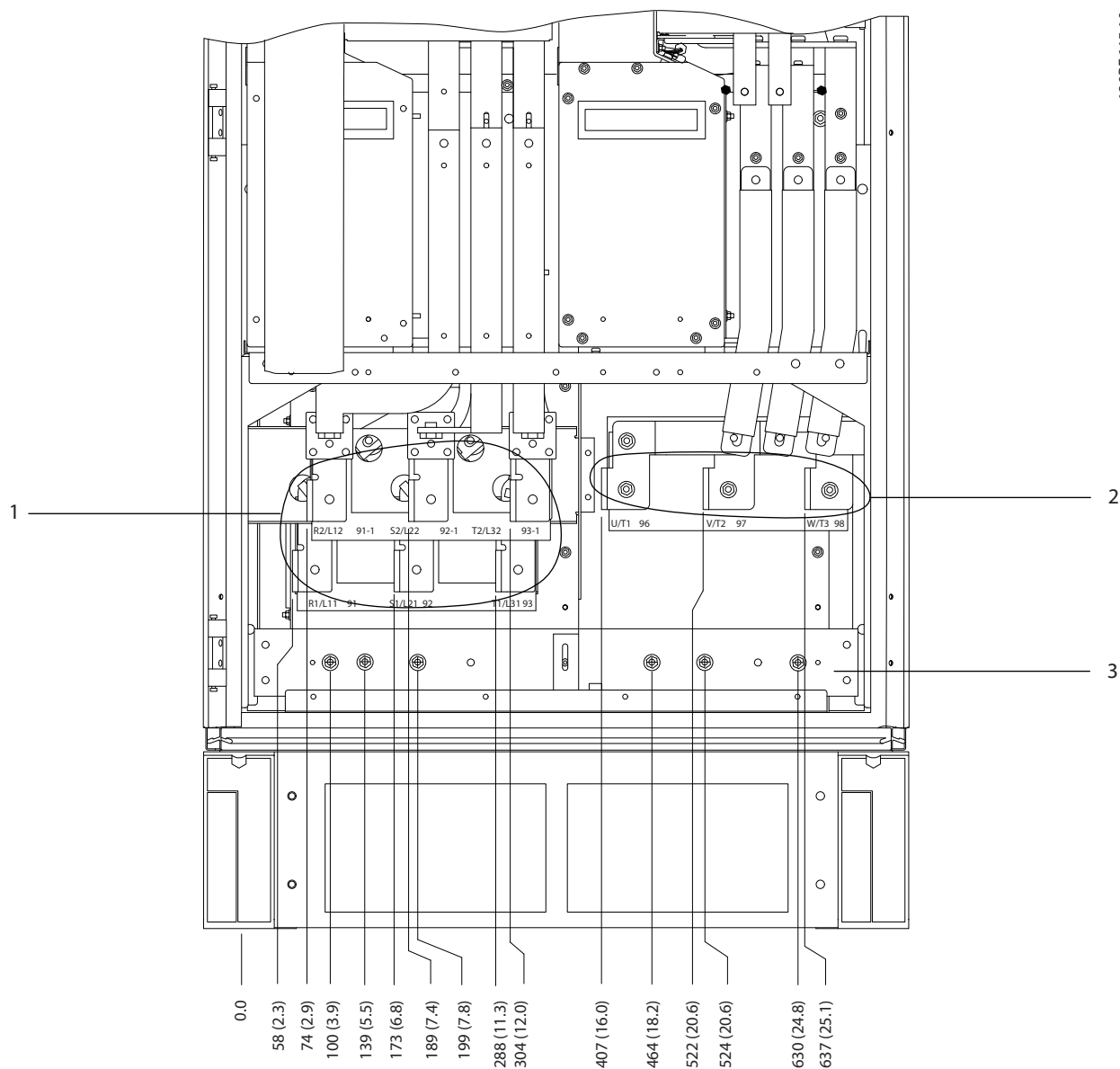
1	Сторона сети	2	Сторона двигателя
---	--------------	---	-------------------

Рисунок 8.67 Размеры панели уплотнений для F10



### 8.9.2 Размеры клемм F10

Силовые кабели тяжелые и изгибаются с трудом. Чтобы сделать монтаж кабелей более удобным, выберите для размещения преобразователя частоты оптимальное место. Каждая клемма позволяет использовать до 4 кабелей с кабельными наконечниками или стандартными обжимными наконечниками. Заземление подключается к соответствующей соединительной точке преобразователя частоты.



1308F645.10

1	Клеммы сети питания	2	Шина заземления
---	---------------------	---	-----------------

Рисунок 8.68 Размеры клемм для шкафа выпрямителя F10–F13, вид спереди

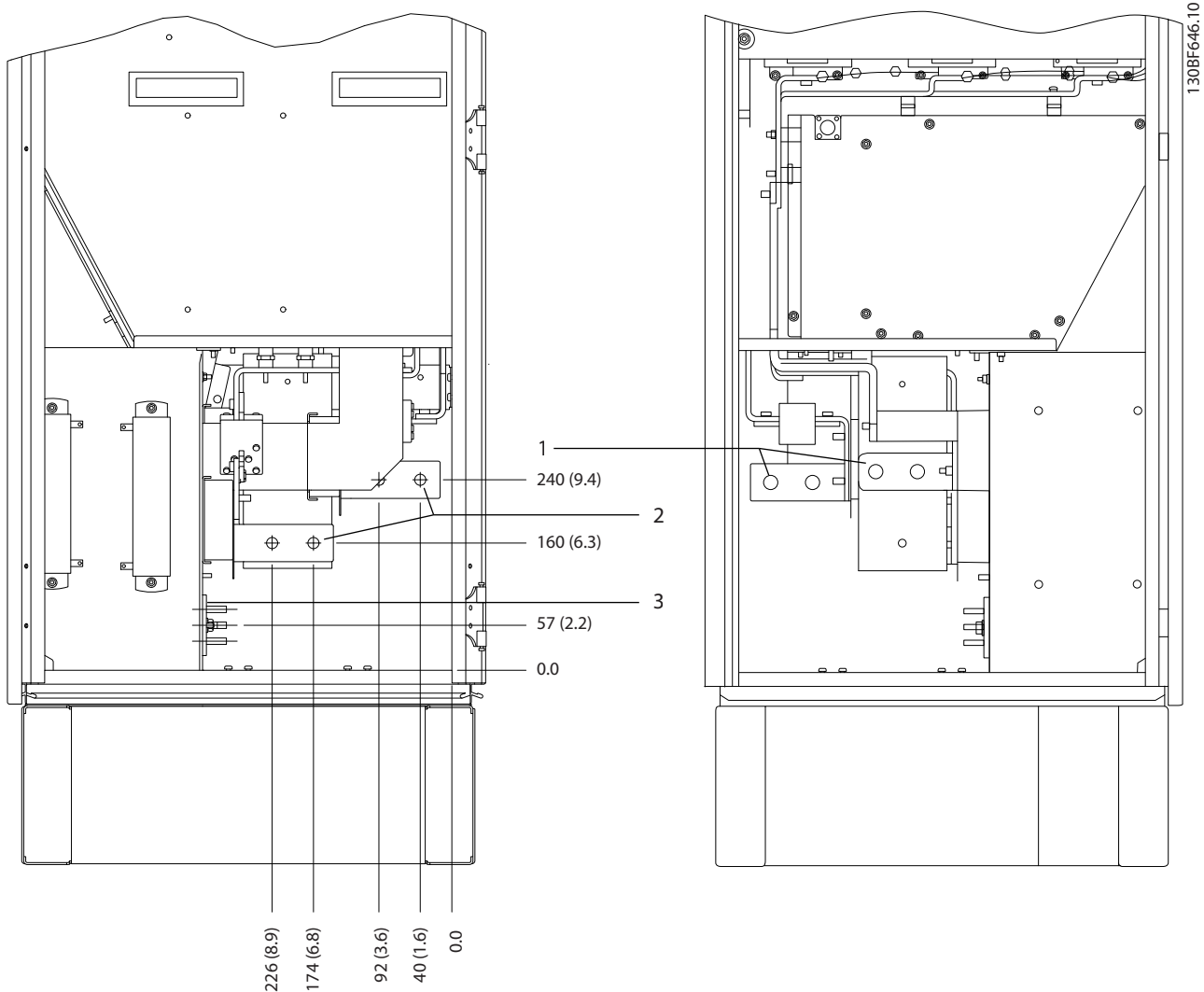
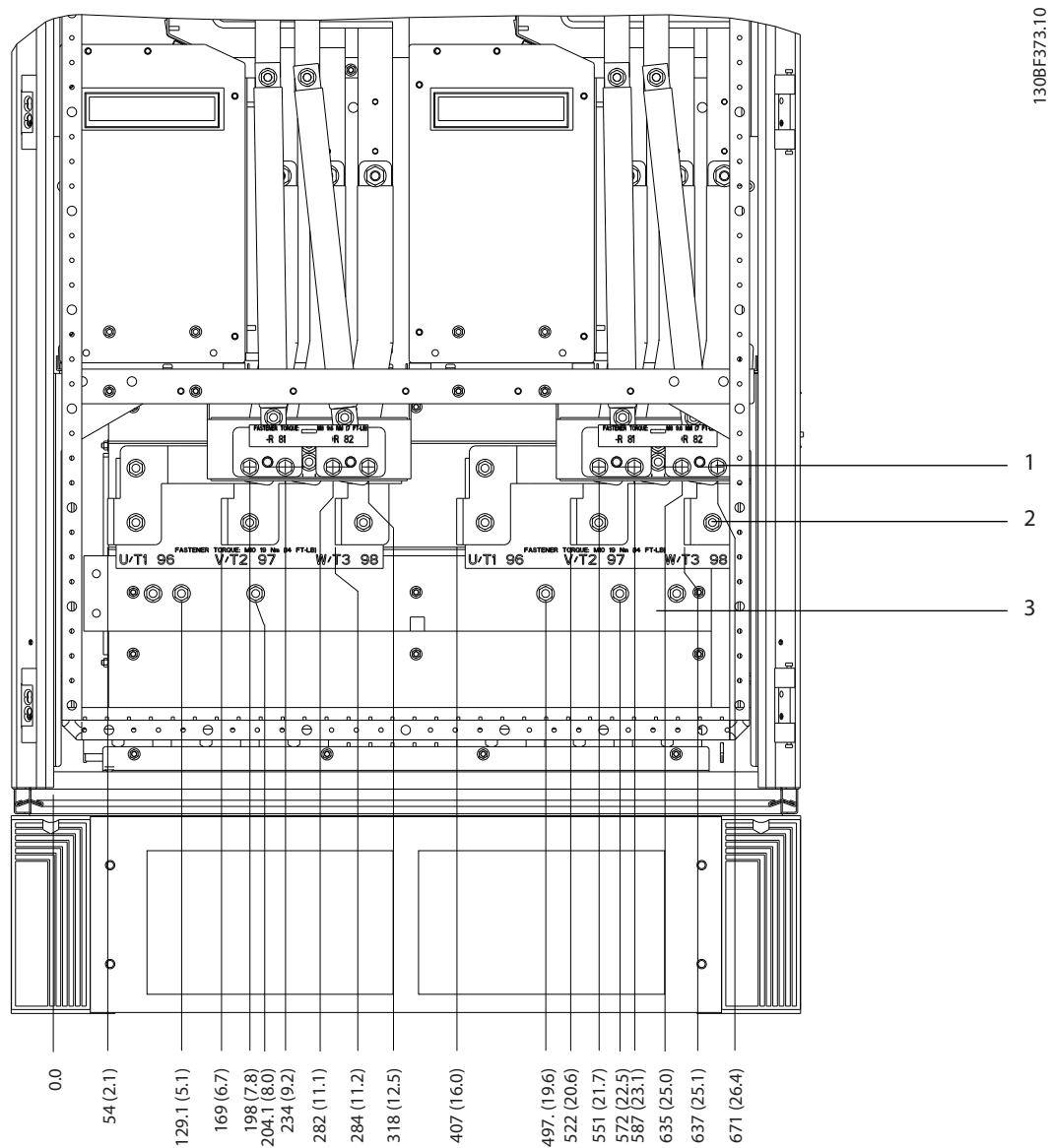


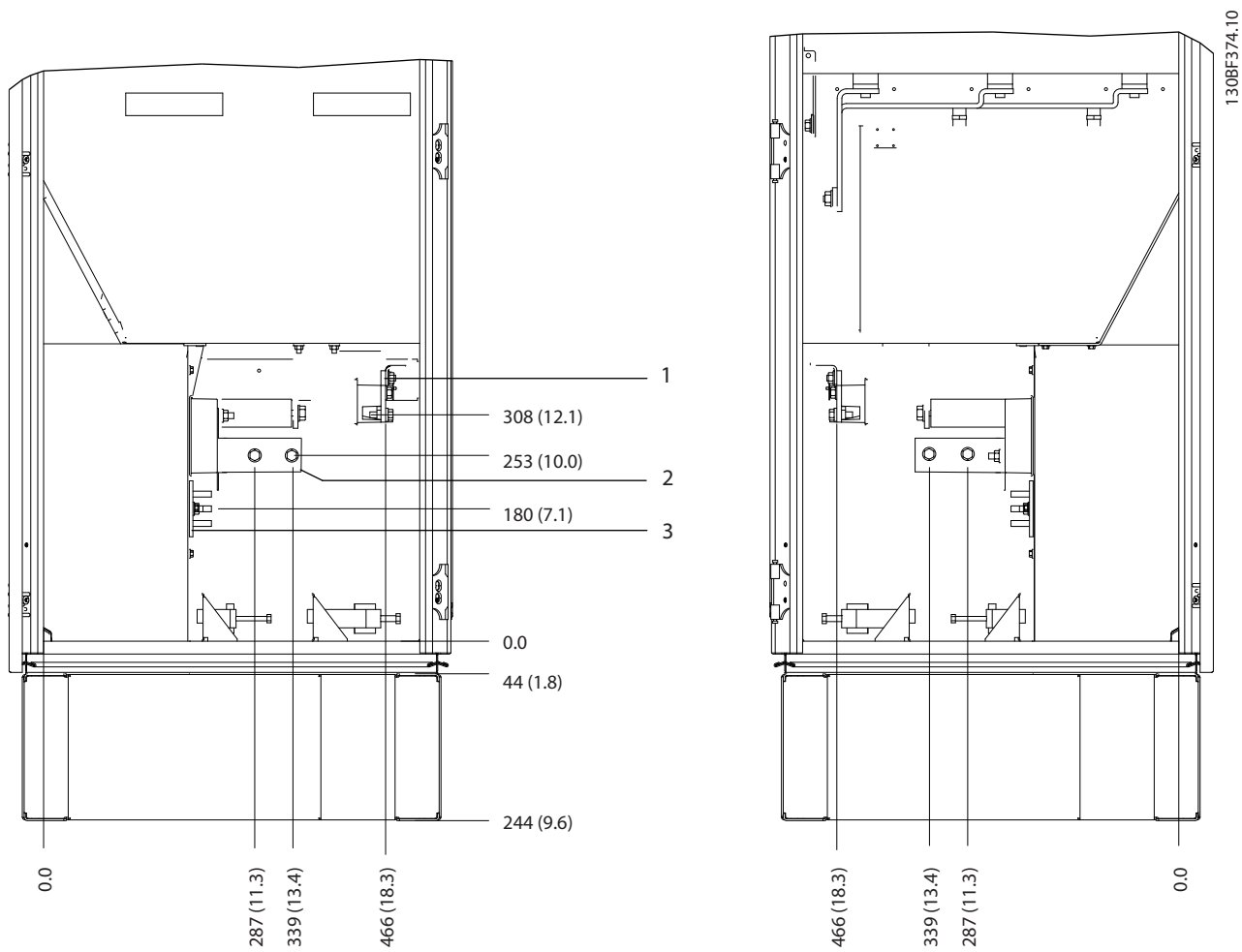
Рисунок 8.69 Размеры клемм для шкафа выпрямителя F10–F13, вид сбоку



8

1	Клеммы подключения тормоза	3	Шина заземления
2	Клеммы подключения электродвигателя	-	-

Рисунок 8.70 Размеры клемм для шкафа инвертора F10-F11, вид спереди

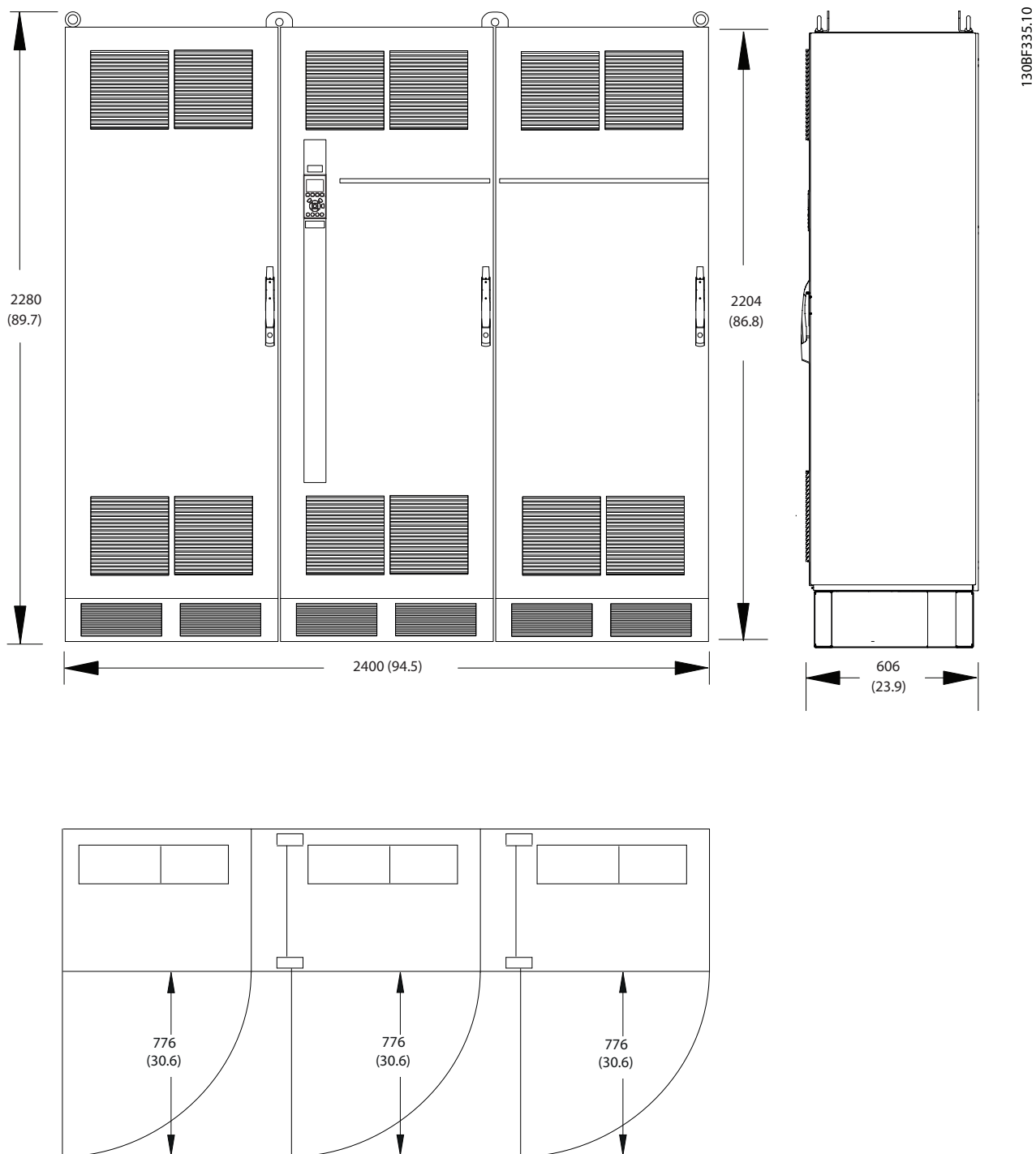


1	Клеммы подключения тормоза	3	Шина заземления
2	Клеммы подключения электродвигателя	-	-

Рисунок 8.71 Размеры клемм для шкафа инвертора F10–F11, вид сбоку

## 8.10 Внешние размеры и размеры клемм F11

### 8.10.1 Внешние размеры F11



8

Рисунок 8.72 Размеры зазоров спереди, сбоку и пространство для открытия дверей для F11

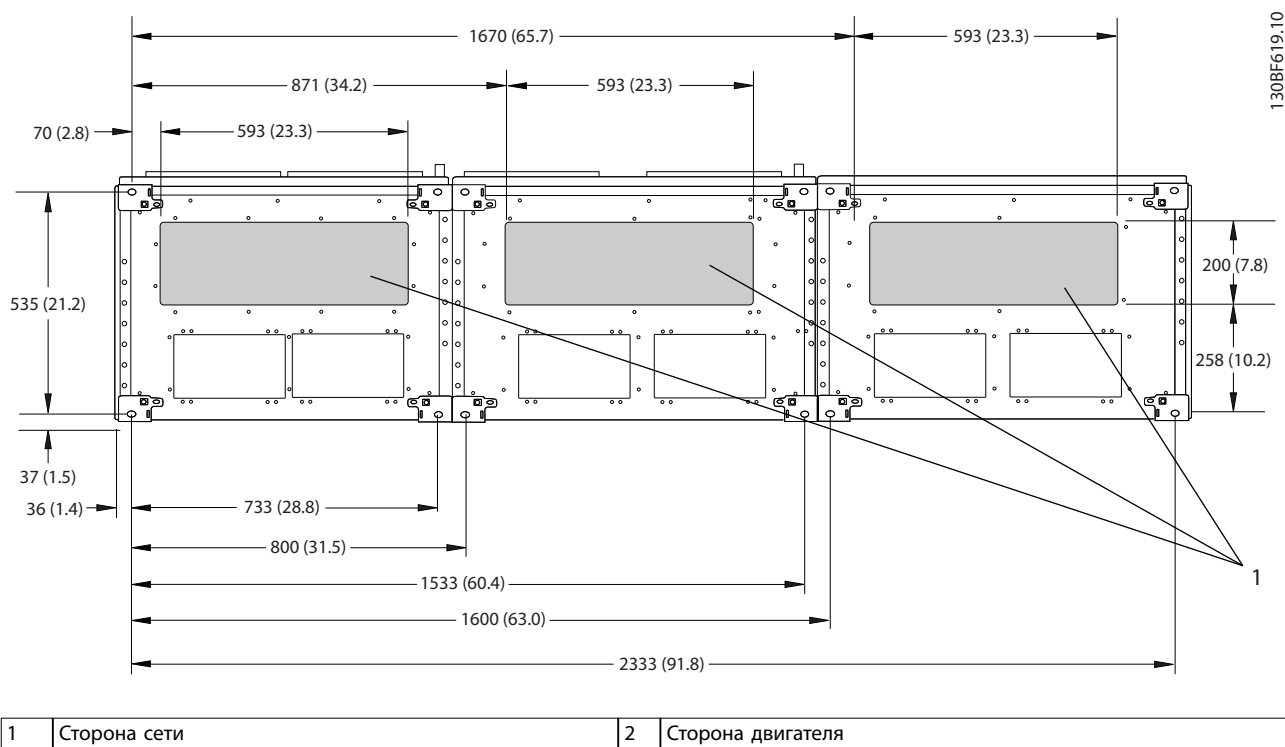
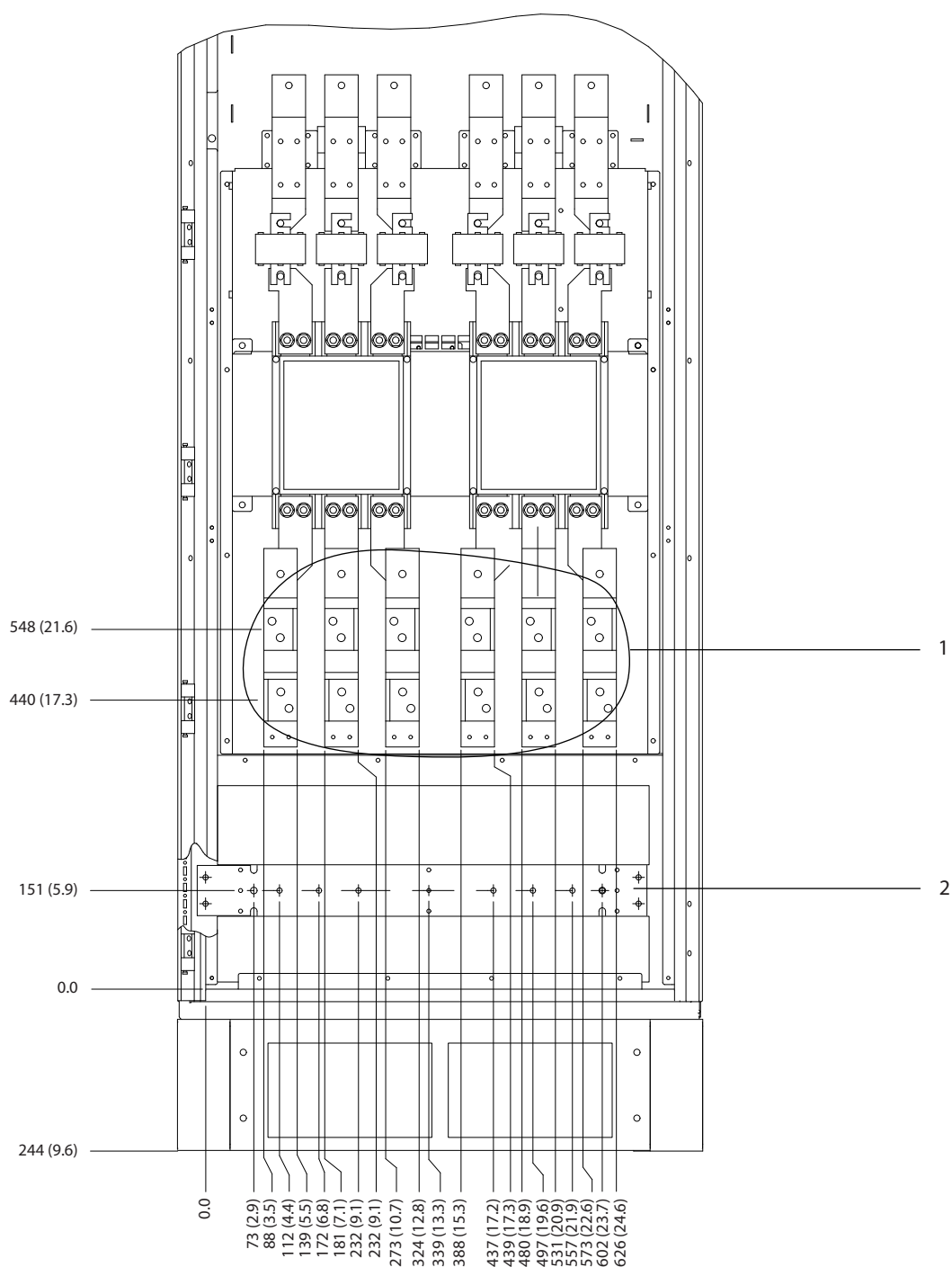


Рисунок 8.73 Размеры панели уплотнений для F11

### 8.10.2 Размеры клемм F11

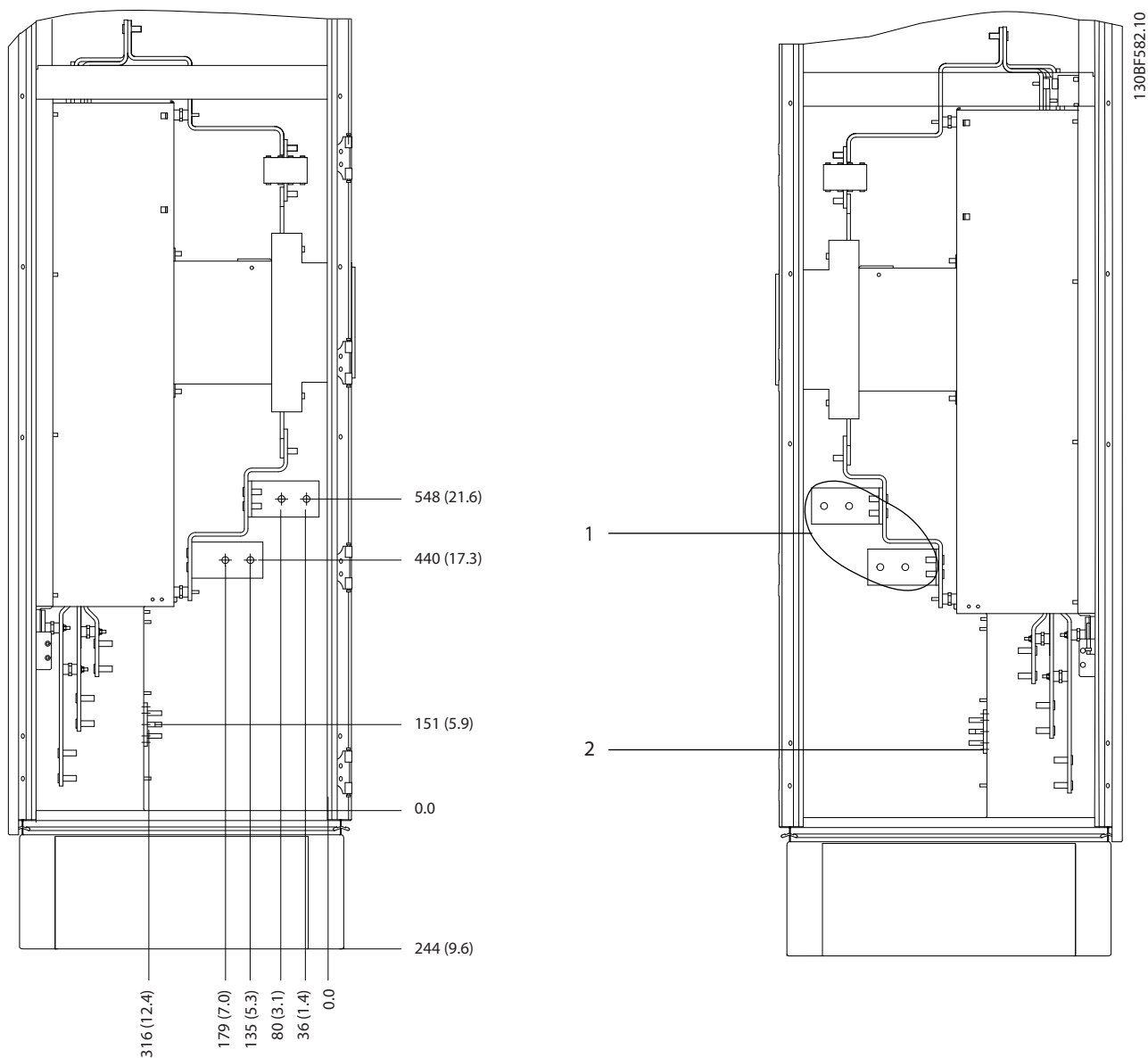
Силовые кабели тяжелые и изгибаются с трудом. Чтобы сделать монтаж кабелей более удобным, выберите для размещения преобразователя частоты оптимальное место. Каждая клемма позволяет использовать до 4 кабелей с кабельными наконечниками или стандартными обжимными наконечниками. Заземление подключается к соответствующей соединительной точке преобразователя частоты.



1	Клеммы сети питания	2	Шина заземления
---	---------------------	---	-----------------

Рисунок 8.74 Размеры клемм для шкафа дополнительных устройств F11/F13, вид спереди

8



1	Клеммы сети питания	2	Шина заземления
---	---------------------	---	-----------------

Рисунок 8.75 Размеры клемм для шкафа дополнительных устройств F11/F13, вид сбоку



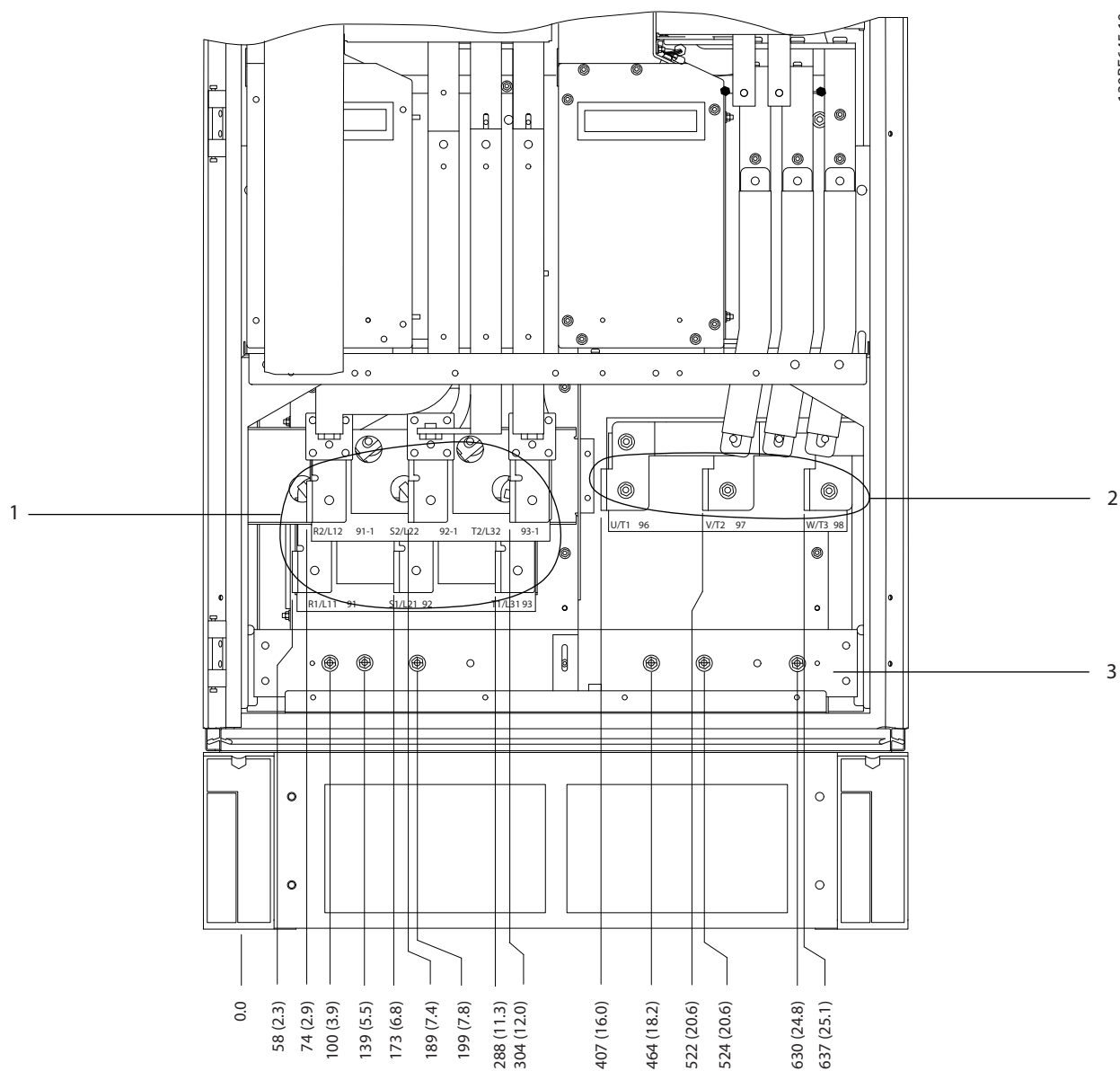
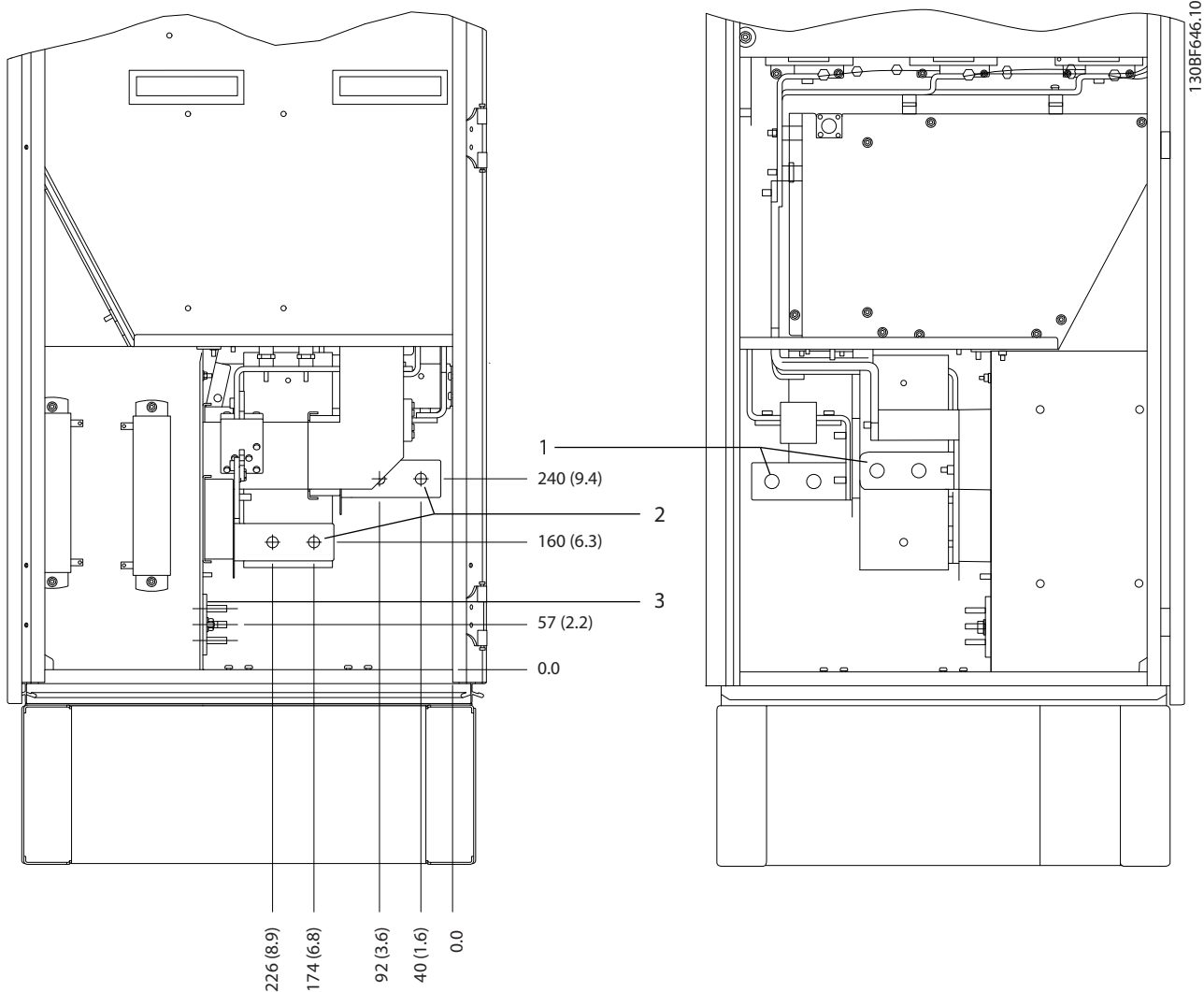
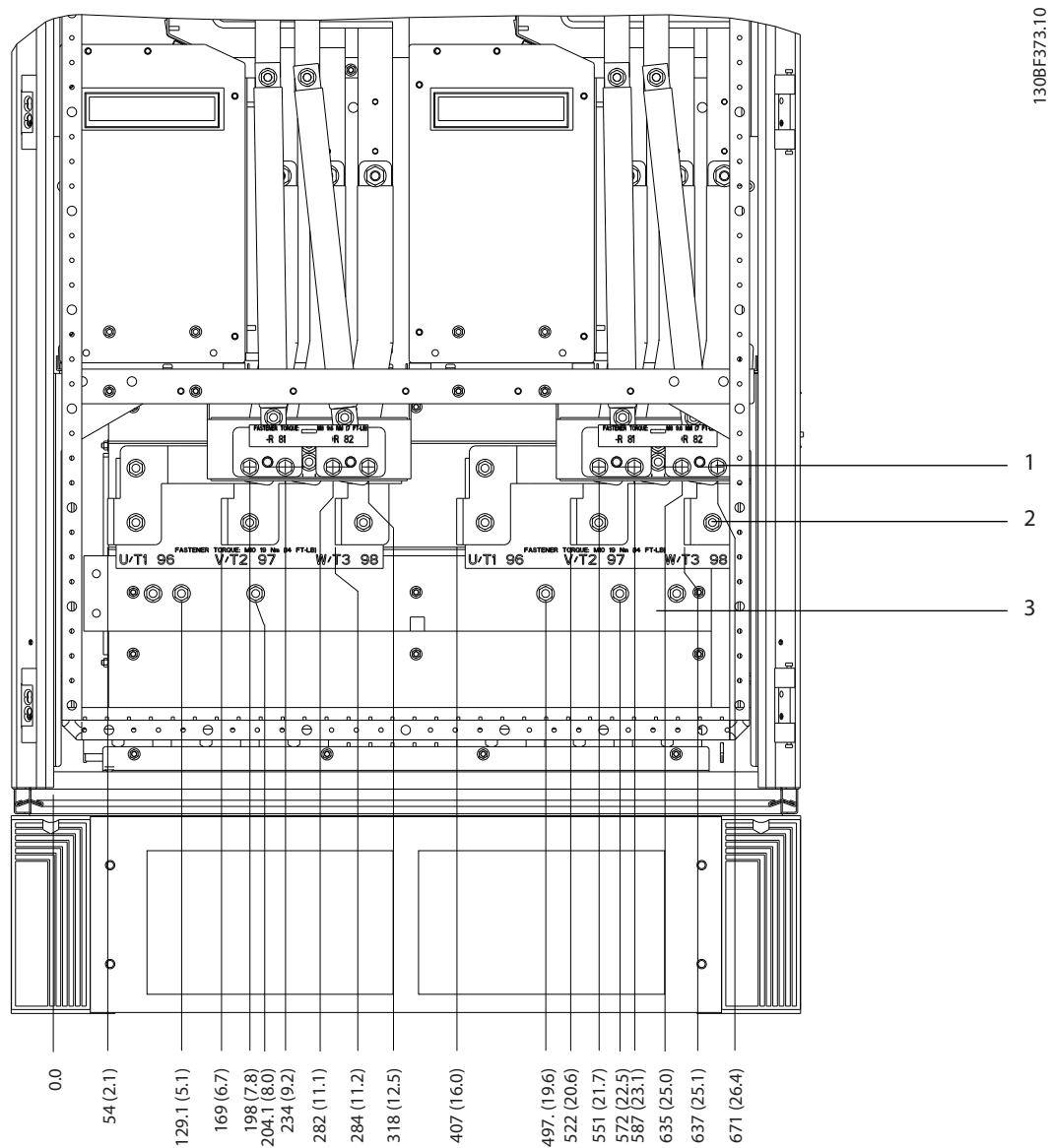


Рисунок 8.76 Размеры клемм для шкафа выпрямителя F10–F13, вид спереди



1	Клеммы сети питания	2	Шина заземления
---	---------------------	---	-----------------

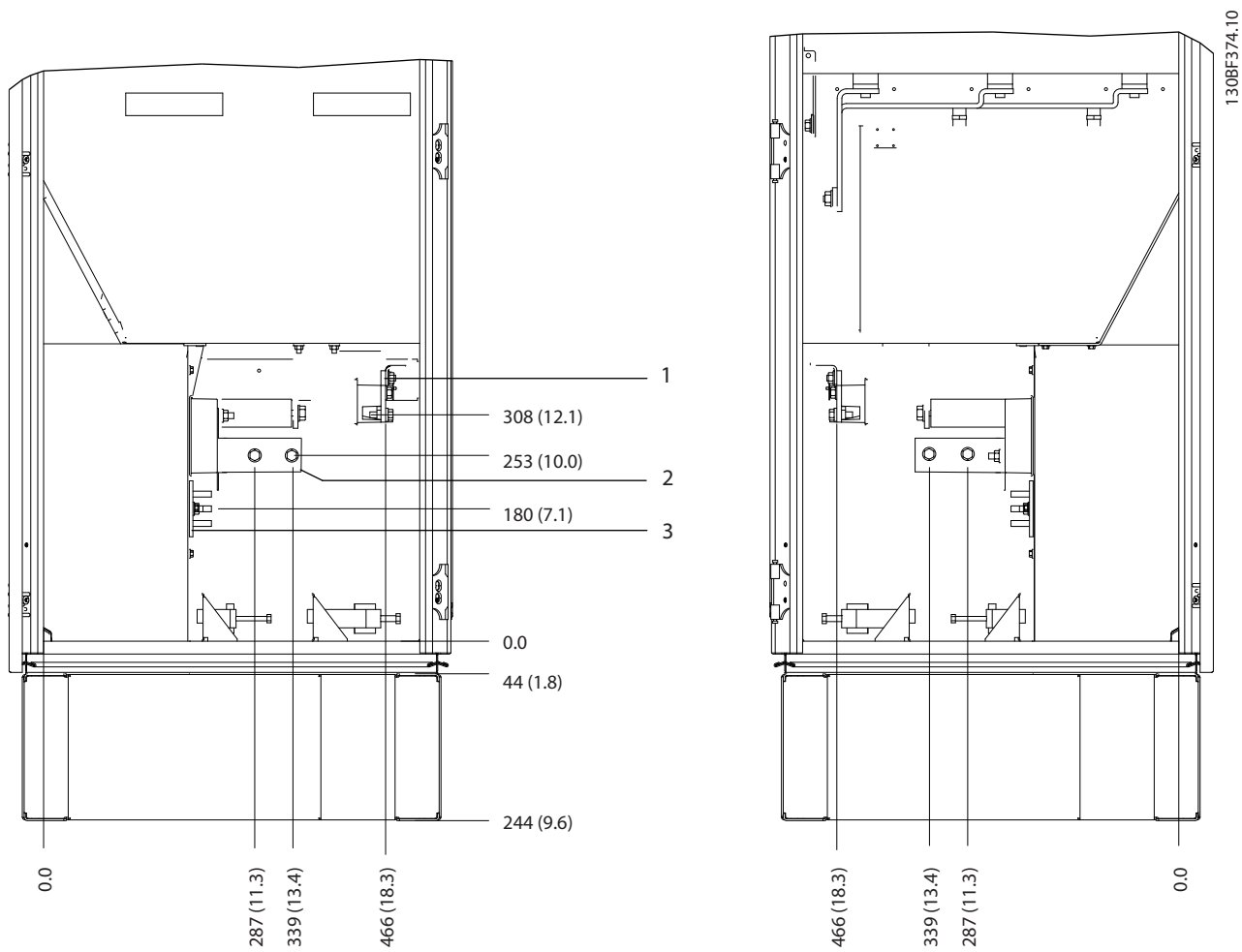
Рисунок 8.77 Размеры клемм для шкафа выпрямителя F10–F13, вид сбоку



8

1	Клеммы подключения тормоза	3	Шина заземления
2	Клеммы подключения электродвигателя	-	-

Рисунок 8.78 Размеры клемм для шкафа инвертора F10-F11, вид спереди

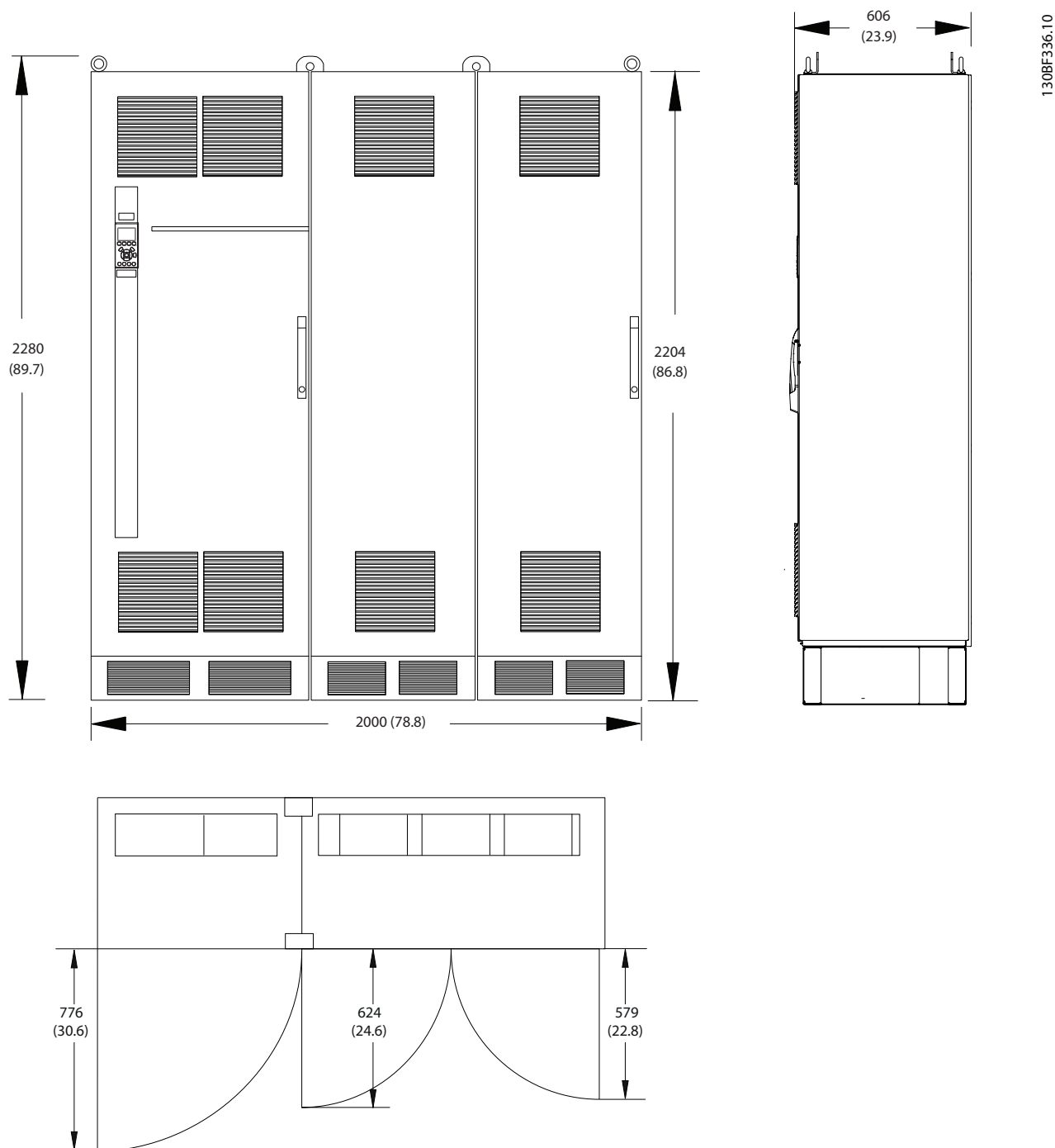


1	Клеммы подключения тормоза	3	Шина заземления
2	Клеммы подключения электродвигателя	-	-

Рисунок 8.79 Размеры клемм для шкафа инвертора F10–F11, вид сбоку

## 8.11 Внешние размеры и размеры клемм F12

### 8.11.1 Внешние размеры F12



8

Рисунок 8.80 Размеры зазоров спереди, сбоку и пространство для открытия дверей для F12

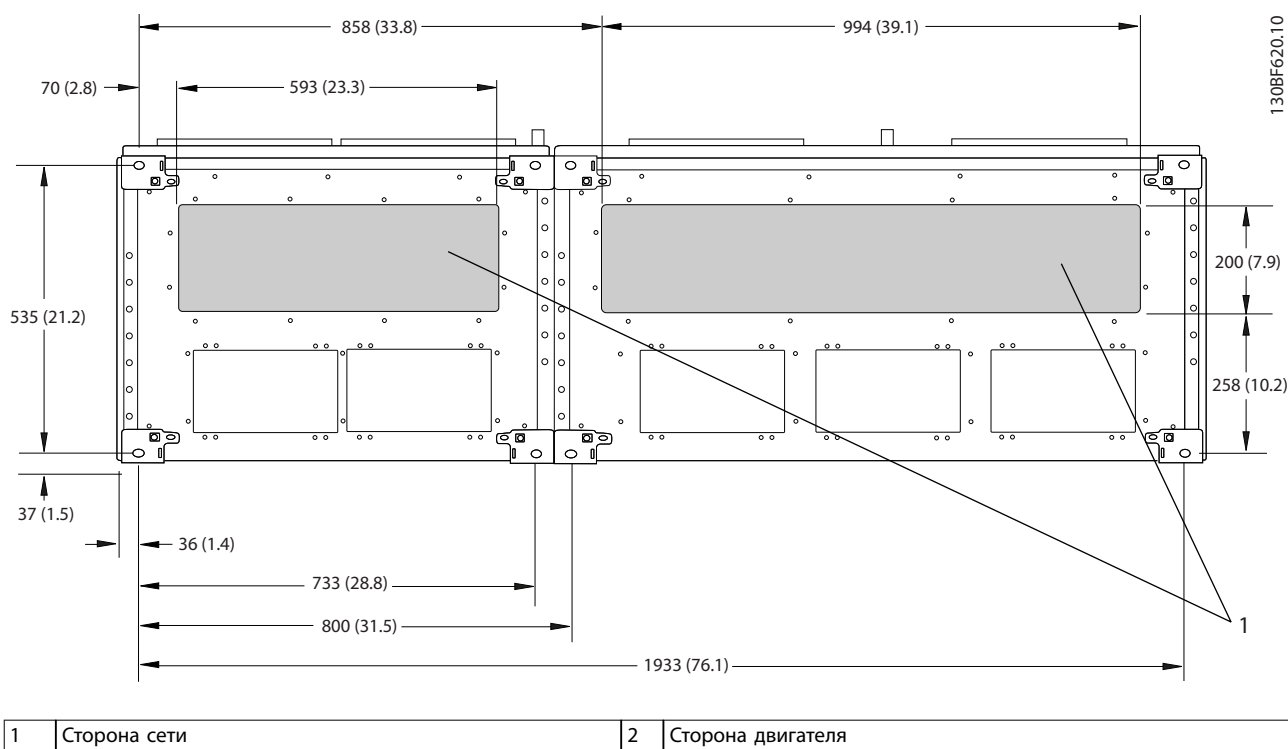
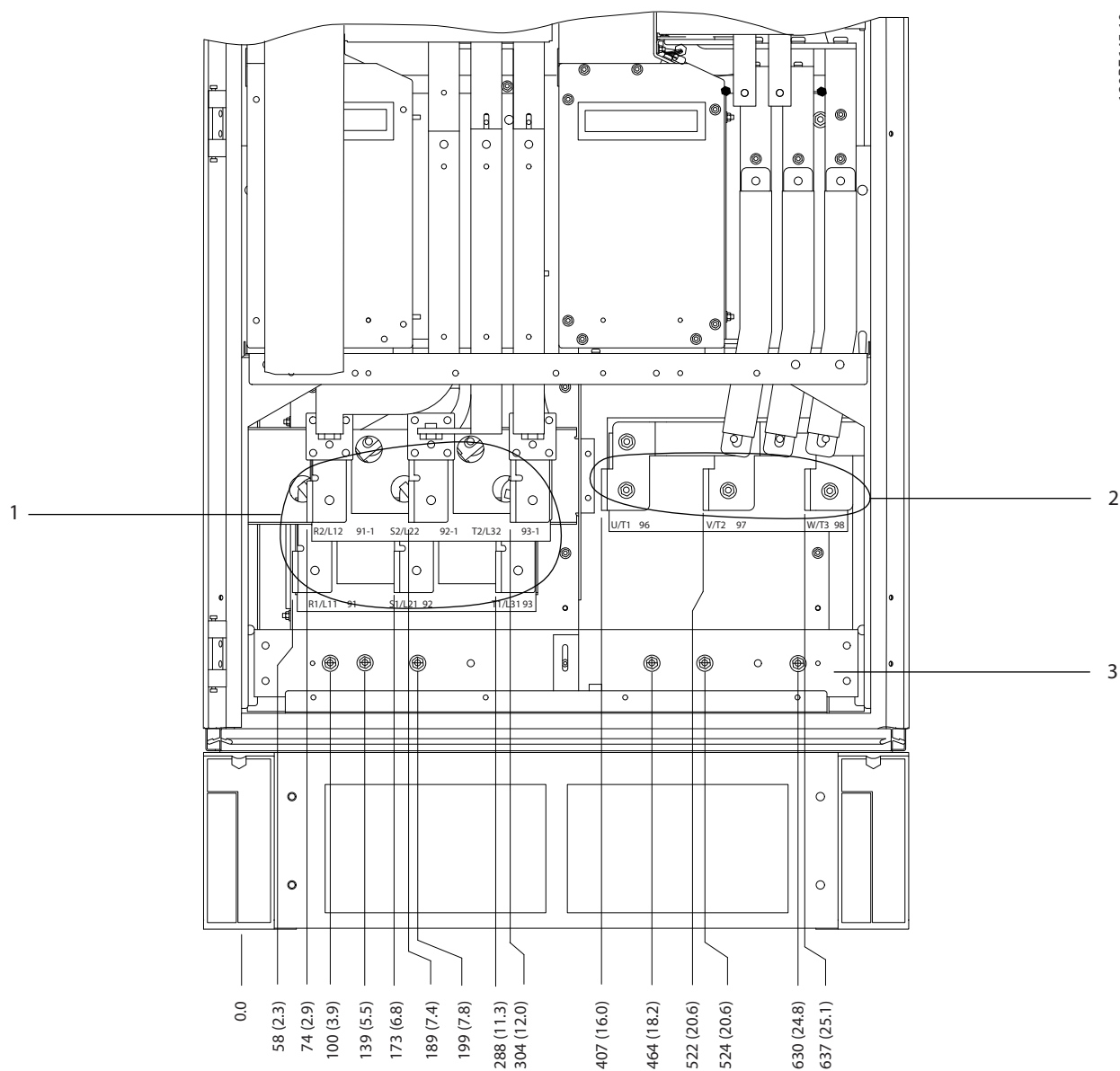


Рисунок 8.81 Размеры панели уплотнений для F12

### 8.11.2 Размеры клемм F12

Силовые кабели тяжелые и изгибаются с трудом. Чтобы сделать монтаж кабелей более удобным, выберите для размещения преобразователя частоты оптимальное место. Каждая клемма позволяет использовать до 4 кабелей с кабельными наконечниками или стандартными обжимными наконечниками. Заземление подключается к соответствующей соединительной точке преобразователя частоты.

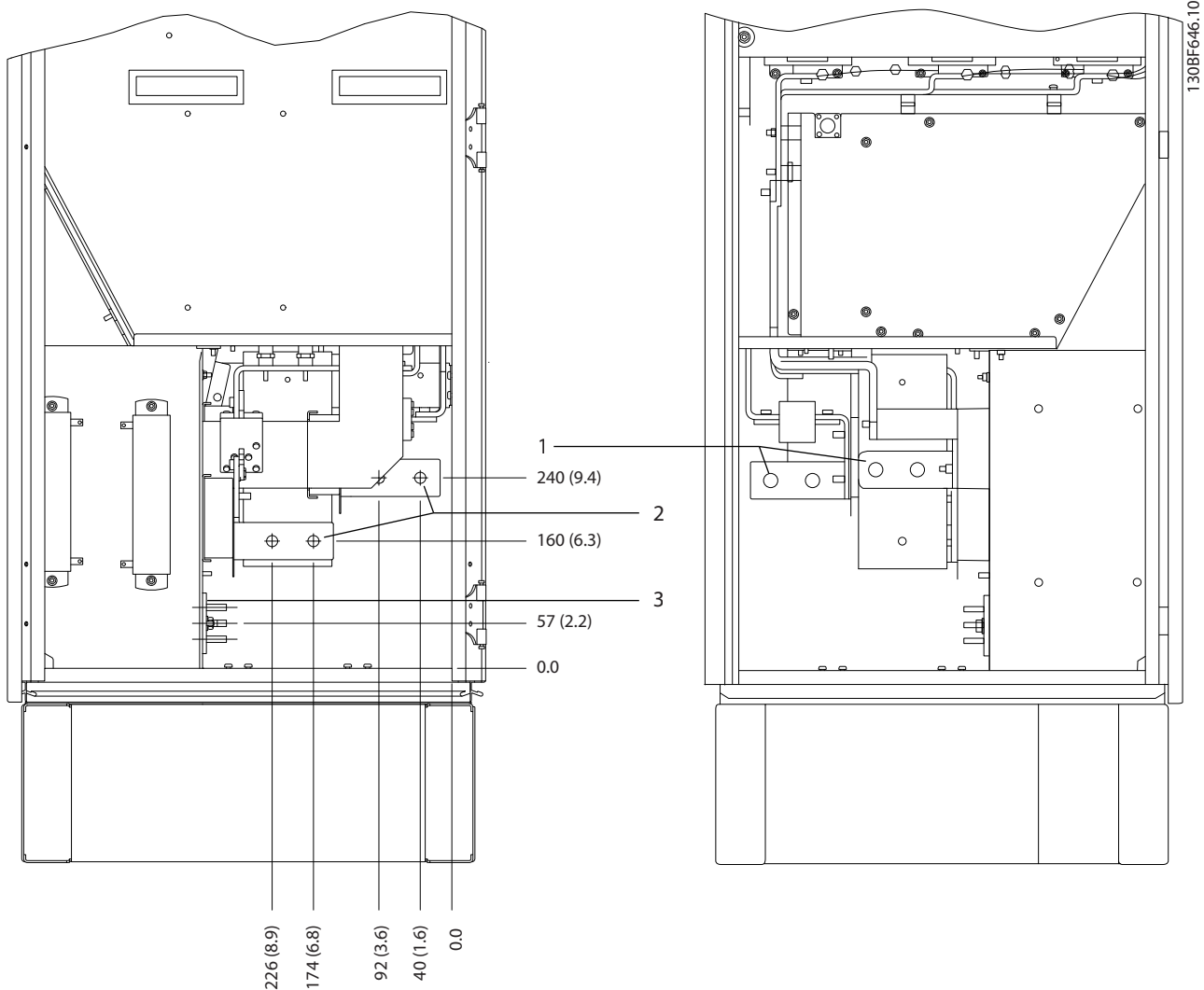


130BF645.10

8

1	Клеммы сети питания	2	Шина заземления
---	---------------------	---	-----------------

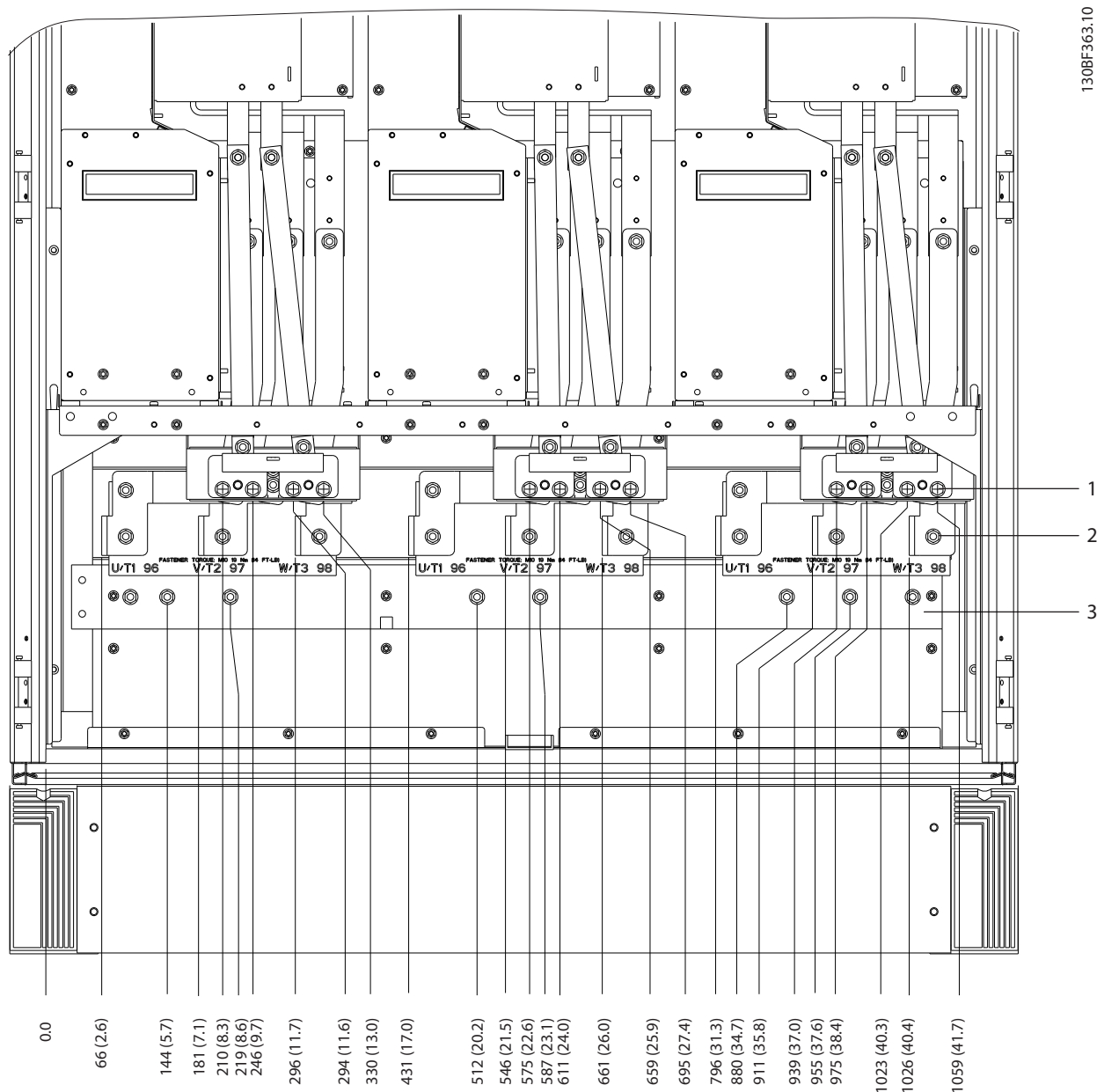
Рисунок 8.82 Размеры клемм для шкафа выпрямителя F10–F13, вид спереди



1	Клеммы сети питания	2	Шина заземления
---	---------------------	---	-----------------

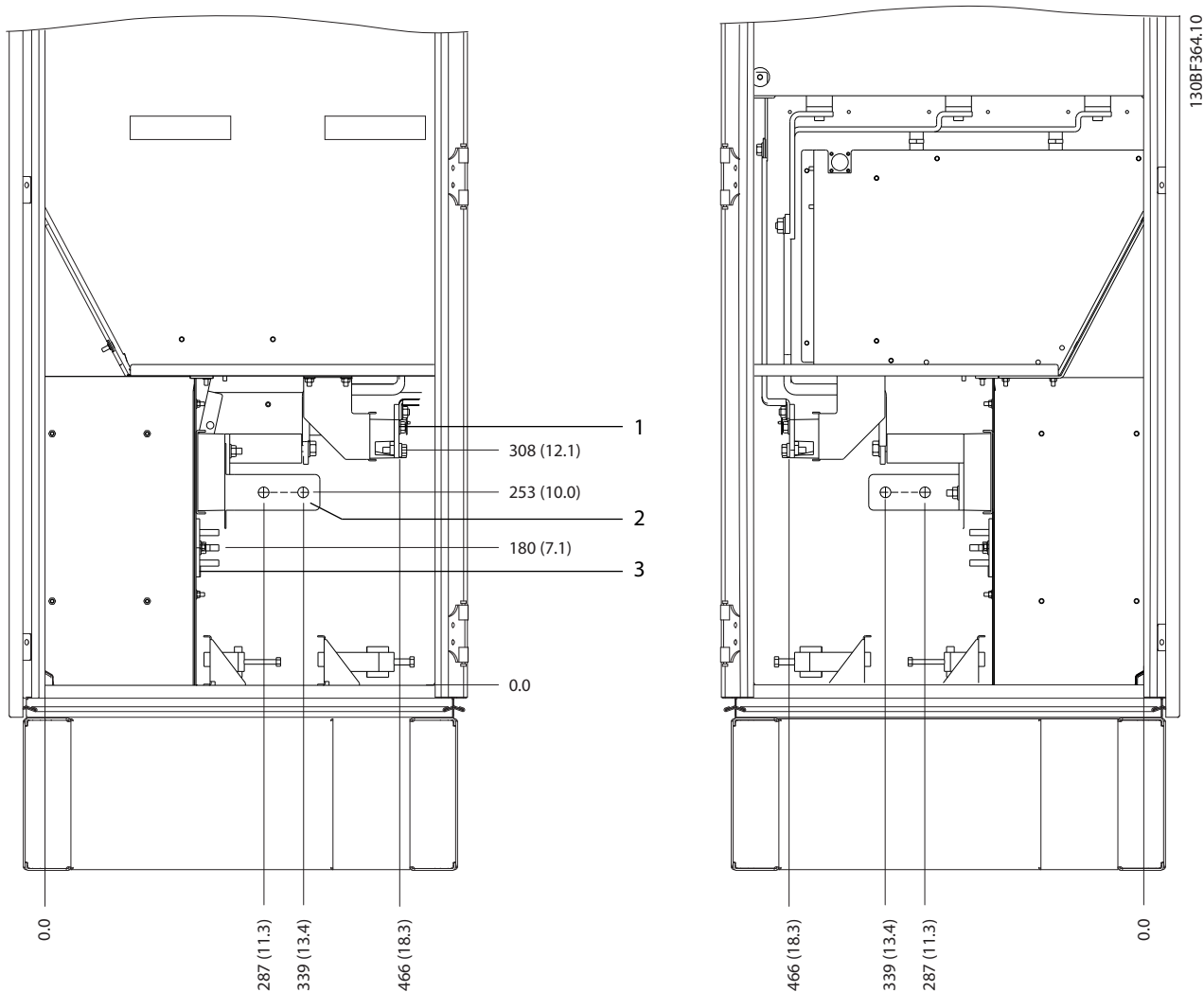
Рисунок 8.83 Размеры клемм для шкафа выпрямителя F10–F13, вид сбоку





1	Клеммы подключения тормоза	3	Шина заземления
2	Клеммы подключения электродвигателя	-	-

Рисунок 8.84 Размеры клемм для шкафа инвертора F12-F13, вид спереди

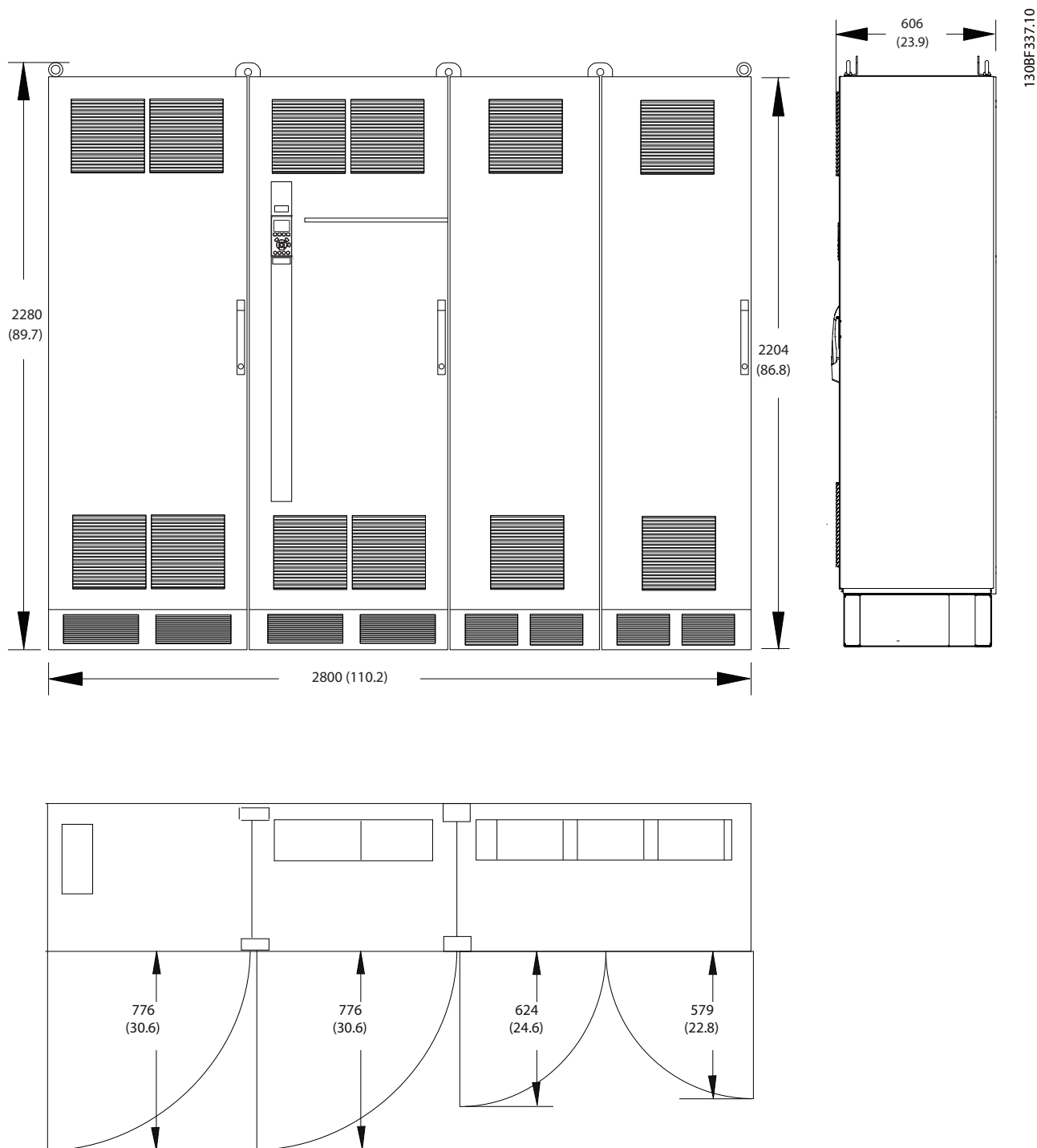


1	Клеммы подключения тормоза	3	Шина заземления
2	Клеммы подключения электродвигателя	-	-

Рисунок 8.85 Размеры клемм для шкафа инвертора F12–F13, вид сбоку

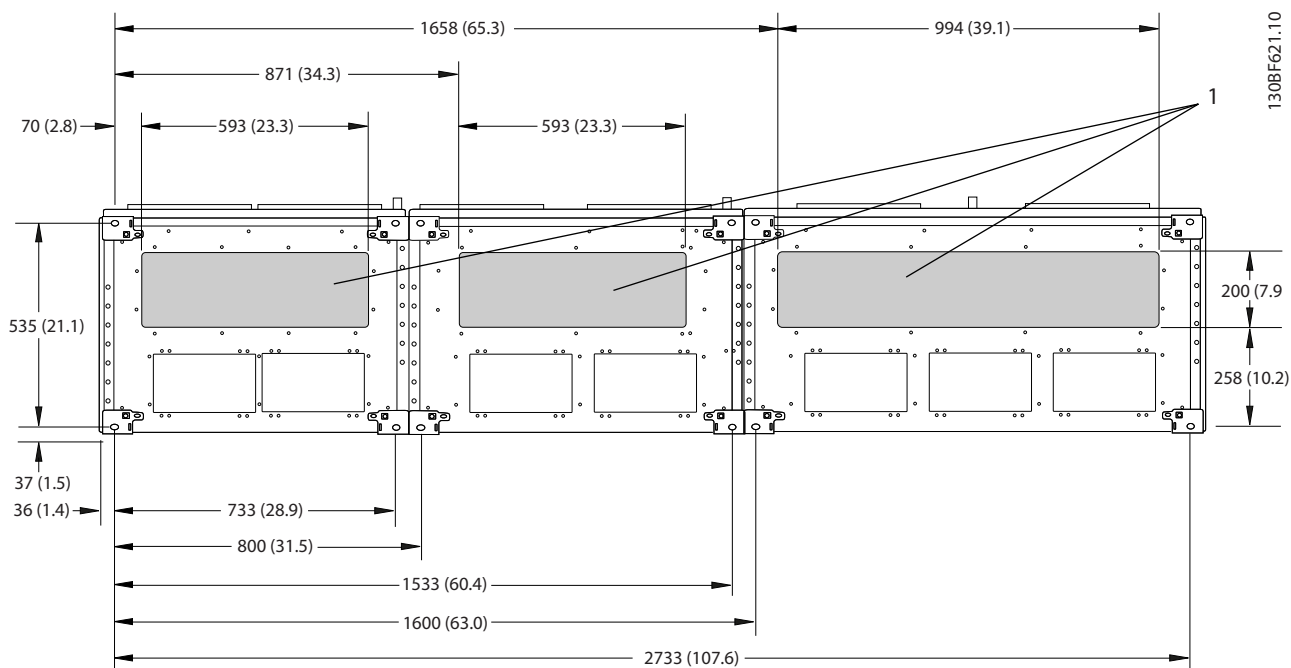
8.12 Внешние размеры и размеры клемм F13

8.12.1 Внешние размеры F13



8

Рисунок 8.86 Размеры зазоров спереди, сбоку и пространство для открытия дверей для F13



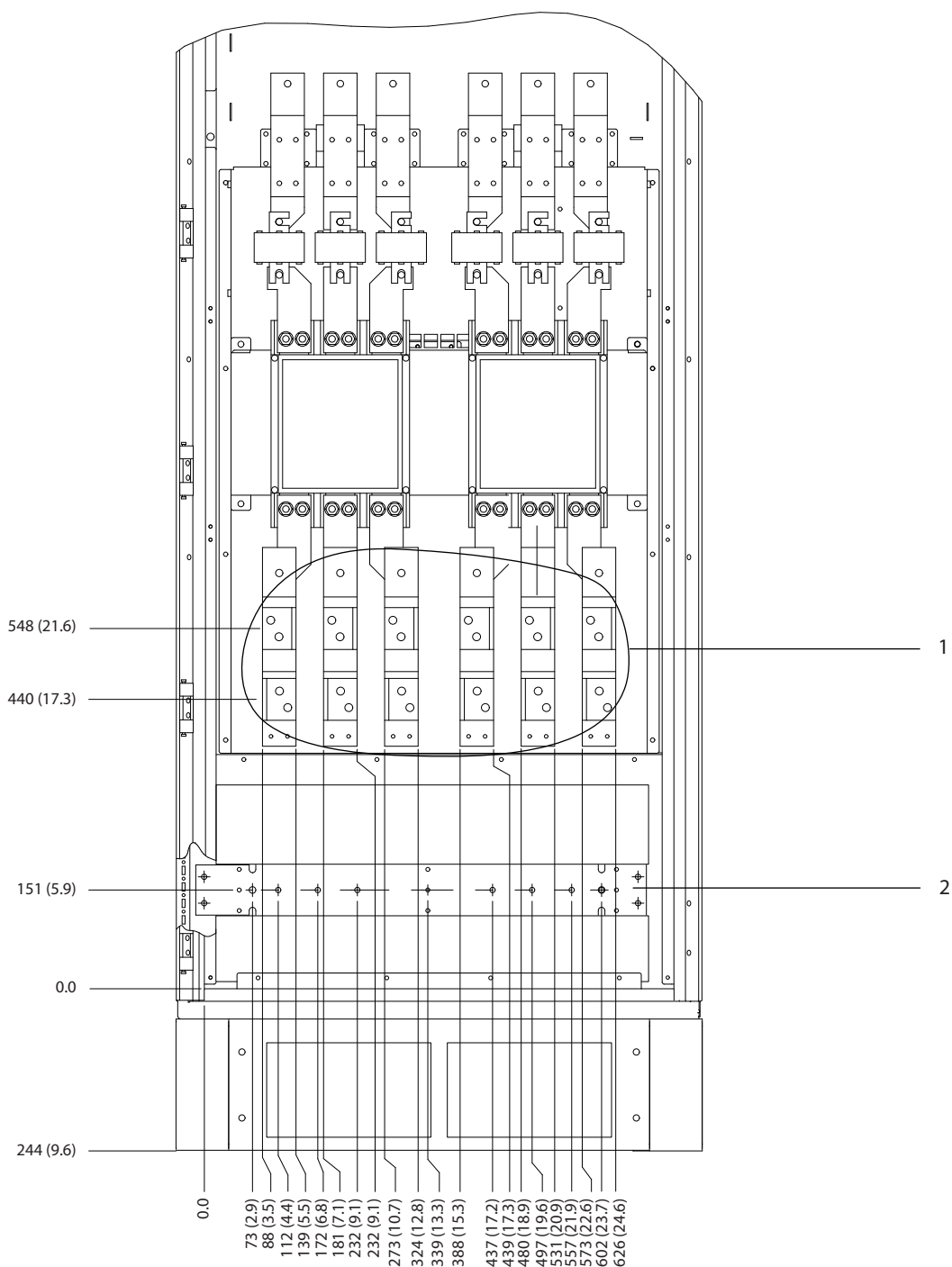
1	Сторона сети	2	Сторона двигателя
---	--------------	---	-------------------

Рисунок 8.87 Размеры панели уплотнений для F13

## 8.12.2 Размеры клемм F13

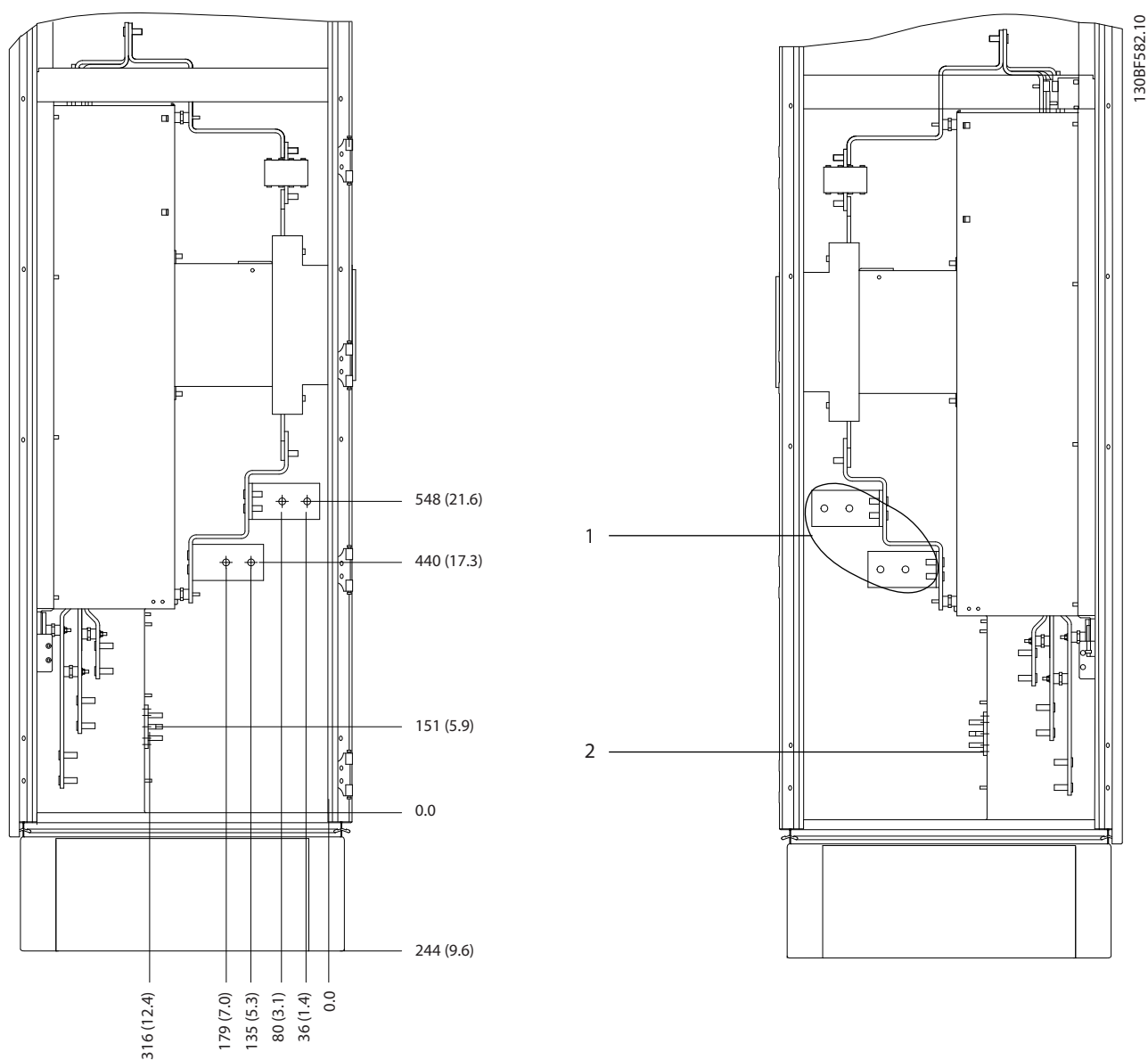
Силовые кабели тяжелые и изгибаются с трудом. Чтобы сделать монтаж кабелей более удобным, выберите для размещения преобразователя частоты оптимальное место. Каждая клемма позволяет использовать до 4 кабелей с кабельными наконечниками или стандартными обжимными наконечниками. Заземление подключается к соответствующей соединительной точке преобразователя частоты.

8



1	Клеммы сети питания	2	Шина заземления
---	---------------------	---	-----------------

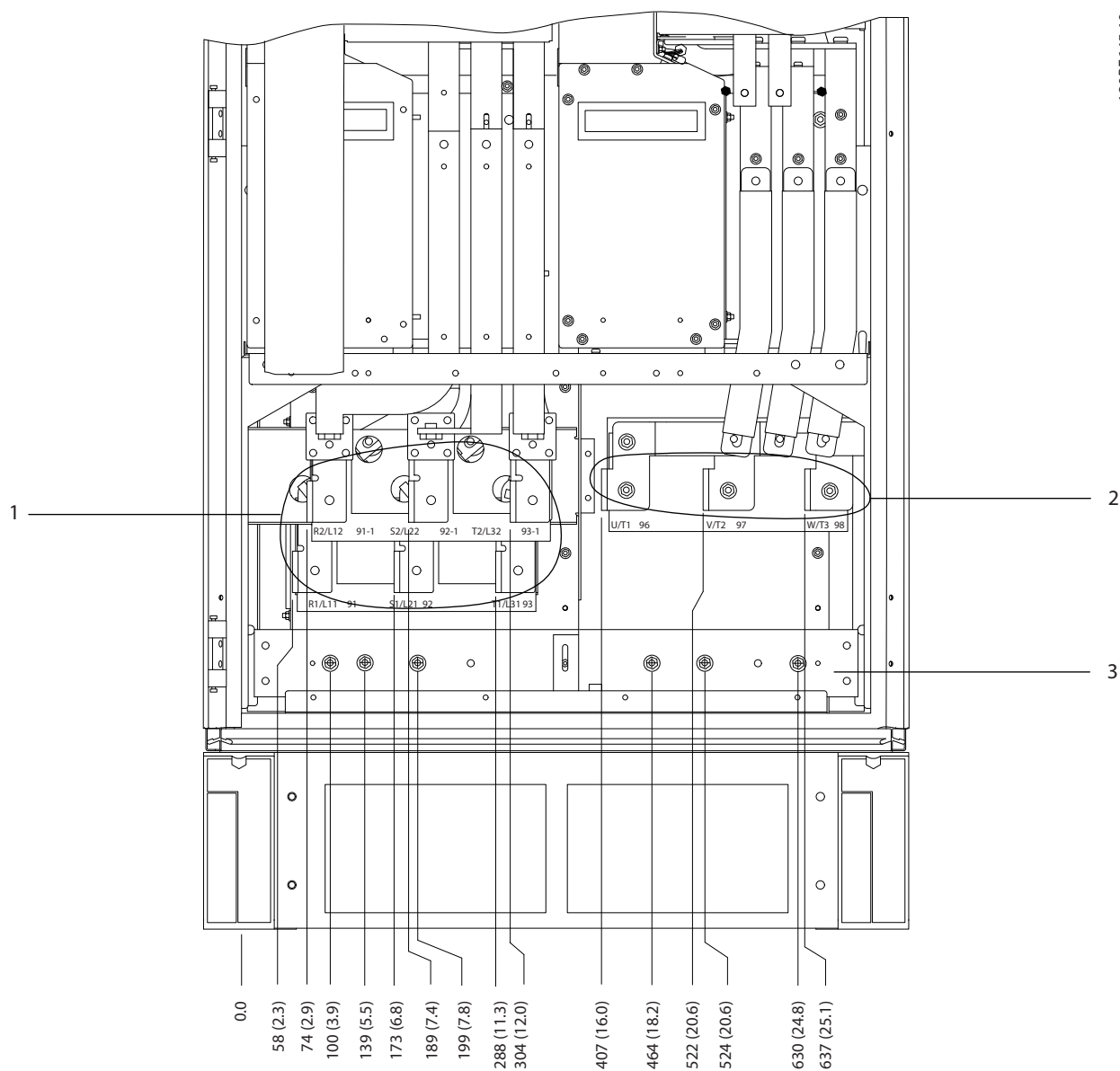
Рисунок 8.88 Размеры клемм для шкафа дополнительных устройств F11/F13, вид спереди



8

1	Клеммы сети питания	2	Шина заземления
---	---------------------	---	-----------------

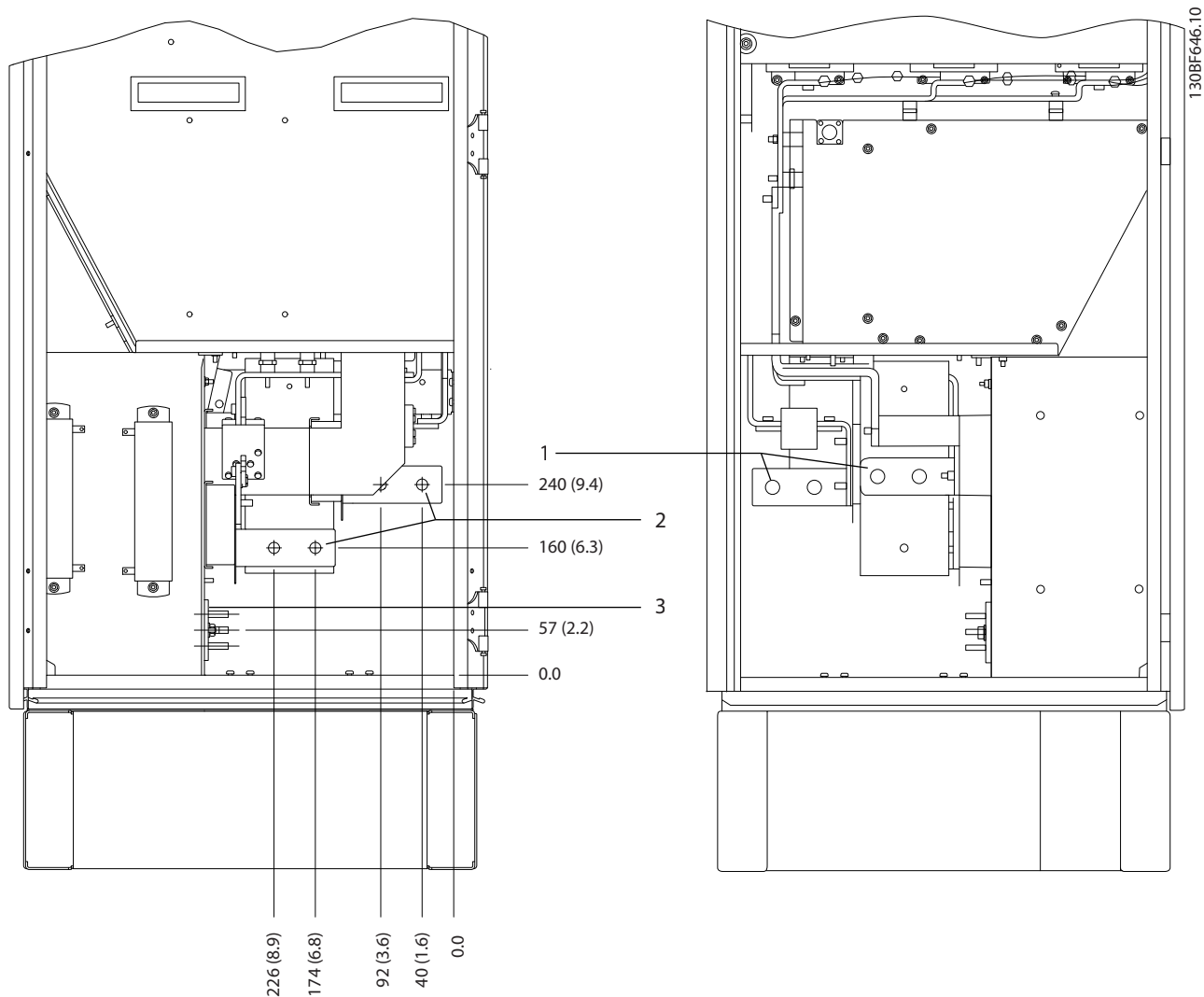
Рисунок 8.89 Размеры клемм для шкафа дополнительных устройств F11/F13, вид сбоку



8

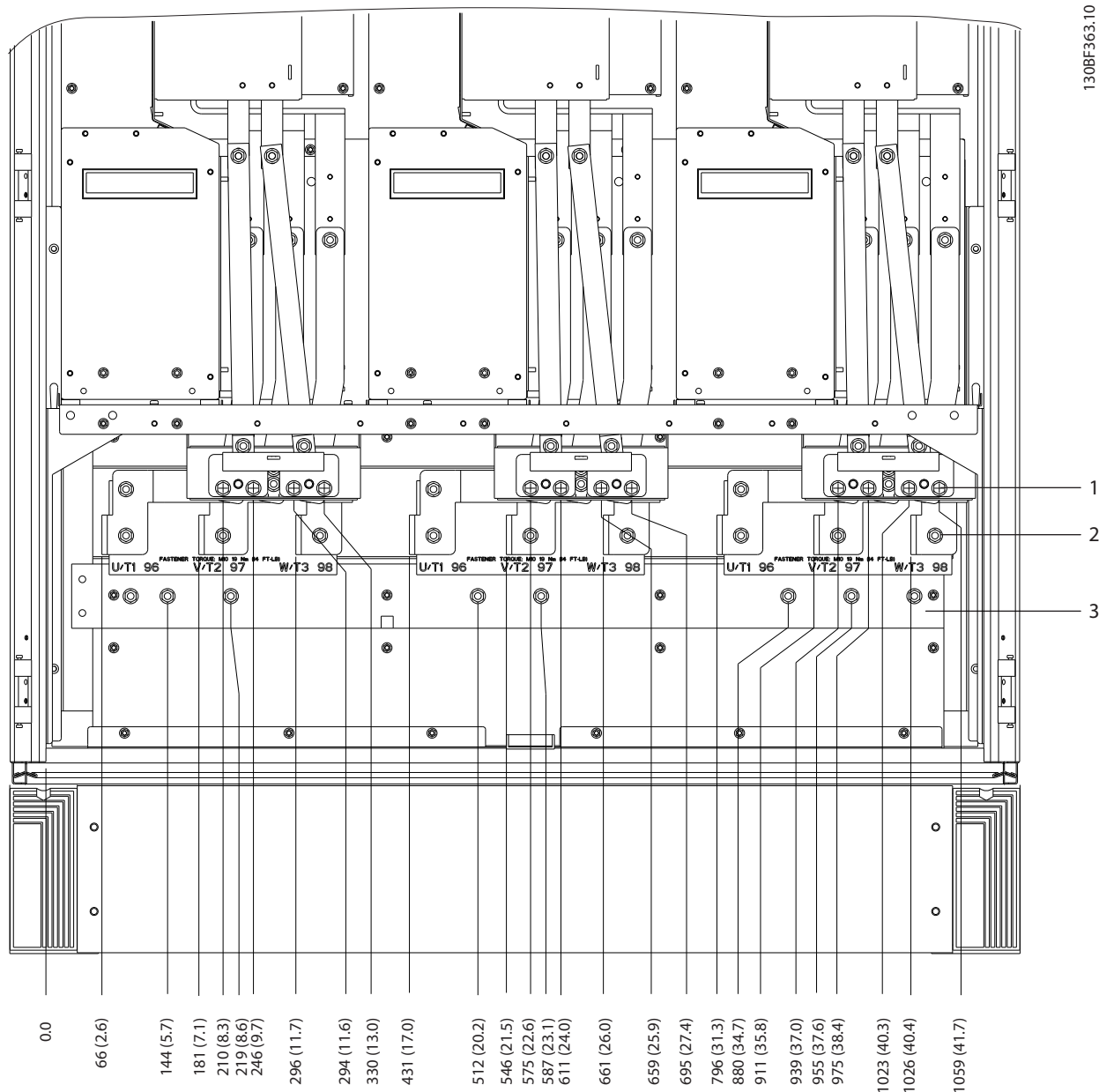
Рисунок 8.90 Размеры клемм для шкафа выпрямителя F10–F13, вид спереди





1	Клеммы сети питания	2	Шина заземления
---	---------------------	---	-----------------

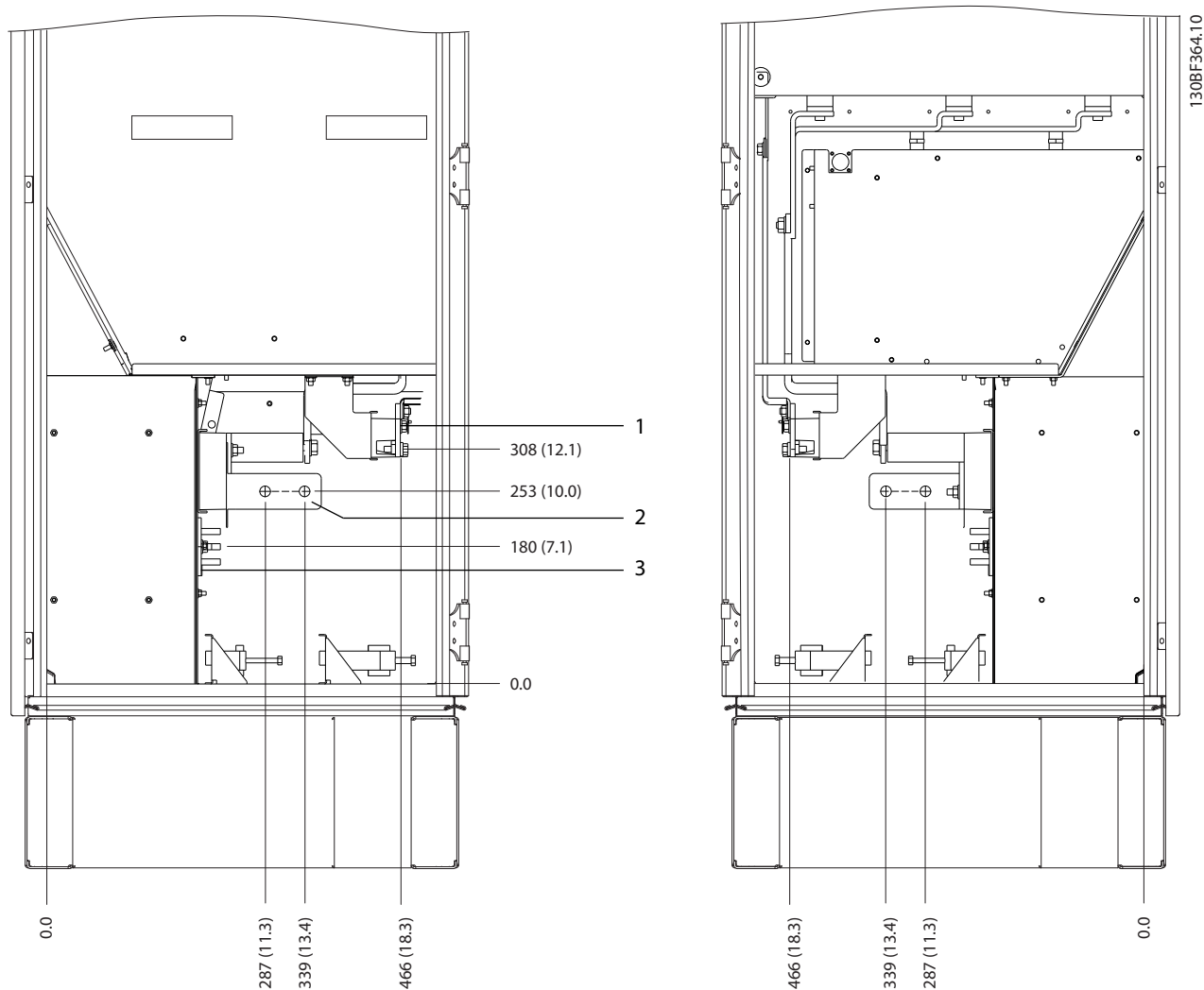
Рисунок 8.91 Размеры клемм для шкафа выпрямителя F10–F13, вид сбоку



8

1	Клеммы подключения тормоза	3	Шина заземления
2	Клеммы подключения электродвигателя	-	-

Рисунок 8.92 Размеры клемм для шкафа инвертора F12–F13, вид спереди



8

1	Клеммы подключения тормоза	3	Шина заземления
2	Клеммы подключения электродвигателя	-	-

Рисунок 8.93 Размеры клемм для шкафа инвертора F12-F13, вид сбоку

## 9 Вопросы механического монтажа

### 9.1 Хранение

Храните преобразователь частоты в сухом месте. До момента установки храните оборудование в запечатанной упаковке. Рекомендуемые температуры окружающей среды см. в *глава 7.5.1 Условия окружающей среды*.

Периодическая формовка (зарядка конденсаторов) в ходе хранения не требуется, если срок хранения не превышает 12 месяцев.

### 9.2 Поднятие устройства

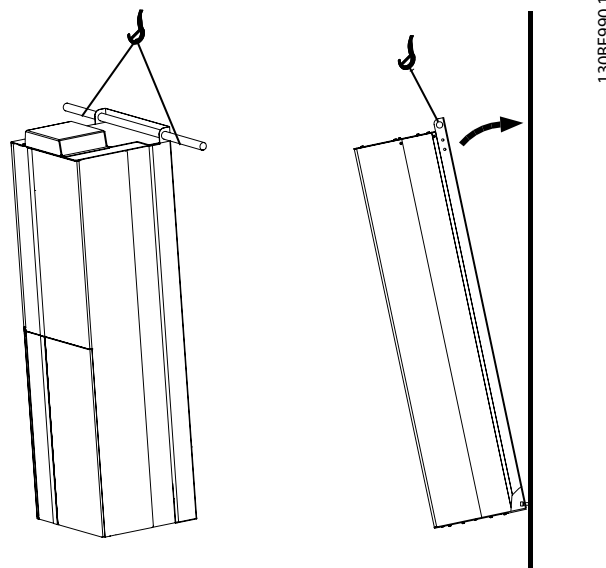
Преобразователь частоты можно поднимать только за предназначенные для этого проушины. Чтобы избежать изгиба подъемных петель, используйте металлический стержень.

#### **ВНИМАНИЕ!**

#### **РИСК ЛЕТАЛЬНОГО ИСХОДА И СЕРЬЕЗНЫХ ТРАВМ**

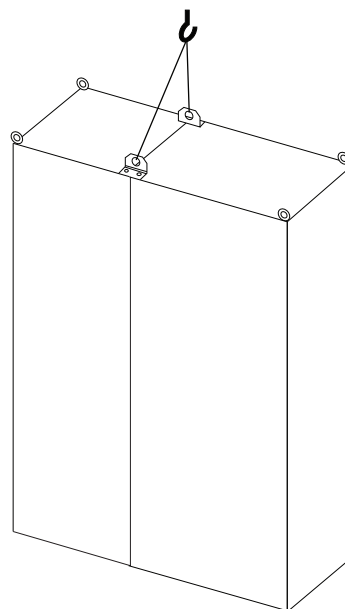
При подъеме тяжелых грузов следуйте местным нормам по технике безопасности. Невыполнение рекомендаций и местных правил техники безопасности может привести к летальному исходу или серьезным травмам.

- Убедитесь, что подъемное оборудование находится в надлежащем рабочем состоянии.
- Вес различных размеров корпуса см. в *глава 4 Описание изделия*.
- Максимальный диаметр траверсы: 20 мм (0,8 дюйма).
- Угол между верхней частью преобразователя и подъемным тросом должен составлять 60° или больше.



130BF990.10

Рисунок 9.1 Рекомендуемый способ подъема для корпусов E1–E2



130BF991.10

Рисунок 9.2 Рекомендуемый способ подъема для корпусов F1/F2/F9/F10

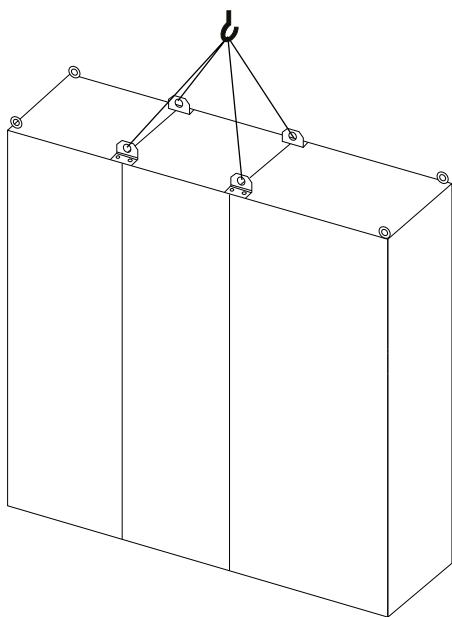


Рисунок 9.3 Рекомендуемый способ подъема для корпусов F3/F4/F11/F12/F13

130BF992.10

### **УВЕДОМЛЕНИЕ** КОНДЕНСАЦИЯ

Влага может конденсироваться на электронных компонентах и вызывать короткие замыкания. Не производите установку в местах, где возможна отрицательная температура. Если температура преобразователя меньше, чем температура окружающей среды, рекомендуется установить в шкаф обогреватель. Работа в режиме ожидания снижает риск конденсации до тех пор, пока рассеиваемая мощность поддерживает отсутствие влаги в электрической схеме.

### **УВЕДОМЛЕНИЕ** ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Высокие и низкие температуры отрицательно влияют на рабочие характеристики и срок службы оборудования.

- Запрещается использовать оборудование в средах с температурой окружающего воздуха выше 55 °C (131 °F).
- Преобразователь частоты может работать при температурах от -10 °C (14 °F). Однако правильная работа при номинальной нагрузке гарантируется только при температуре 0 °C (32 °F) или выше.
- Если температура окружающего воздуха выходит за допустимые пределы, требуется установка дополнительного кондиционирующего оборудования для шкафа или площадки, на которой установлено оборудование.

9

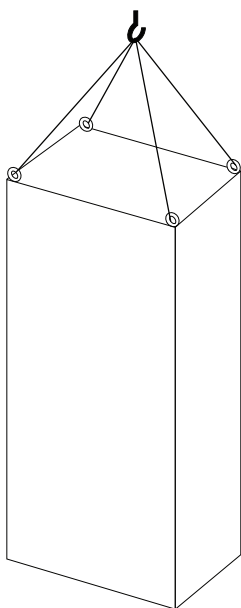


Рисунок 9.4 Рекомендуемый способ подъема для корпусов F8

130BF993.10

#### 9.3.1 Газы

Агрессивные газы, такие как сероводород, хлор или аммиак, могут повредить электрические и механические компоненты. Для снижения негативного воздействия агрессивных газов в устройстве используются платы с конформным покрытием. Требования к классу и степени защиты конформного покрытия см. в *глава 7.5 Условия окружающей среды*.

#### 9.3.2 Пыль

При установке преобразователя в запыленной среде обратите внимание на следующее:

##### Периодическое техобслуживание

Когда пыль накапливается на электронных компонентах, она действует как изоляционный слой. Этот слой снижает охлаждающую способность компонентов, и компоненты нагреваются. Высокая температура

## 9.3 Рабочая среда

В случае установки преобразователя частоты в местах, где в воздухе содержатся капли жидкости, твердые частицы или вызывающие коррозию газы, убедитесь, что класс IP/тип устройства соответствуют окружающим условиям. Спецификации, касающиеся окружающей среды, см. в *глава 7.5 Условия окружающей среды*.

приводит к сокращению срока службы электронных компонентов.

Следите за тем, чтобы на радиаторе и вентиляторах не образовывались наросты пыли. Дополнительную информацию о техническом обслуживании и ремонте см. в *руководстве по эксплуатации*.

#### Вентиляторы охлаждения

Вентиляторы обеспечивают приток охлаждающего воздуха к преобразователю частоты. Когда вентиляторы работают в запыленной среде, пыль может вызвать преждевременный выход вентилятора из строя. Пыль также может накапливаться на лопастях вентиляторов, вызывая дисбаланс, из-за которого вентиляторы не смогут надлежащим образом охлаждать устройство.

### 9.3.3 Потенциально взрывоопасные среды

## ⚠️ ВНИМАНИЕ!

### ВЗРЫВООПАСНАЯ АТМОСФЕРА

Не устанавливайте преобразователь частоты в потенциально взрывоопасной атмосфере.

Преобразователь частоты следует устанавливать в шкафу за пределами этой зоны. Несоблюдение этой рекомендации повышает риск летального исхода или получения серьезных травм.

Системы, работающие в потенциально взрывоопасных средах, должны соответствовать особым требованиям. Директива Евросоюза 94/9/ЕС (ATEX 95) описывает работу электронных устройств в потенциально взрывоопасных атмосферах.

- Класс защиты d предполагает, что в случае появления искр они не выйдут за пределы защищенной области.
- В классе e запрещено любое возникновение искр.

#### Двигатели с защитой класса d

Не требует одобрения. Требуется особая проводка и защитные оболочки.

#### Двигатели с защитой класса e

В сочетании с имеющим сертификацию ATEX устройством контроля температуры PTC, таким как плата VLT® PTC Thermistor Card MCB 112, для установки не требуется отдельного разрешения уполномоченной организации.

#### Двигатели с защитой класса d/e

Сам двигатель относится к классу e защиты от искрообразования, а проводка двигателя и соединительное оборудование соответствует требованиям класса d. Для ослабления пикового напряжения используйте синусоидный фильтр на выходе преобразователя частоты.

При использовании преобразователя в потенциально взрывоопасной атмосфере используйте следующее оборудование:

- Двигатели с защитой от искрообразования класса d или e.
- Датчик температуры PTC для отслеживания температуры двигателя.
- Короткие кабели электродвигателя.
- Выходные синусоидные фильтры, если экранированные кабели двигателя не используются.

## УВЕДОМЛЕНИЕ

### МОНИТОРИНГ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕРМИСТОРНОГО ДАТЧИКА ДВИГАТЕЛЯ

Преобразователи частоты с дополнительной платой VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 сертифицированы в соответствии со стандартами PTV для использования в потенциально взрывоопасных средах.

## 9.4 Конфигурации монтажа

В *Таблица 9.1* перечислены доступные конфигурации монтажа для каждого корпуса. Конкретные инструкции по установке на панели/стене или подставке см. в *руководстве по эксплуатации*. См. также *глава 8 Внешние размеры и размеры клемм*.

## УВЕДОМЛЕНИЕ

Ошибка монтажа может привести к перегреву и снижению уровня производительности.

Корпус	Установка на панели/стене	Установка на подставке (отдельно монтируемое оборудование)
E1	–	X
E2	X	–
F1	–	X
F2	–	X
F3	–	X
F4	–	X
F8	–	X
F9	–	X
F10	–	X
F11	–	X
F12	–	X
F13	–	X

Таблица 9.1 Конфигурации монтажа

**Что следует учесть при установке:<sup>1)</sup>**

- Установите устройство как можно ближе к двигателю. Максимальные длины кабелей двигателей см. в *глава 7.6 Технические характеристики кабелей*.
- Обеспечьте устойчивость устройства, смонтировав его на твердой поверхности.
- Убедитесь, что место, подготовленное для монтажа, выдержит массу устройства.

- Убедитесь, что вокруг устройства достаточно пространства для надлежащего охлаждения. См. *глава 9.5 Охлаждение*.
- Убедитесь, что имеется возможность открывания дверцы.
- Устройте ввод кабелей снизу.

1) При нетиповых вариантах монтажа обращайтесь к производителю.

## 9.5 Охлаждение

### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

Ошибка монтажа может привести к перегреву и снижению уровня производительности. Для правильной установки следуйте указаниям в *глава 9.4 Конфигурации монтажа*.

- В верхней и нижней части преобразователя следует оставить зазор для доступа воздуха для охлаждения. Требования к зазорам: 225 мм (9 дюймов).
- Обеспечьте достаточную скорость подачи воздуха. См. *Таблица 9.2*.
- Следует принять во внимание снижение номинальных характеристик при температурах начиная с 45 °C (113 °F) до 50 °C (122 °F) и высотах начиная с 1000 м (3300 футов) над уровнем моря. Подробные сведения о снижении номинальных характеристик см. в *глава 9.6 Снижение номинальных характеристик*.

Для охлаждения преобразователя частоты используется тыльный канал, по которому отводится охлаждающий воздух от радиатора. Через тыльный канал уходит примерно 90 % охлаждающего воздуха радиатора. Чтобы перенаправить воздух тыльного канала от панели или из помещения, используйте следующее оборудование:

- **Охлаждение с помощью вентиляционного канала**  
Для случаев, когда преобразователь частоты IP20/шасси установлен в корпусе Rittal, предусмотрены комплекты охлаждения через тыльный канал, которые позволяют направлять охлаждающий воздух радиатора за пределы панели. Использование этих комплектов уменьшает нагрев панели и позволяет устанавливать меньшие дверные вентиляторы.
- **Охлаждение через заднюю стенку**  
Установка на устройство верхней крышки и крышки основания позволяет при использовании тыльного канала выбрасывать охлаждающий воздух за пределы комнаты.

### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

На корпусе устанавливается дверной вентилятор для вывода теплотерь, не выведенных через вентиляционный канал в тыльной части преобразователя частоты и дополнительных потерь, генерируемых другими компонентами, установленными внутри корпуса. Для выбора соответствующего вентилятора следует рассчитать требуемый общий поток воздуха. Некоторые производители корпусов предлагают собственное программное обеспечение для выполнения таких расчетов.

Обеспечьте необходимый поток воздуха для радиатора.

Корпус	Модели		Дверной/верхний вентилятор [м³/ч (куб. футов/мин)]	Вентилятор радиатора [м³/ч (куб. футов/мин)]
	380–500 В	525–690 В		
E1	–	P450–P500	340 (200)	1105 (650)
E2			255 (150)	1105 (650)
E1	P355–P450	P560–P630	340 (200)	1445 (850)
E2			255 (150)	1445 (850)

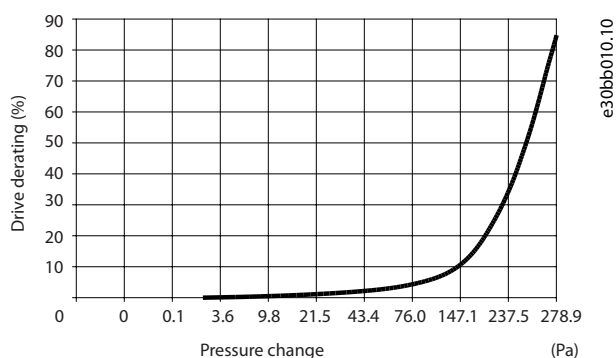
Таблица 9.2 Интенсивность циркуляции воздуха E1–E2

Корпус	Тип защиты	Дверной/верхний вентилятор [м³/ч (куб. футов/мин)]	Вентилятор радиатора [м³/ч (куб. футов/мин)]
F1–F4	IP21/Тип 1	700 (412)	985 (580)
	IP54/Тип 12	525 (309)	985 (580)
F8–F13	IP21/Тип 1	700 (412)	985 (580)
	IP54/Тип 12	525 (309)	985 (580)

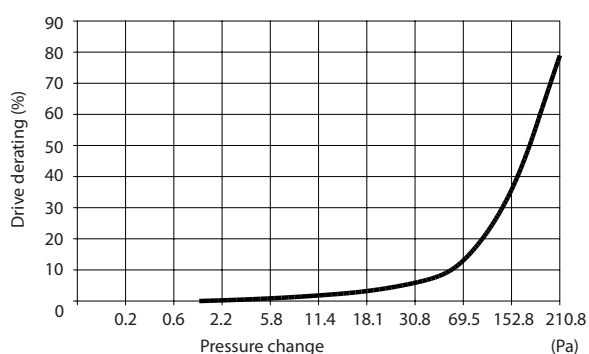
Таблица 9.3 Интенсивность циркуляции воздуха в корпусах F1–F4 и F8–F13

### 9.5.1 Внешние воздуховоды и снижение номинальных характеристик

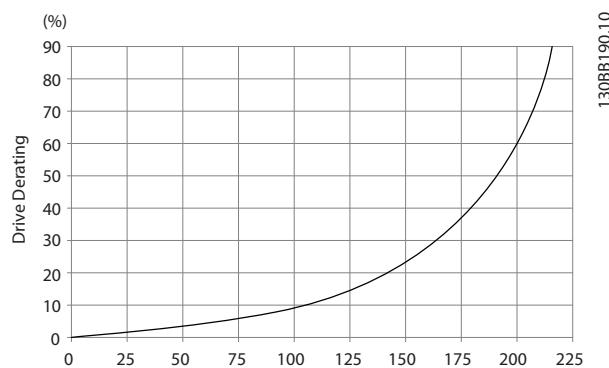
Если к электрическому шкафу Rittal добавлен внешний воздуховод, необходимо рассчитать перепад давления в вентиляционном канале с помощью *Рисунок 9.5* — *Рисунок 9.7*.



**Рисунок 9.5** Снижение номинальных характеристик в зависимости от изменения давления для корпусов E1–E2, 380–500 В, модели: P250 и 525–690 В, модели: P355–P400. Циркуляция воздуха: 650 куб. футов/мин (1105 м³/ч)



**Рисунок 9.6** Снижение номинальных характеристик в зависимости от изменения давления для корпусов E1–E2, 380–500 В, модели: P315–P400 и 525–690 В, модели: P500–P560. Циркуляция воздуха: 850 куб. футов/мин (1445 м³/ч)



**Рисунок 9.7** Снижение номинальных характеристик в зависимости от изменения давления для корпусов F1–F4. Циркуляция воздуха: 580 куб. футов/мин (985 м³/ч)

### 9.6 Снижение номинальных характеристик

Снижение номинальных характеристик является способом уменьшения выходного тока для того, чтобы избежать отключения преобразователя частоты при достижении высоких температур в корпусе. Если есть основания ожидать, что преобразователь частоты будет работать в экстремальных условиях, можно выбрать более мощный преобразователь частоты, чтобы исключить необходимость снижения номинальных характеристик вручную. В остальных случаях преобразователь частоты автоматически уменьшает выходной ток, чтобы исключить возникновение перегрева вследствие экстремальных условий.

#### Снижение номинальных характеристик вручную

Danfoss рекомендует выбрать преобразователь частоты на один типоразмер больше (например, P710 вместо P630), если присутствуют следующие условия:

- Низкая скорость — длительная работа на низких оборотах в применениях с постоянным крутящим моментом.
- Низкое давление воздуха — эксплуатация на высотах выше 1000 м (3281 фут).
- Высокая температура окружающей среды — работа при температуре окружающей среды 10 °C (50 °F).
- Высокая частота коммутации.



- Длинные кабели электродвигателя.
- Кабели с большим сечением.

#### Автоматическое снижение номинальных характеристик

Чтобы устранить перегрев в корпусе, преобразователь частоты автоматически изменяет частоту коммутации или схему коммутации (PWM на SFAVM) при обнаружении следующих рабочих условий:

- Высокая температура на плате управления или радиаторе.
- Высокая нагрузка на двигатель или низкая скорость двигателя.
- Повышенное напряжение в цепи постоянного тока.

### УВЕДОМЛЕНИЕ

Автоматическое снижение номинальных характеристик происходит иначе, когда для параметра *параметр 14-55 Выходной фильтр* указано значение [2] *Синус.фильтр, фикс.*

#### 9.6.1 Снижение номинальных характеристик при работе на низких скоростях

Когда двигатель подключен к преобразователю частоты, необходимо обеспечить достаточное охлаждение двигателя. Требуемый уровень охлаждения зависит от следующих факторов:

- Нагрузка на двигателе.
- Рабочая скорость.
- Продолжительность работы.

#### Режим с постоянным крутящим моментом

В применениях с фиксированным крутящим моментом могут возникать проблемы при работе на низких оборотах. В режимах с постоянным крутящим моментом двигатель может перегреваться на малых оборотах из-за недостаточной подачи воздуха для охлаждения от встроенного вентилятора двигателя.

Если двигатель постоянно работает на оборотах, составляющих меньше половины номинального значения скорости вращения, то необходимо дополнительно подавать воздух для охлаждения двигателя. Если невозможно обеспечить дополнительное воздушное охлаждение, как альтернативу можно использовать двигатель, предназначенный для применений с низкими скоростями/постоянным крутящим моментом.

#### Режимы с переменной (квадратично зависимой) величиной крутящего момента

Дополнительное охлаждение или снижение номинальных характеристик двигателя не требуется в применениях с переменным крутящим моментом, где крутящий момент пропорционален квадрату скорости, а

мощность пропорциональна кубу скорости. Обычными примерами применений с переменным крутящим моментом являются центробежные насосы и вентиляторы.

#### 9.6.2 Снижение номинальных характеристик с увеличением высоты

С понижением атмосферного давления охлаждающая способность воздуха уменьшается. При высоте над уровнем моря до 1000 м (3281 фут) снижение номинальных параметров не требуется. При высоте более 1000 м (3281 фут) необходимо снижать допустимую температуру окружающей среды ( $T_{AMB}$ ) или максимальный выходной ток ( $I_{VLT,MAX}$ ). См. *Рисунок 9.8.*

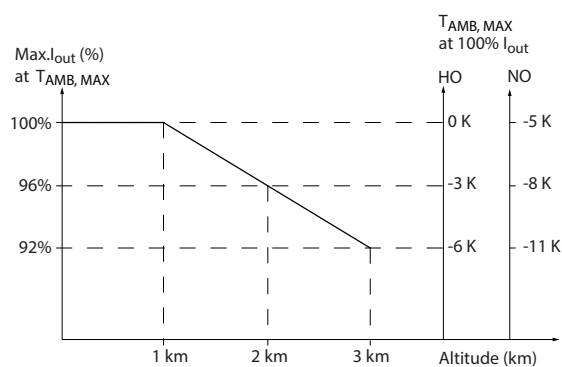


Рисунок 9.8 Снижение выходного тока в зависимости от высоты над уровнем моря при температуре окружающей среды  $T_{AMB,MAX}$

На *Рисунок 9.8* видно, что при температуре 41,7 °C (107 °F) доступно 100 % номинального выходного тока. При температуре 45 °C (113 °F) ( $T_{AMB, MAX}$  — 3 K) доступен 91 % номинального значения выходного тока.

### 9.6.3 Снижение номинальных характеристик в зависимости от температуры окружающей среды

Графики представлены отдельно для 60° AVM и SFAVM. Коммутация 60° AVM имеет место лишь 2/3 времени, а коммутация SFAVM — в течение всего периода. Максимальная частота коммутации равна 16 кГц для 60° AVM и 10 кГц для SFAVM. Дискретные частоты коммутации представлены в Таблица 9.4 и Таблица 9.5.

Модель	Метод коммутации	Высокая перегрузка (HO), 150 %	Нормальная перегрузка (NO), 110 %
P315–P1M2 380–500 В	60 AVM	<p>Graph showing output current (I<sub>out</sub> [%]) vs switching frequency (f<sub>sw</sub> [kHz]) for 60 AVM under 150% HO. Curves for 45°C (113°F), 50°C (122°F), and 55°C (131°F). I<sub>out</sub> drops from ~100% at 2 kHz to ~65% at 6 kHz.</p>	<p>Graph showing output current (I<sub>out</sub> [%]) vs switching frequency (f<sub>sw</sub> [kHz]) for 60 AVM under 110% NO. Curves for 45°C (113°F), 50°C (122°F), and 55°C (131°F). I<sub>out</sub> drops from ~100% at 2 kHz to ~60% at 6 kHz.</p>
	SFAVM	<p>Graph showing output current (I<sub>out</sub> [%]) vs switching frequency (f<sub>sw</sub> [kHz]) for SFAVM under 150% HO. Curves for 45°C (113°F), 50°C (122°F), and 55°C (131°F). I<sub>out</sub> drops from ~100% at 2 kHz to ~65% at 4 kHz.</p>	<p>Graph showing output current (I<sub>out</sub> [%]) vs switching frequency (f<sub>sw</sub> [kHz]) for SFAVM under 110% NO. Curves for 40°C (104°F), 45°C (113°F), 50°C (122°F), and 55°C (131°F). I<sub>out</sub> drops from ~100% at 2 kHz to ~60% at 4 kHz.</p>

Таблица 9.4 Таблицы снижения номинальных характеристик в зависимости от температур окружающего воздуха для корпусов E1–E2, F1–F4 и F8–F13, 380–500 В

Модель	Метод коммутации	Высокая перегрузка (HO), 150 %	Нормальная перегрузка (NO), 110 %
P355–P1M2 525–690 В	60 AVM	<p>Graph showing output current (I<sub>out</sub> [%]) vs switching frequency (f<sub>sw</sub> [kHz]) for 60 AVM under 150% HO. Curves for 45°C (113°F), 50°C (122°F), and 55°C (131°F). I<sub>out</sub> drops from ~100% at 1.5 kHz to ~65% at 5.5 kHz.</p>	<p>Graph showing output current (I<sub>out</sub> [%]) vs switching frequency (f<sub>sw</sub> [kHz]) for 60 AVM under 110% NO. Curves for 45°C (113°F), 50°C (122°F), and 55°C (131°F). I<sub>out</sub> drops from ~100% at 1.5 kHz to ~60% at 5.5 kHz.</p>
	SFAVM	<p>Graph showing output current (I<sub>out</sub> [%]) vs switching frequency (f<sub>sw</sub> [kHz]) for SFAVM under 150% HO. Curves for 45°C (113°F), 50°C (122°F), and 55°C (131°F). I<sub>out</sub> drops from ~100% at 1.5 kHz to ~65% at 3.5 kHz.</p>	<p>Graph showing output current (I<sub>out</sub> [%]) vs switching frequency (f<sub>sw</sub> [kHz]) for SFAVM under 110% NO. Curves for 40°C (104°F), 45°C (113°F), 50°C (122°F), and 55°C (131°F). I<sub>out</sub> drops from ~100% at 1.5 kHz to ~60% at 3.5 kHz.</p>

Таблица 9.5 Таблицы снижения номинальных характеристик в зависимости от температур окружающего воздуха для корпусов E1–E2, F1–F4 и F8–F13, 525–690 В

## 10 Вопросы электрического монтажа

### 10.1 Инструкции по технике безопасности

Общие инструкции по технике безопасности см. в *глава 2 Техника безопасности.*

#### **▲ВНИМАНИЕ!**

##### **ИНДУЦИРОВАННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ**

Индукционное напряжение от выходных кабелей, идущих к двигателям от разных преобразователей частоты и проложенных рядом друг с другом, может зарядить конденсаторы оборудования даже при выключенном и заблокированном оборудовании. Несоблюдение требований к раздельной прокладке выходных кабелей двигателя или использованию экранированных кабелей может привести к летальному исходу или серьезным травмам.

- Прокладывайте выходные кабели двигателя отдельно или используйте экранированные кабели.
- Одновременно блокируйте все преобразователи частоты.

#### **▲ВНИМАНИЕ!**

##### **ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ТОКОМ**

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

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

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

##### **Защита от перегрузки по току**

- В применениях с несколькими двигателями необходимо между преобразователем частоты и двигателем использовать дополнительное защитное оборудование, такое как устройства защиты от короткого замыкания или устройства тепловой защиты двигателя.
- Для защиты от короткого замыкания и перегрузки по току должны быть установлены входные предохранители. Если предохранители отсутствуют в заводской комплектации, их должен установить специалист во время монтажа. Максимальные номиналы предохранителей см. в *глава 10.5 Предохранители и автоматические выключатели.*

##### **Тип и номиналы проводов**

- Вся проводка должна соответствовать государственным и местным нормам и правилам в отношении сечения провода и температур окружающей среды.
- Рекомендованный провод подключения питания: медный провод номиналом не ниже 75 °C (167 °F).

Рекомендуемые типы и размеры проводов см. в *глава 7.6 Технические характеристики кабелей.*

#### **▲ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

##### **ПОВРЕЖДЕНИЕ ИМУЩЕСТВА**

Защита двигателя от перегрузки не включена в заводских настройках. Для добавления данной функции установите *параметр 1-90 Тепловая защита двигателя* в значение *[ЭТР: отключение]* или *[ЭТР: предупред.]*. Для рынка Северной Америки: функции защиты с помощью ЭТР обеспечивают защиту двигателя от перегрузки по классу 20 согласно требованиям NEC. Если не установить в параметре *параметр 1-90 Тепловая защита двигателя* значение *[ЭТР: отключение]* или *[ЭТР: предупред.]*, защита двигателя от перегрузки будет отключена и перегрев двигателя может привести к повреждению имущества.

10.2 Схема подключений

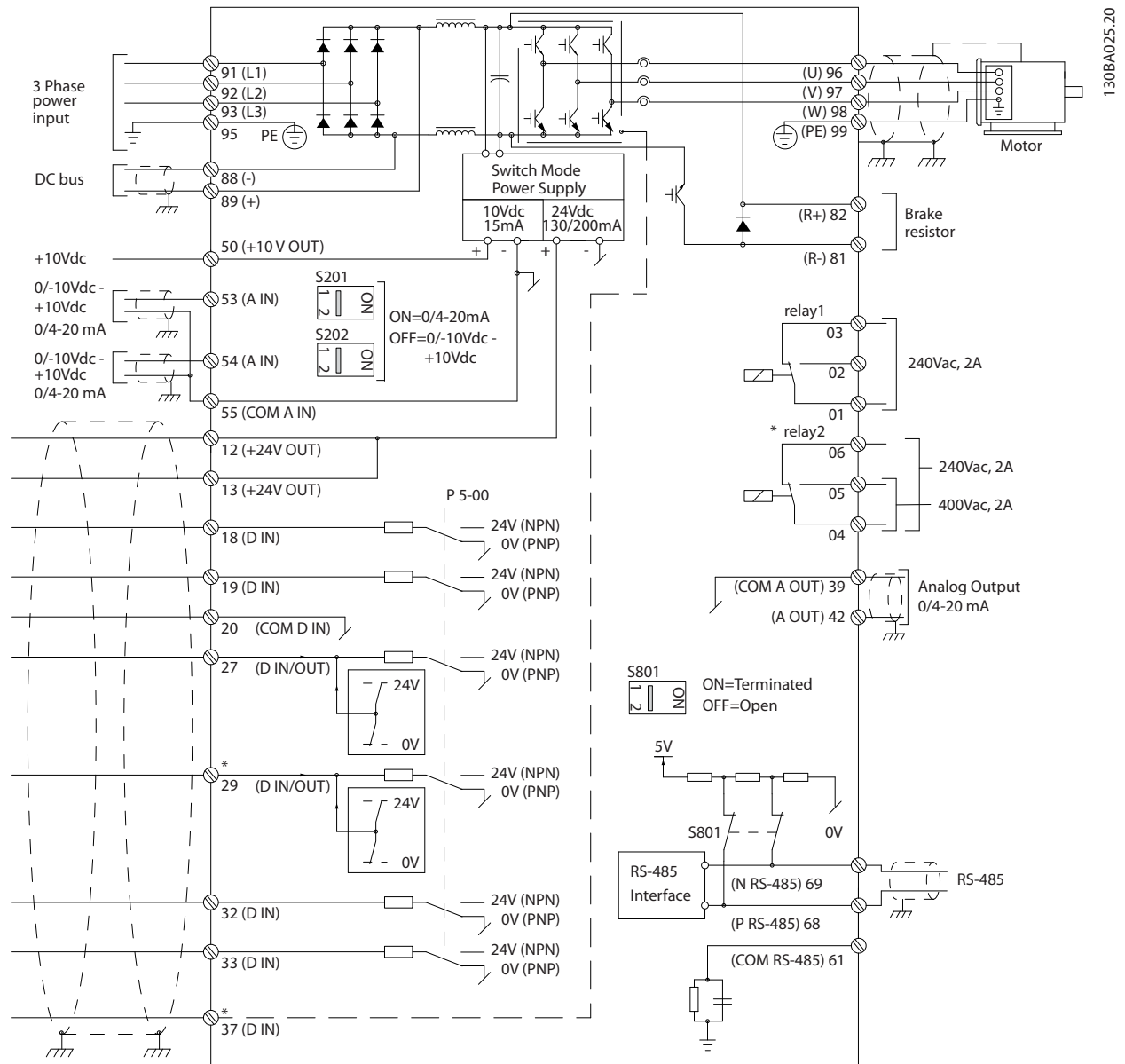


Рисунок 10.1 Схема основных подключений

A = аналоговый, D = цифровой

1) Клемма 37 (опция) используется для функции Safe Torque Off. Указания по монтажу функции Safe Torque Off см. в руководстве по эксплуатации функции Safe Torque Off.

### 10.3 Подключения

#### 10.3.1 Подключение электропитания

##### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

Вся система кабелей должна соответствовать государственным и местным нормам и правилам в отношении сечения кабелей и температуры окружающей среды. Применения UL требуют использования медных проводников, рассчитанных на 75 °C (167 °F). В применениях, не сертифицированных согласно UL, могут использоваться медные проводники, рассчитанные на 75 °C (167 °F) и 90 °C (194 °F).

Разъемы для силовых кабелей расположены как показано на *Рисунок 10.2*. Сведения об определении размеров поперечного сечения и длины кабеля двигателя см. в *глава 7.6 Технические характеристики кабелей*.

Если блок не имеет встроенных предохранителей, для защиты преобразователя частоты следует использовать рекомендуемые плавкие предохранители. Рекомендуемые предохранители перечислены в *глава 10.5 Предохранители и автоматические выключатели*. Защита с помощью плавких предохранителей должна соответствовать местным нормам и правилам.

Подключение сети осуществляется через сетевой выключатель, если он входит в комплект поставки.

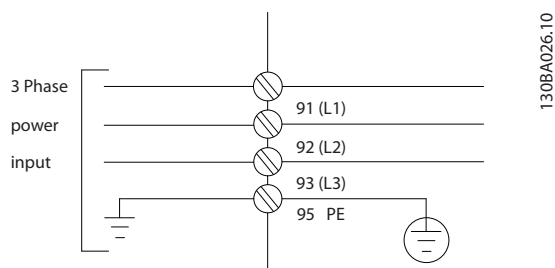


Рисунок 10.2 Подключение сетевого питания, корпуса E1-E2 и F1-F4

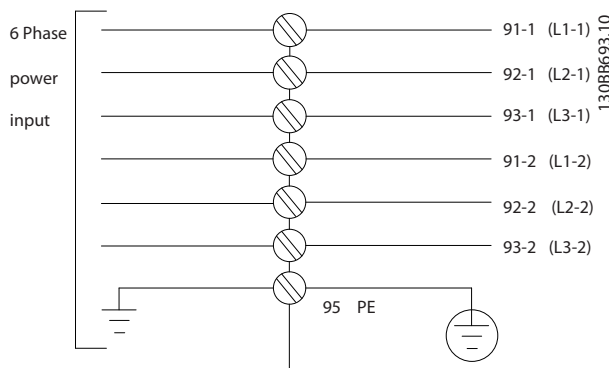
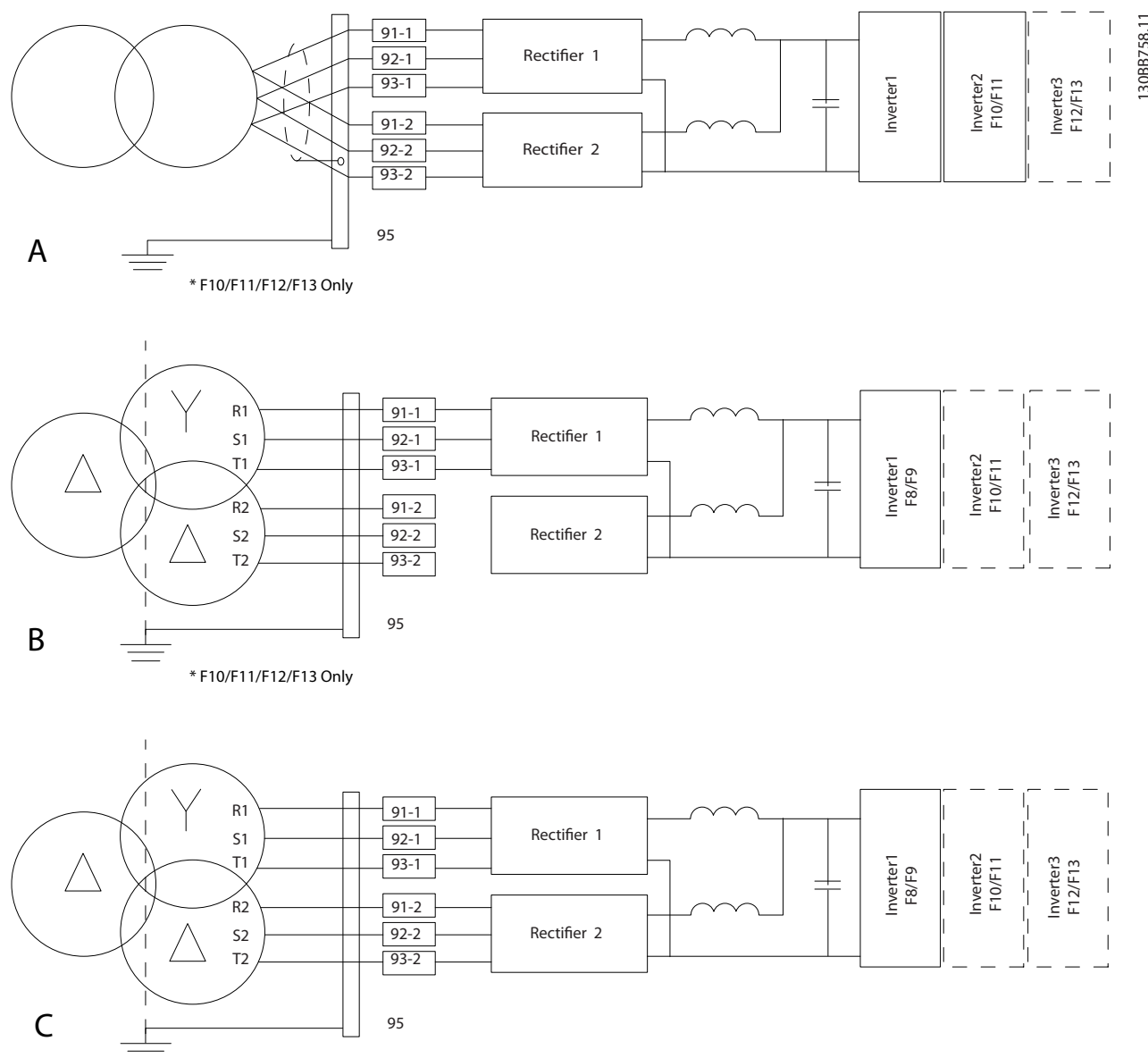


Рисунок 10.3 Подключение сетевого питания, корпуса F8-F13



13088758:11

10

A	6-импульсное подключение <sup>1), 2), 3)</sup>
B	Измененное 6-импульсное подключение <sup>2), 3), 4)</sup>
C	12-импульсное подключение <sup>3), 5)</sup>

Рисунок 10.4 Варианты сетевых подключений для 12-импульсных преобразователей частоты

- 1) Показано параллельное подключение. Можно использовать одиночный трехфазный кабель с достаточной пропускной способностью. Установите закорачивающие шины.
- 2) 6-импульсное подключение сводит на нет преимущество пониженных гармоник 12-импульсного выпрямителя.
- 3) Подходит для подключения сетей IT и TN.
- 4) В случае выхода из строя модульного 6-импульсного выпрямителя можно привести преобразователь частоты в действие при меньшей нагрузке с помощью одного 6-импульсного выпрямителя. Для получения дополнительной информации по переключению обратитесь в Danfoss.
- 5) Параллельное подключение кабелей сети питания здесь не показано. При использовании 12-импульсного преобразователя частоты в качестве 6-импульсного должны быть соблюдены требования к одинаковому числу и равной длине кабелей сети питания.

**Экранирование кабелей**
**УВЕДОМЛЕНИЕ**

Кабель двигателя должен быть экранированным. Если используется неэкранированный кабель, некоторые требования ЭМС окажутся невыполненными.

Используйте экранированный кабель двигателя, чтобы соответствовать требованиям по ограничению электромагнитного излучения. Подробнее см. глава 10.16 Монтаж с учетом требований ЭМС.

Избегайте монтажа с использованием скрученных концов экрана (скруток). Это снижает эффективность экранирования на высоких частотах. Если необходимо разорвать экран, в дальнейшем следует восстановить его непрерывность, обеспечивая минимально возможный импеданс высоких частот.

Присоедините экран кабеля двигателя к развязывающей панели преобразователя частоты и к металлическому корпусу двигателя. При подключении экрана обеспечьте максимально возможную площадь контакта (с помощью кабельного зажима); используйте монтажные устройства преобразователя частоты.

**Длина и сечение кабелей**

Преобразователь частоты протестирован на ЭМС при заданной длине кабеля. Для снижения уровня шума и токов утечки кабель двигателя должен быть как можно более коротким.

**Частота коммутации**

При использовании преобразователей частоты совместно с синусоидными фильтрами, предназначенными для снижения акустического шума двигателя, частота коммутации должна устанавливаться в соответствии с указаниями в параметр 14-01 Частота коммутации.

Клеммы				Тип подключения
96	97	98	99	
U	V	W	PE <sup>1)</sup>	Напряжение двигателя, 0–100 % напряжения сети. 3 провода от двигателя.
U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	
W2	U2	V2		6 проводов от двигателя.
U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Соединение по схеме звезды: U2, V2, W2. U2, V2 и W2 соединяются отдельно.

Таблица 10.1 Подключение кабелей двигателя, корпуса

**E1–E2 и F1–F4**

1) Подключение защитного заземления

Клеммы				Тип подключения
96	97	98	99	
U	V	W	PE <sup>1)</sup>	Напряжение двигателя, 0–100 % напряжения сети. 3 провода от двигателя.
U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	
W2	U2	V2		6 проводов от двигателя.
U1	V1	W1	PE <sup>1)</sup>	Соединение по схеме звезды: U2, V2, W2. U2, V2 и W2 соединяются отдельно.

Таблица 10.2 Подключение кабелей двигателя, корпуса F8–F13

1) Подключение защитного заземления

**УВЕДОМЛЕНИЕ**

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

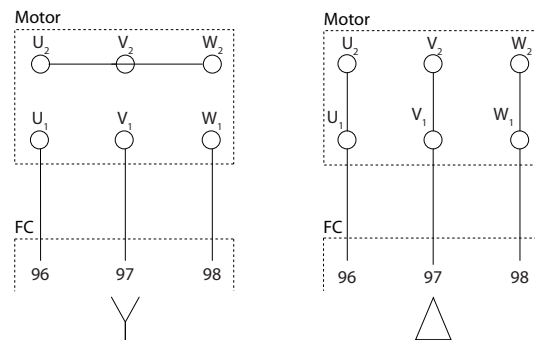


Рисунок 10.5 Подключение кабеля электродвигателя

1752A114.11

### 10.3.2 Подключение шины постоянного тока

Клемма шины постоянного тока используется для резервного питания постоянным током, когда цепь постоянного тока питается от внешнего источника питания.

Клемма	Функция
88, 89	Шина постоянного тока

Таблица 10.3 Клеммы шины постоянного тока

### 10.3.3 Подключение цепи разделения нагрузки

Разделение нагрузки позволяет соединять промежуточные цепи постоянного тока нескольких преобразователей частоты. См. описание в *глава 5.5 Описание разделения нагрузки*.

Разделение нагрузки требует дополнительного оборудования и учета вопросов безопасности. Обратитесь в Danfoss для оформления заказа и получения рекомендаций по установке.

Клемма	Функция
88, 89	Разделение нагрузки

Таблица 10.4 Клеммы разделения нагрузки

Соединительный кабель должен быть экранированным, а его длина от преобразователя частоты до шины постоянного тока не должна превышать 25 метров (82 фута).

### 10.3.4 Подключение кабеля электродвигателя

Соединительный кабель к тормозному резистору должен быть экранированным, а его длина от преобразователя частоты до шины постоянного тока не должна превышать 25 метров (82 фута).

- Подключите экран с помощью кабельных зажимов к проводящей задней панели преобразователя частоты и к металлическому шкафу тормозного резистора.
- Сечение тормозного кабеля должно соответствовать тормозному моменту.

Клемма	Функция
81, 82	Клеммы подключения тормозного резистора

Таблица 10.5 Клеммы подключения тормозного резистора

Подробнее см. *Руководство по проектированию VLT® Brake Resistor MCE 101*.

#### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

Если в тормозном модуле возникает короткое замыкание, то излишнее рассеяние мощности в тормозном резисторе может быть предотвращено отключением преобразователя частоты от питающей сети с помощью сетевого выключателя или контактора.



### 10.3.5 Подключение трансформатора

Трансформаторы, используемые с 12-импульсными преобразователями частоты (F8–F13), должны отвечать следующим требованиям.

Нагрузка должна соответствовать 12-фазному трансформатору К-4 с точностью балансировки напряжения и импеданса не менее 0,5 %. Выводы от трансформатора до входных клемм преобразователя частоты должны иметь одинаковую длину (допускается различие по длине в пределах 10 %).

Подключение	Dy11 d0 или Dyn 11d0
Сдвиг фаз между вторичными обмотками	30°
Разность напряжений между вторичными обмотками	< 0,5 %
Сопротивление короткого замыкания вторичных обмоток	>5%
Разность сопротивлений короткого замыкания между вторичными обмотками	< 5 % импеданса короткого замыкания
Другое	Не допускается заземление вторичных обмоток. Рекомендуется наличие статического экрана.

### 10.3.6 Подключение питания внешнего вентилятора

Если преобразователь частоты запитывается от источника постоянного тока или если вентилятор должен работать независимо от источника питания, через силовую плату питания может быть подключен внешний источник питания. Сетевое питание вентиляторов охлаждения подключается с помощью разъема на силовой плате питания. При поставке с завода-изготовителя вентиляторы настроены для питания от обычной сети переменного тока. Установите перемычки между клеммами 100–102 и 101–103. Если требуется перейти на внешнее питание, необходимо удалить указанные перемычки и подключить питание к клеммам 100 и 101. Для защиты используйте предохранитель на 5 ампер. В установках стандарта UL используйте предохранитель Littelfuse KLK-5 или эквивалентный.

Клемма	Функция
100, 101	Вспомогательное питание S, T
102, 103	Внутреннее питание S, T

10

Таблица 10.6 Внешний источник питания

### 10.3.7 Подключение персонального компьютера

Для управления преобразователем частоты с ПК установите программу настройки МСТ 10. ПК подключается стандартным кабелем USB (хост/устройство) или через интерфейс RS485, как показано в разделе *Подключение шины в руководстве по программированию*. USB является последовательной шиной с четырьмя экранированными проводами, из которых контакт провода 4 является заземлением и подключен к экрану порта USB в компьютере. Все стандартные ПК выпускаются без гальванической развязки порта USB.

Чтобы предотвратить повреждение хост-контроллера USB через USB-кабель, следуйте рекомендациям по заземлению, изложенным в *руководстве по эксплуатации*.

Для защиты хост-контроллера USB в ПК от разности потенциалов заземления при подключении ПК к преобразователю частоты по USB-кабелю, Danfoss рекомендует использовать изолятор USB с гальванической развязкой. Кроме того, рекомендуется не использовать сетевой кабель ПК с заземляющим контактом, когда ПК подключен к преобразователю частоты по USB-кабелю. Эти рекомендации позволяют снизить разность потенциалов заземления, но не устранит все различия потенциалов при заземлении и экране, подключенных к порту USB на ПК.

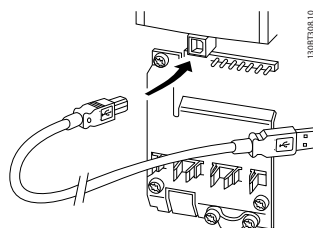
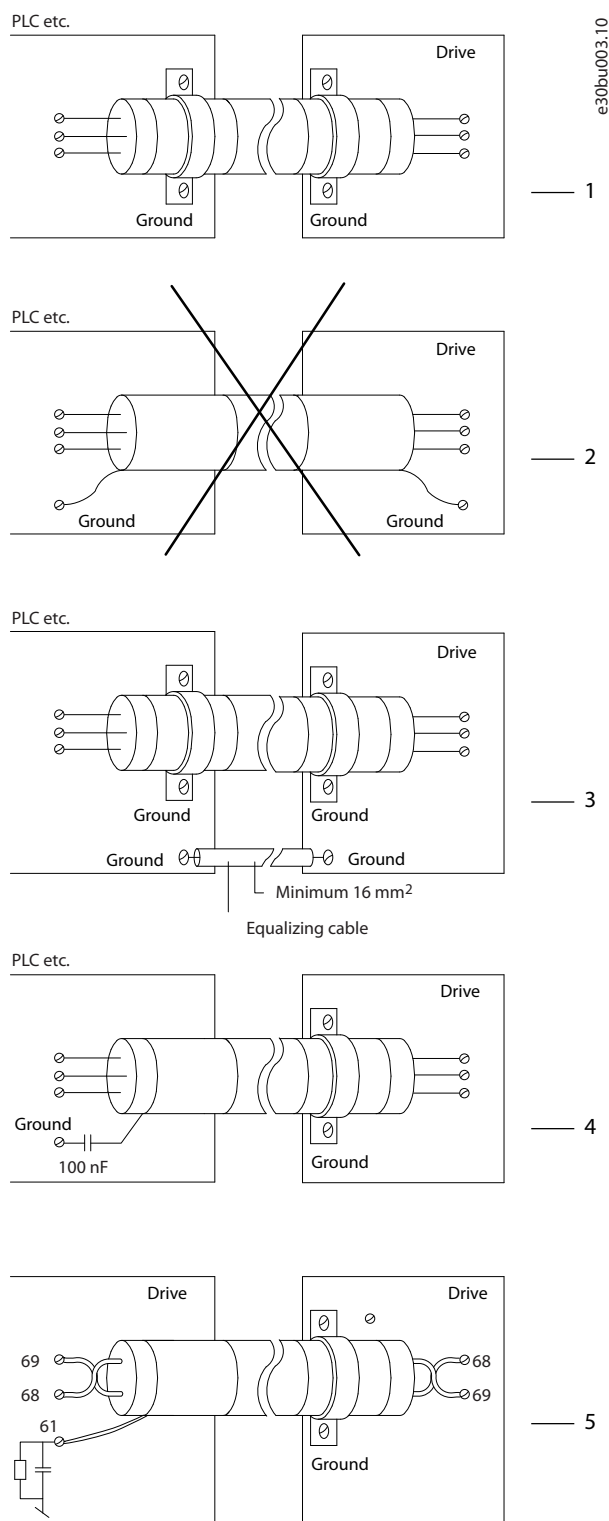


Рисунок 10.6 Разъем USB

### 10.4 Проводка и клеммы элементов управления

Кабели управления должны быть экранированными, и экран должен быть подключен на обоих концах с помощью кабельных зажимов к металлическому шкафу устройства.

О правильном заземлении кабелей управления см. Рисунок 10.7.



1	Для обеспечения наилучшего электрического контакта кабели управления и кабели для последовательной связи должны быть закреплены с помощью кабельных зажимов на обоих концах.
2	Не используйте скрученные концы оплетки кабеля (скрутки). Они увеличивают импеданс экрана на высоких частотах.

3	Если потенциалы земли преобразователя частоты и PLC различаются, могут возникнуть электрические помехи, нарушающие работу всей системы. Эта проблема решается прокладкой выравнивающего кабеля рядом с кабелем управления. Мин. поперечное сечение кабеля: 16 мм <sup>2</sup> (6 AWG).
4	Если используются очень длинные кабели управления, могут возникать контуры заземления 50/60 Гц. Подключите один конец экрана к земле через конденсатор емкостью 100 нФ (обеспечив короткие выводы).
5	При использовании кабелей последовательной связи для устранения низкочастотных паразитных токов между двумя преобразователями частоты нужно подключить один конец экрана к клемме 61. Эта клемма подключается к заземлению через внутреннюю резистивно-емкостную цепь (RC-цепь). Для снижения помех между проводниками при дифференциальном включении используйте кабели с витыми парами.

Рисунок 10.7 Примеры заземления

### 10.4.1 Прокладка кабелей управления

Закрепите стяжками и проложите все провода управления, как показано на *Рисунок 10.8* и *Рисунок 10.9*. Не забудьте правильно подключить экраны, чтобы обеспечить оптимальную устойчивость к электрическим помехам.

- Изолируйте провода подключения элементов управления от высоковольтных кабелей.
- Если преобразователь подключен к термистору, провода цепи управления данного термистора должны быть экранированы и иметь усиленную/двойную изоляцию. Рекомендуется напряжение питания 24 В пост. тока.

#### Подключение периферийной шины

Подключите проводку к соответствующим дополнительным устройствам на плате управления. Подробнее см. в соответствующей инструкции для периферийной шины. Кабель должен быть закреплен стяжками и проложен вместе с другими проводами управления внутри устройства. См. *Рисунок 10.8* и *Рисунок 10.9*.

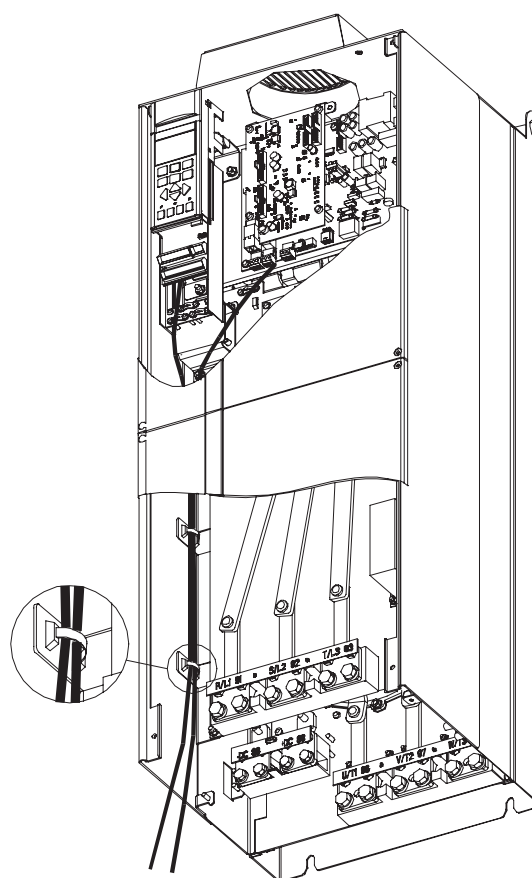
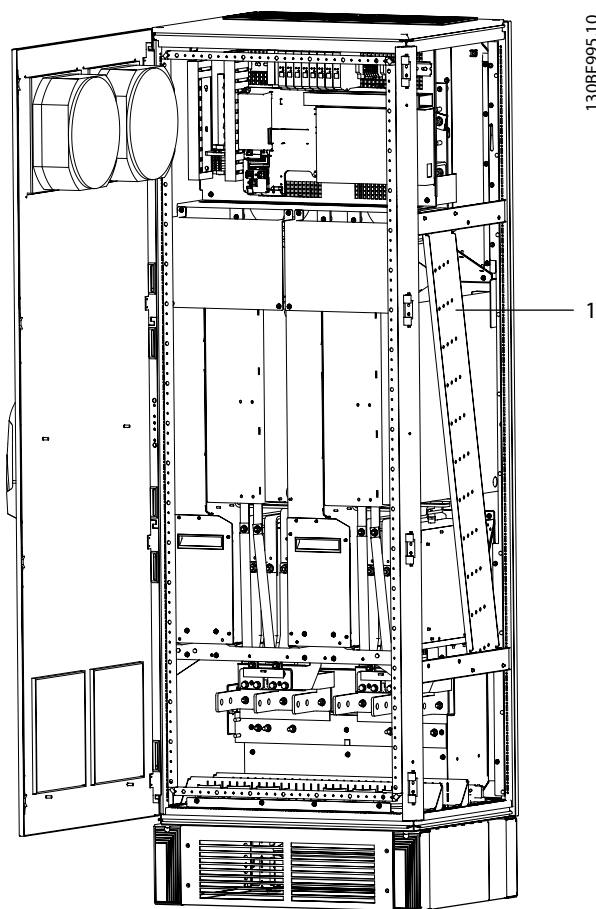


Рисунок 10.8 Маршрут прокладки проводки платы управления в корпусах E1 и E2



1	Кабелепровод для прокладки кабелей управления в корпусах F1–F13
---	---

Рисунок 10.9 Маршрут прокладки проводки платы управления для F1/F3. При прокладке проводов платы управления для F2/F4 и F8–F13 используется тот же маршрут.

В преобразователях частоты в корпусах E имеется возможность подключения периферийной шины сверху корпуса, как показано на следующих рисунках. В блоках IP21/54 (NEMA-1/NEMA-12) верхнюю крышку следует удалить.

Номер комплекта для верхнего подключения периферийной шины: 176F1742.

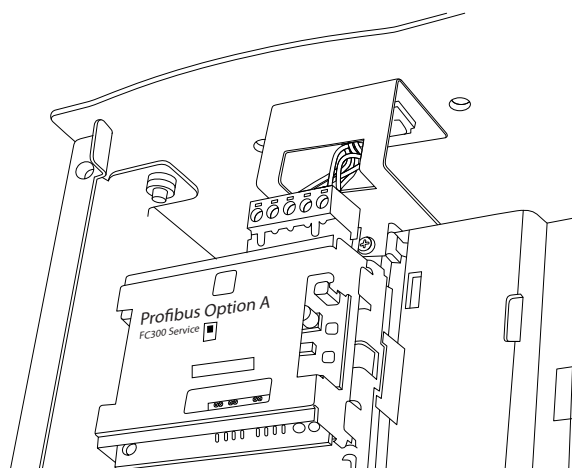


Рисунок 10.10 Подключение периферийной шины сверху

### 10.4.2 Клеммы управления

На Рисунок 10.11 показаны съемные разъемы преобразователя частоты. Функции клемм и настройки по умолчанию приведены в Таблица 10.7 — Таблица 10.9.

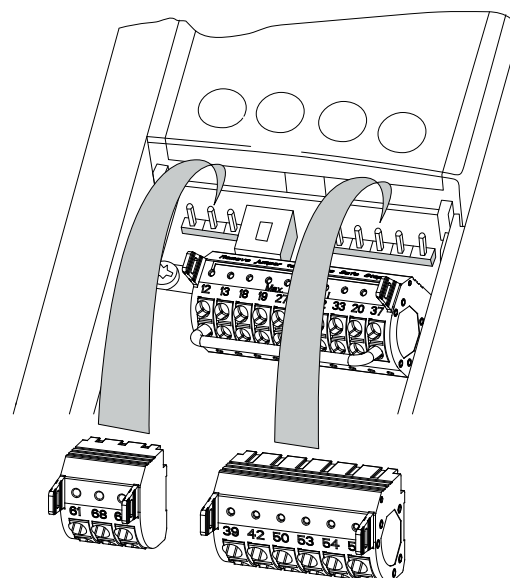
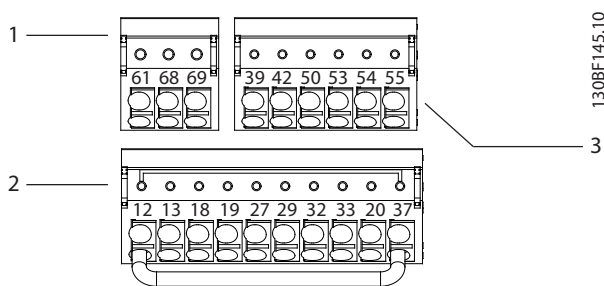


Рисунок 10.11 Расположение клемм управления



1	Клеммы последовательной связи
2	Клеммы цифровых входов/выходов
3	Клеммы аналоговых входов/выходов

Рисунок 10.12 Номера клемм на разъемах

Клемма	Параметр	Установка по умолчанию	Описание
61	–	–	Встроенный резистивно-емкостной фильтр для подключения экрана кабеля при наличии проблем с ЭМС.
68 (+)	Группа параметров 8-3* Настройки порта ПЧ	–	Интерфейс RS485. В качестве оконечного сопротивления шины предусмотрен переключатель на плате управления (BUS TER.).
69 (-)	Группа параметров 8-3* Настройки порта ПЧ	–	

Таблица 10.7 Описание клемм последовательной связи

Клемма	Параметр	Установка по умолчанию	Описание
12, 13	–	+24 В пост. тока	Питание 24 В пост. тока для цифровых входов и внешних датчиков. Максимальный выходной ток составляет 200 мА для всех нагрузок 24 В.

Клемма	Параметр	Установка по умолчанию	Описание
18	Параметр 5-10 Клемма 18, цифровой вход	[8] Пуск	Цифровые входы.
19	Параметр 5-11 Клемма 19, цифровой вход	[10] Реверс	
32	Параметр 5-14 Клемма 32, цифровой вход	[0] Не использует	
33	Параметр 5-15 Клемма 33, цифровой вход	[0] Не использует	
27	Параметр 5-12 Клемма 27, цифровой вход	[2] Выбег, инверсный	Для цифрового входа или выхода. По умолчанию настроены в качестве входов.
29	Параметр 5-13 Клемма 29, цифровой вход	[14] Фикс. част.	
20	–	–	Общая клемма для цифровых входов и потенциал 0 В для питания 24 В.
37	–	STO	Если не используется поставляемая по заказу функция STO, между клеммами 12 (или 13) и 37 должна быть установлена перемычка. Такая конфигурация позволяет преобразователю частоты работать с заводскими настройками по умолчанию.

Таблица 10.8 Описания клемм цифровых входов/выходов

Клемма	Параметр	Установка по умолчанию	Описание
39	–	–	Клемма общего провода для аналогового выхода.
42	Параметр 6-50 Клемма 42, выход	[0] Не использует	Программируемый аналоговый выход. Аналоговый сигнал 0–20 мА или 4–20 мА при макс. 500 Ом.

Клемма	Параметр	Установка по умолчанию	Описание
50	–	+10 В пост. тока	Питание 10 В пост. тока на аналоговых входах для подключения потенциометра или термистора. Максимум 15 мА.
53	Группа параметров 6-1* Аналоговый вход 1	Задание	Аналоговый вход. Для напряжения или тока. Переключатели A53 и A54 используются для выбора мА или В.
54	Группа параметров 6-2* Аналоговый вход 2	Обратная связь	
55	–	–	Общий для аналогового входа.

Таблица 10.9 Описание клемм аналоговых входов/выходов

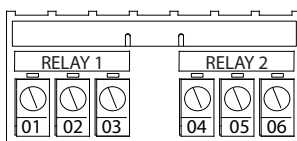
**Клеммы реле**


Рисунок 10.13 Клеммы реле 1 и реле 2

- Реле 1 и реле 2. Расположение зависит от конфигурации преобразователя частоты. См. *руководство по проектированию*.
- Клеммы на встроенном дополнительном оборудовании. См. инструкции к соответствующему дополнительному оборудованию.

Клемма	Параметр	Установка по умолчанию	Описание
01, 02, 03	Параметр 5-40 Реле функций [0]	[0] Не используется	Выход реле типа Form C. Для подключения напряжения переменного и постоянного тока, а также резистивных и индуктивных нагрузок.
04, 05, 06	Параметр 5-40 Реле функций [1]	[0] Не используется	

Таблица 10.10 Описание клемм реле

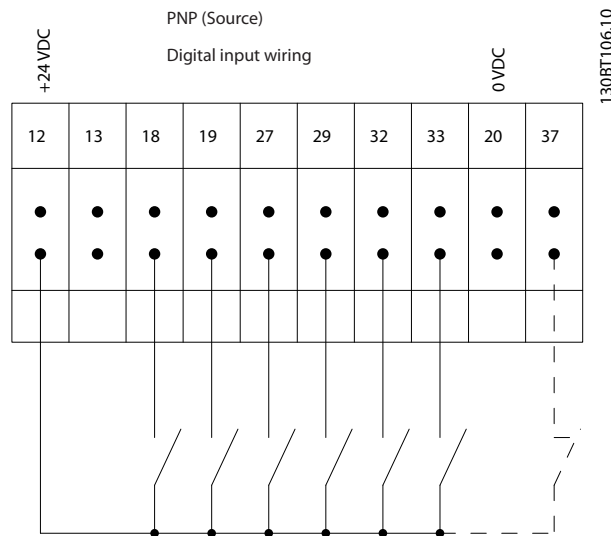
**10.4.3 Полярность кабелей управления**


Рисунок 10.14 Входная полярность клемм управления (PNP-источник)

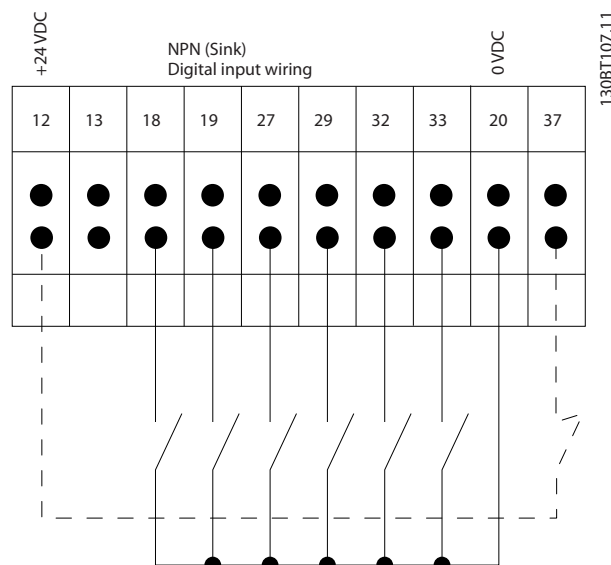


Рисунок 10.15 Входная полярность клемм управления (NPN-сток)

**УВЕДОМЛЕНИЕ**

Для обеспечения соответствия требованиям ЭМС используйте экранированные кабели двигателей. Для получения дополнительных сведений см. *глава 10.16 Монтаж с учетом требований ЭМС*.

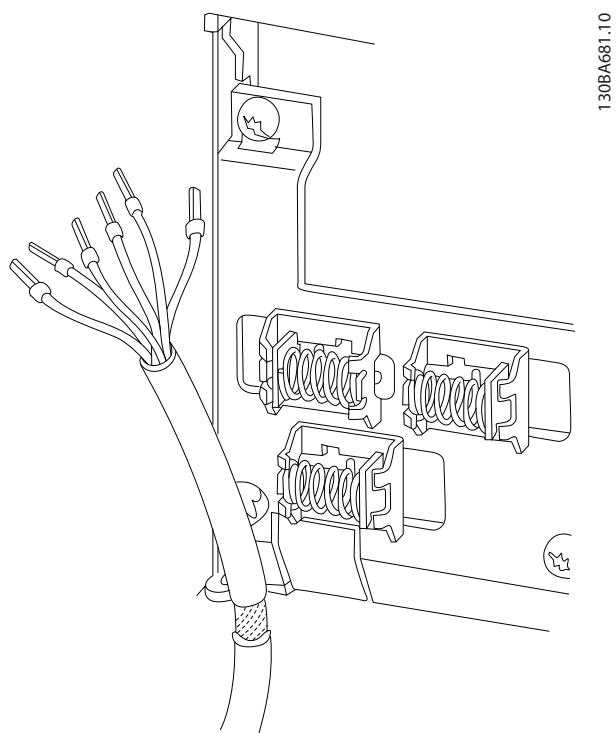


Рисунок 10.16 Заделка экрана и разгрузка натяжения  
кабеля управления

10.4.4 Клеммы управления 12-импульсных устройств

13088759.11

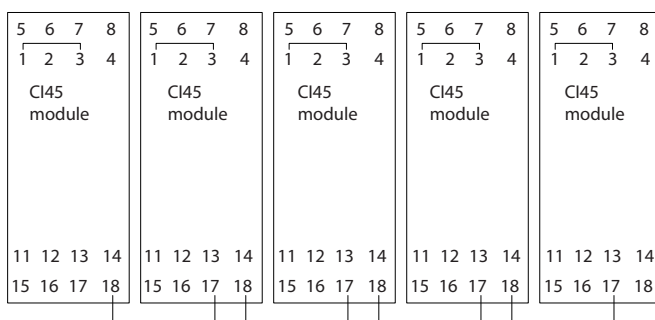
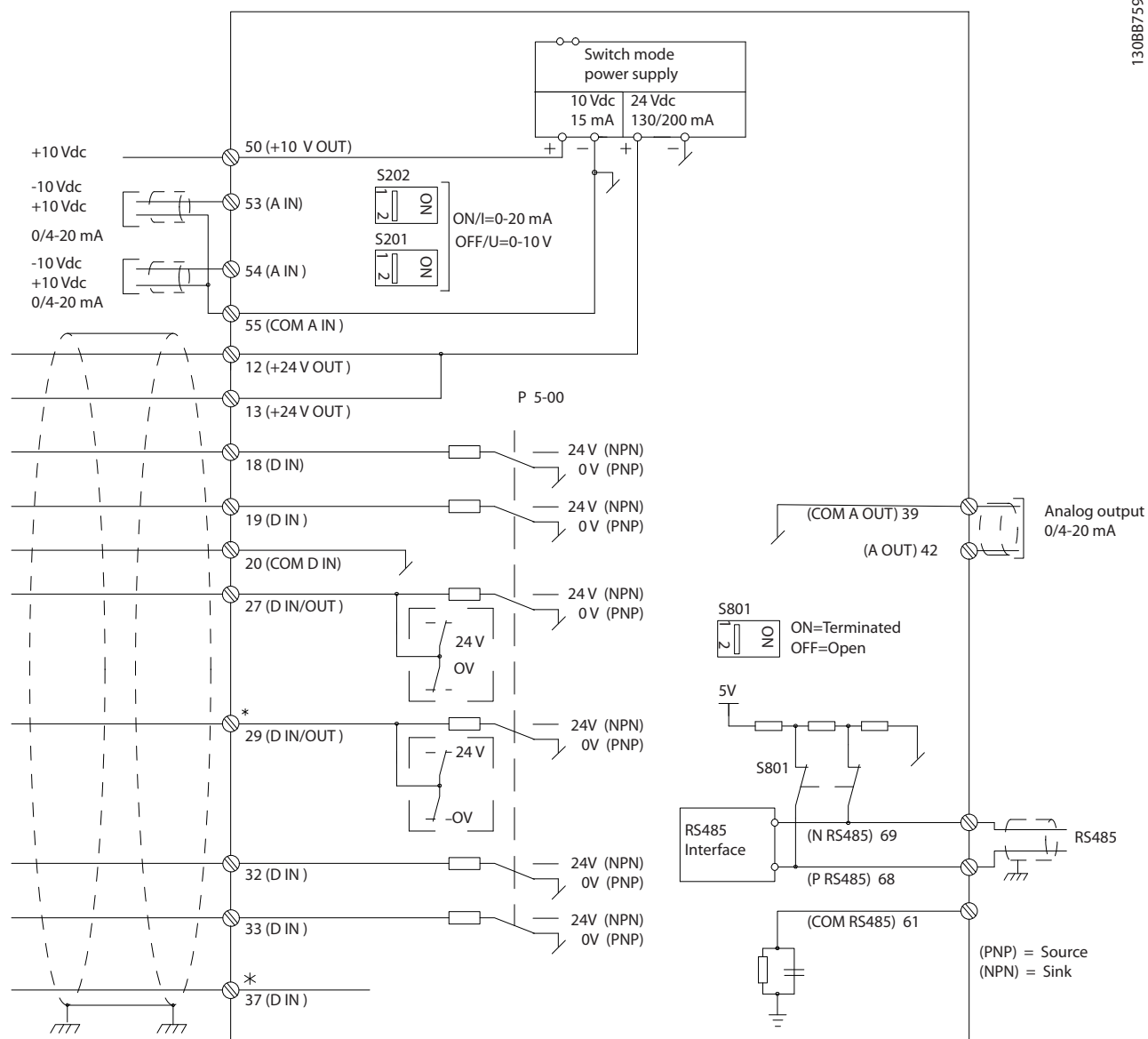
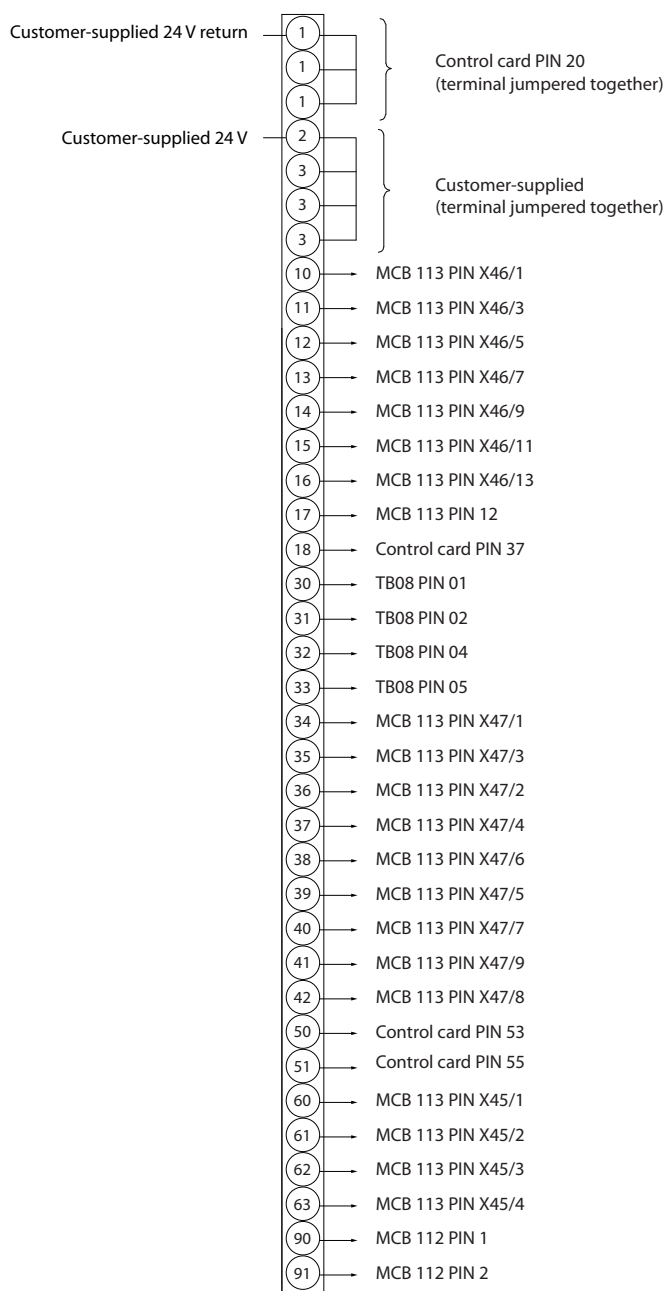


Рисунок 10.17 Клеммы управления 12-импульсных устройств



### 10.4.5 Клеммы управления NAMUR



1308G054.10

Рисунок 10.18 Клеммы управления NAMUR

### 10.5 Предохранители и автоматические выключатели

Предохранители используются для того, чтобы ограничить возможные повреждения преобразователя частоты лишь его внутренними повреждениями. Чтобы обеспечить соответствие стандарту EN50178, используйте для замены рекомендованные предохранители. Использование предохранителей на стороне питания является обязательным в установках, сертифицируемых по IEC 60364 (EC) и NEC 2009 (UL).

#### Защита параллельных цепей

Чтобы защитить установку от перегрузки по току и пожара, все параллельные цепи в установке, например, цепи коммутационных устройств и машин, должны иметь защиту от короткого замыкания и перегрузки по току в соответствии с государственными/международными правилами.

Предохранители и автоматические выключатели обязательно должны соответствовать требованиям IEC 60364.

Корпус	Модель FC 300	Рекомендуемый ток предохранителя	Рекомендуемые максимальные токи предохранителей
E	P315	aR-900	aR-900
	P355	aR-900	aR-900
	P400	aR-900	aR-900
F	P450	aR-1600	aR-1600
	P500	aR-2000	aR-2000
	P560	aR-2500	aR-2500
	P630	aR-2500	aR-2500
	P710	aR-2500	aR-2500
	P800	aR-2500	aR-2500

Таблица 10.11 Рекомендуемые предохранители для соответствия CE, 380–500 В

Корпус	Модель FC 300	Рекомендуемый ток предохранителя	Рекомендуемые максимальные токи предохранителей
E	P355	aR-700	aR-700
	P400	aR-900	aR-900
	P500		
	P560		
F	P630	aR-1600	aR-1600
	P710	aR-2000	aR-2000
	P800	aR-2500	aR-2500
	P900		
	P1M0		

Таблица 10.12 Рекомендуемые предохранители для соответствия CE, 525–690 В

10

### 10.5.1 Возможные силовые/полупроводниковые предохранители

Модель	Рекомендуемый внешний предохранитель преобразователя частоты, Bussmann PN	Номинальные характеристики	Вариант для использования внутри преобразователя частоты, Bussmann PN	Альтернативные внешние предохранители, Siba PN	Альтернативные внешние предохранители, Ferraz Shawmut PN
P315	170M6013	900 A, 700 В	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
P355	170M6013	900 A, 700 В	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
P400	170M6013	900 A, 700 В	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900

Таблица 10.13 380–480/500 В, корпус F, возможные сетевые предохранители для соответствия UL

Модель	Рекомендуемый внешний предохранитель преобразователя частоты, Bussmann PN	Номинальные характеристики	Вариант для использования внутри преобразователя частоты, Bussmann PN	Альтернативные предохранители, Siba PN
P450	170M7081	1600 A, 700 В	170M7082	20 695 32.1600
P500	170M7081	1600 A, 700 В	170M7082	20 695 32.1600
P560	170M7082	2000 A, 700 В	170M7082	20 695 32.2000
P630	170M7082	2000 A, 700 В	170M7082	20 695 32.2000
P710	170M7083	2500 A, 700 В	170M7083	20 695 32.2500
P800	170M7083	2500 A, 700 В	170M7083	20 695 32.2500

Таблица 10.14 380–480/500 В, корпус F, возможные сетевые предохранители для соответствия UL

Модель	Вариант для установки внутри привода, Bussmann PN	Номинальные характеристики	Альтернативные предохранители, Siba PN
P450	170M8611	1100 A, 1000 B	20 781 32.1000
P500	170M8611	1100 A, 1000 B	20 781 32.1000
P560	170M6467	1400 A, 700 B	20 681 32.1400
P630	170M6467	1400 A, 700 B	20 681 32.1400
P710	170M8611	1100 A, 1000 B	20 781 32.1000
P800	170M6467	1400 A, 700 B	20 681 32.1400

Таблица 10.15 380-480/500 В, типоразмер F, предохранители цепи постоянного тока модуля инвертора

**УВЕДОМЛЕНИЕ**

Чтобы соответствовать стандарту UL, в блоках, поставляемых без опции «только с контактором», должны использоваться предохранители Bussmann серии 170M. Если преобразователь частоты поставляется с опцией «только с контактором», см. номинальные значения SCCR и критерии предохранителей согласно стандарту UL в Таблица 10.33.

Модель	Рекомендуемый внешний предохранитель преобразователя частоты, Bussmann PN	Номинальные характеристики	Вариант для использования внутри преобразователя частоты, Bussmann PN	Альтернативные внешние предохранители, Siba PN	Альтернативные внешние предохранители, Ferraz Shawmut PN
P355	170M4017	700 A, 700 B	170M4017	20 610 32.700	6.9URD31D08A0700
P400	170M4017	700 A, 700 B	170M4017	20 610 32.700	6.9URD31D08A0700
P500	170M6013	900 A, 700 B	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
P560	170M6013	900 A, 700 B	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900

Таблица 10.16 525–690 В, корпус F, возможные сетевые предохранители для соответствия UL

Модель	Рекомендуемый внешний предохранитель преобразователя частоты, Bussmann PN	Номинальные характеристики	Вариант для использования внутри преобразователя частоты, Bussmann PN	Альтернативные предохранители, Siba PN
P630	170M7081	1600 A, 700 B	170M7082	20 695 32.1600
P710	170M7081	1600 A, 700 B	170M7082	20 695 32.1600
P800	170M7081	1600 A, 700 B	170M7082	20 695 32.1600
P900	170M7081	1600 A, 700 B	170M7082	20 695 32.1600
P1000	170M7082	2000 A, 700 B	170M7082	20 695 32.2000
P1200	170M7083	2500 A, 700 B	170M7083	20 695 32.2500

Таблица 10.17 525–690 В, корпус F, возможные сетевые предохранители для соответствия UL

Модель	Вариант для установки внутри привода, Bussmann PN	Номинальные характеристики	Альтернативные предохранители, Siba PN
P630	170M8611	1100 A, 1000 B	20 781 32.1000
P710	170M8611	1100 A, 1000 B	20 781 32.1000
P800	170M8611	1100 A, 1000 B	20 781 32.1000
P900	170M8611	1100 A, 1000 B	20 781 32.1000
P1000	170M8611	1100 A, 1000 B	20 781 32.1000
P1200	170M8611	1100 A, 1000 B	20 781 32.1000

Таблица 10.18 525–690 В, типоразмер F, предохранители цепи постоянного тока модуля инвертора

Для наружного использования указанные предохранители 170M Bussmann могут быть заменены либо визуальным индикатором -/80, либо предохранителями с индикатором -TN/80 тип T, -/110 или TN/110 тип T того же типоразмера и

рассчитанными на тот же ток. Для выполнения требований UL используйте любые вышеперечисленные предохранители с сертификатом UL listed, рассчитанные на напряжение не менее 500 В.

## 10.5.2 Дополнительные предохранители

### Дополнительные предохранители

Корпус	Bussmann PN	Номинальные характеристики
Е и F	КТК-4	4 А, 600 В

Таблица 10.19 Плавкие предохранители импульсного блока питания.

Размер/тип	Bussmann PN	Littelfuse	Номинальные характеристики
P355–P400, 525–690 В	КТК-4	–	4 А, 600 В
P315–P800, 380–500 В	–	KLK-15	15 А, 600 В
P500–P1M2, 525–690 В	–	KLK-15	15 А, 600 В

Таблица 10.20 Предохранители вентилятора

Предохранитель	Размер/тип	Bussmann PN	Номинальные характеристики	Альтернативные предохранители
2,5–4,0 А	P450–P800, 380–500 В	LPJ-6 SP или SPI	6 А, 600 В	Любые перечисленные класса J с двойным элементом и задержкой срабатывания, 6 А
	P630–P1M2, 525–690 В	LPJ-10 SP или SPI	10 А, 600 В	Любые перечисленные класса J с двойным элементом и задержкой срабатывания, 10 А
4,0–6,3 А	P450–P800, 380–500 В	LPJ-10 SP или SPI	10 А, 600 В	Любые перечисленные класса J с двойным элементом и задержкой срабатывания, 10 А
	P630–P1M2, 525–690 В	LPJ-15 SP или SPI	15 А, 600 В	Любые перечисленные класса J с двойным элементом и задержкой срабатывания, 15 А
6,3–10 А	P450–P800, 380–500 В	LPJ-15 SP или SPI	15 А, 600 В	Любые перечисленные класса J с двойным элементом и задержкой срабатывания, 15 А
	P630–P1M2, 525–690 В	LPJ-20 SP или SPI	20 А, 600 В	Любые перечисленные класса J с двойным элементом и задержкой срабатывания, 20 А
10–16 А	P450–P800, 380–500 В	LPJ-25 SP или SPI	25 А, 600 В	Любые перечисленные класса J с двойным элементом и задержкой срабатывания, 25 А
	P630–P1M2, 525–690 В	LPJ-20 SP или SPI	20 А, 600 В	Любые перечисленные класса J с двойным элементом и задержкой срабатывания, 20 А

Таблица 10.21 Плавкие предохранители ручного контроллера двигателя

Корпус	Bussmann PN	Номинальные характеристики	Альтернативные предохранители
F	LPJ-30 SP или SPI	30 А, 600 В	Любые перечисленные класса J с двойным элементом и задержкой срабатывания, 30 А

Таблица 10.22 Предохранитель клеммы с защитой 30 А

Корпус	Bussmann PN	Номинальные характеристики	Альтернативные предохранители
F	LPJ-6 SP или SPI	6 А, 600 В	Любые перечисленные класса J с двойным элементом и задержкой срабатывания, 6 А

Таблица 10.23 Плавкие предохранители управляющего трансформатора

Корпус	Bussmann PN	Номинальные характеристики
F	GMC-800 МА	800 МА, 250 В

Таблица 10.24 Предохранитель NAMUR

Корпус	Bussmann PN	Номинальные характеристики	Альтернативные предохранители
F	LP-CC-6	6 А, 600 В	Все указанные элементы класса CC, 6 А

Таблица 10.25 Предохранитель катушки реле безопасности с реле Pilz

### 10.5.3 Сетевые плавкие предохранители, F8–F13

Следующие предохранители могут использоваться в схеме, способной выдавать эффективный ток 100 000 А (симметричный) при напряжении 240, 480, 500 или 600 В в зависимости от номинального напряжения преобразователя частоты. При использовании правильных предохранителей номинальный ток короткого замыкания (SCCR) в преобразователе частоты составляет 100 000 А (эф.).

Модель	Размер корпуса	Номинальные характеристики		Bussmann P/N	Запасной Bussmann P/N	Расчетные потери мощности предохранителя [Вт]	
		[B] (UL)	[A]			400 В	460 В
P250	F8–F9	700	700	170M4017	176F8591	25	19
P315	F8–F9	700	700	170M4017	176F8591	30	22
P355	F8–F9	700	700	170M4017	176F8591	38	29
P400	F8–F9	700	700	170M4017	176F8591	3500	2800
P450	F10–F11	700	900	170M6013	176F8592	3940	4925
P500	F10–F11	700	900	170M6013	176F8592	2625	2100
P560	F10–F11	700	900	170M6013	176F8592	3940	4925
P630	F10–F11	700	1500	170M6018	176F8592	45	34
P710	F12–F13	700	1500	170M6018	176F9181	60	45
P800	F12–F13	700	1500	170M6018	176F9181	83	63

Таблица 10.26 Сетевые предохранители, 380–500 В

Модель	Размер корпуса	Номинальные характеристики		Bussmann P/N	Запасной Bussmann P/N	Расчетные потери мощности предохранителя [Вт]	
		[B] (UL)	[A]			600 В	690 В
P355	F8–F9	700	630	170M4016	176F8335	13	10
P400	F8–F9	700	630	170M4016	176F8335	17	13
P500	F8–F9	700	630	170M4016	176F8335	22	16
P560	F8–F9	700	630	170M4016	176F8335	24	18
P630	F10–F11	700	900	170M6013	176F8592	26	20
P710	F10–F11	700	900	170M6013	176F8592	35	27
P800	F10–F11	700	900	170M6013	176F8592	44	33
P900	F12–F13	700	1500	170M6018	176F9181	26	20
P1M0	F12–F13	700	1500	170M6018	176F9181	37	28
P1M2	F12–F13	700	1500	170M6018	176F9181	47	36

Таблица 10.27 Сетевые предохранители, 525–690 В

Модель	Bussmann PN <sup>1)</sup>	Номинальные характеристики	Siba
P450	170M8611	1100 А, 1000 В	20 781 32.1000
P500	170M8611	1100 А, 1000 В	20 781 32.1000
P560	170M6467	1400 А, 700 В	20 681 32.1400
P630	170M6467	1400 А, 700 В	20 681 32.1400
P710	170M8611	1100 А, 1000 В	20 781 32.1000
P800	170M6467	1400 А, 700 В	20 681 32.1400

Таблица 10.28 Предохранители цепи постоянного тока модуля инвертора, 380–500 В

Модель	Bussmann PN <sup>1)</sup>	Номинальные характеристики	Siba
P630	170M8611	1100 А, 1000 В	20 781 32.1000
P710	170M8611	1100 А, 1000 В	20 781 32.1000
P800	170M8611	1100 А, 1000 В	20 781 32.1000
P900	170M8611	1100 А, 1000 В	20 781 32.1000
P1M0	170M8611	1100 А, 1000 В	20 781 32.1000
P1M2	170M8611	1100 А, 1000 В	20 781 32.1000

Таблица 10.29 Предохранители цепи постоянного тока модуля инвертора, 525–690 В

1) Для наружного использования указанные предохранители 170M Bussmann могут быть заменены либо визуальным индикатором -/80, либо предохранителями с индикатором -TN/80 тип Т, -/110 или TN/110 тип Т того же типоразмера и

рассчитанными на тот же ток. Для выполнения требований UL используйте любые вышеперечисленные предохранители с сертификатом UL listed, рассчитанные на напряжение не менее 500 В.

Корпус	Модели	Тип	Установки выключателя по умолчанию	
			Уровень отключения [А]	Время (с)
F3	380–500 В, модель: P450 525–690 В, модель: P630–P710	Merlin Gerin NPJF36120U31AABSCYP	1200	0,5
F3	380–500 В, модель: P500–P630 525–690 В, модель: P800	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0,5
F4	380–500 В, модель: P710 525–690 В, модель: P900–P1M2	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0,5
F4	380–500 В, модель: P800	Merlin Gerin NRJF36250U31AABSCYP	2500	0,5

Таблица 10.30 Автоматические выключатели, F3–F4

## 10.6 Расцепители и контакторы

### 10.6.1 Сетевые расцепители, E1–E2 и F3–F4

Размер корпуса	Модель	Тип
<b>380–500 В</b>		
E1–E2	P315–P400	ABB OETL-NF800A
F3	P450	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P500–P630	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P710–P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
<b>525–690 В</b>		
E1–E2	P355–P560	ABB OETL-NF600A
F3	P630–P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P900–P1M2	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP

Таблица 10.31 Сетевые расцепители, корпуса E1–E2 и F3–F4

### 10.6.2 Сетевые расцепители, F9/F11/F13

Размер корпуса	Модель	Тип
<b>380–500 В</b>		
F9	P250	ABB OETL-NF600A
F9	P315	ABB OETL-NF600A
F9	P355	ABB OETL-NF600A
F9	P400	ABB OETL-NF600A
F11	P450	ABB OETL-NF800A
F11	P500	ABB OETL-NF800A
F11	P560	ABB OETL-NF800A
F11	P630	ABB OT800U21
F13	P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P800	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
<b>525–690 В</b>		
F9	P355	ABB OT400U12-121
F9	P400	ABB OT400U12-121
F9	P500	ABB OT400U12-121
F9	P560	ABB OT400U12-121
F11	P630	ABB OETL-NF600A
F11	P710	ABB OETL-NF600A
F11	P800	ABB OT800U21
F13	P900	ABB OT800U21
F13	P1M0	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P1M2	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP

Таблица 10.32 Сетевые расцепители, корпуса F9/F11/F13

## 10.6.3 Сетевые расцепители, корпуса F3–F4

Размер корпуса	Модель и напряжение	Контактор
F3	P450–P500, 380–500 В P630–P800, 525–690 В	Eaton XTCE650N22A
F3	P560, 380–500 В	Eaton XTCE820N22A
F3	P630, 380–500 В	Eaton XTCEC14P22B
F4	P900, 525–690 В	Eaton XTCE820N22A
F4	P710–P800, 380–500 В P1M2, 525–690 В	Eaton XTCEC14P22B

Таблица 10.33 Сетевые контакторы, корпуса F3–F4

**УВЕДОМЛЕНИЕ**

Для сетевых контакторов необходимо предоставляемое заказчиком питание 230 В.



## 10.7 Двигатель

С системой преобразователя частоты могут использоваться любые трехфазные стандартные асинхронные двигатели.

Клемма	Функция
96	U/T1
97	V/T2
98	W/T3
99	Земля

Таблица 10.34 Кабельные клеммы, обеспечивающие вращение по часовой стрелке (заводская настройка)

Направление вращения может быть изменено путем переключения двух фаз в кабеле двигателя или посредством изменения настройки в параметр 4-10 *Направление вращения двигателя*.

Проверку вращения можно выполнить с помощью параметра параметр 1-28 *Motor Rotation Check* и выполнения шагов, изображенных на Рисунок 10.19.

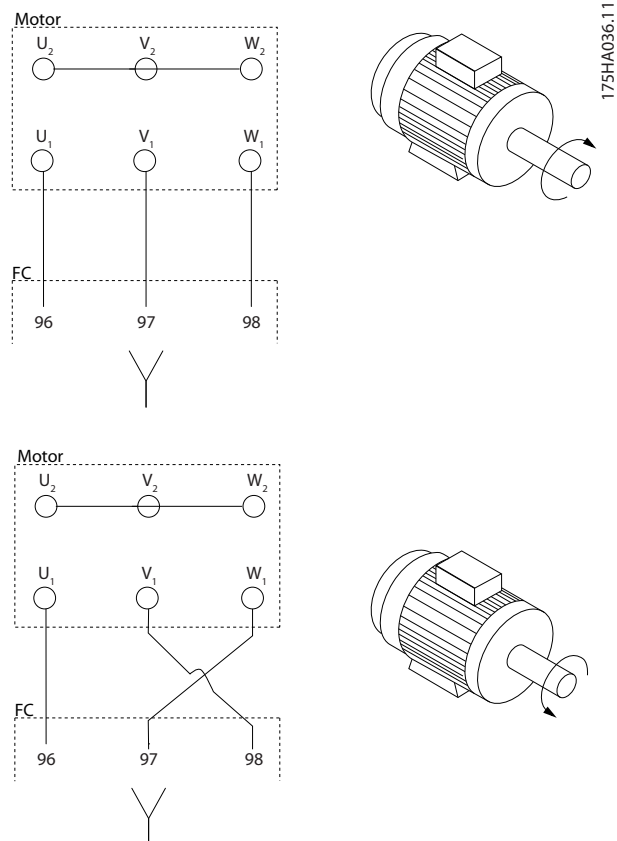


Рисунок 10.19 Изменение направления вращения двигателя

### Требования к корпусам F1/F3

К каждому модулю инвертора должно быть подключено одинаковое количество фазных кабелей двигателя; число таких кабелей должно быть кратным 2 (то есть должно быть 2, 4, 6 или 8 кабелей). Использование одного кабеля не допускается. Длина кабелей между клеммами модуля инвертора и первой общей точки фазы должна быть одинаковой или различаться в пределах не более 10 %. Рекомендуемая общая точка — клеммы двигателя. Например, если модуль инвертора А имеет кабель длиной 100 м (328 футов), все последующие модули инвертора должны иметь кабели длиной 90–110 м (295–360 футов).

### Требования к корпусам F2/F4

К каждому модулю инвертора должно быть подключено одинаковое количество фазных кабелей двигателя; число таких кабелей должно быть кратным 3 (то есть должно быть 3, 6, 9 или 12 кабелей). Использование одного или двух кабелей не допускается. Длина кабелей между клеммами модуля инвертора и первой общей точки фазы должна быть одинаковой или различаться в пределах не более 10 %. Рекомендуемая общая точка — клеммы двигателя. Например, если модуль инвертора А имеет кабель длиной 100 м (328 футов), все последующие модули инвертора должны иметь кабели длиной 90–110 м (295–360 футов).

### 10.7.1 Тепловая защита двигателя

Электронное тепловое реле преобразователя частоты имеет аттестацию UL для защиты от перегрузки одного двигателя, когда для параметр 1-90 *Тепловая защита двигателя* установлено значение *ЭТР: отключение*, а для параметр 1-24 *Ток двигателя* — значение номинального тока двигателя (см. паспортную табличку двигателя).

Для тепловой защиты двигателя можно также использовать дополнительную плату VLT® PTC Thermistor Card MCB 112. Эта плата отвечает требованиям ATEX по защите двигателей во взрывоопасных зонах 1/21 и 2/22. Когда для параметр 1-90 *Тепловая защита двигателя* установлено значение [20] *ATEX ETR* и используется MCB 112, можно работать с двигателем Ex-e во взрывоопасных зонах. Подробнее о настройке электродвигателей Ex-e с целью обеспечения безопасной работы см. *руководство по программированию*.

## 10.7.2 Параллельное подключение двигателей

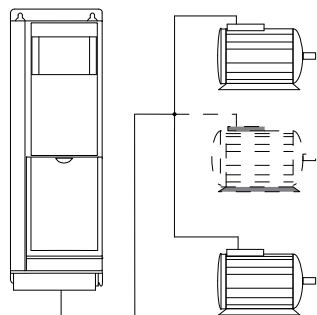
Преобразователь частоты может управлять несколькими параллельно подключенными двигателями. Различные схемы параллельного подключения двигателей см. в *Рисунок 10.20*.

При использовании параллельного подключения двигателей следует учитывать следующие моменты:

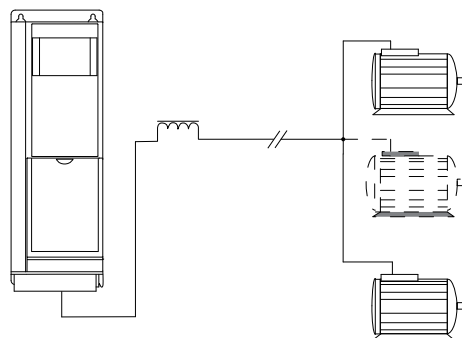
- Применения с параллельными двигателями должны работать в режиме U/F (В/Гц)
- В некоторых системах может использоваться режим VCC<sup>+</sup>.
- Общий ток, потребляемый двигателями, не должен превышать номинального выходного тока преобразователя частоты  $I_{INV}$ .
- Если мощности двигателей значительно различаются, то могут возникать проблемы при

пуске и на малых скоростях вращения, поскольку относительно большое активное сопротивление статора маломощных двигателей требует более высокого напряжения при пуске и на малых оборотах.

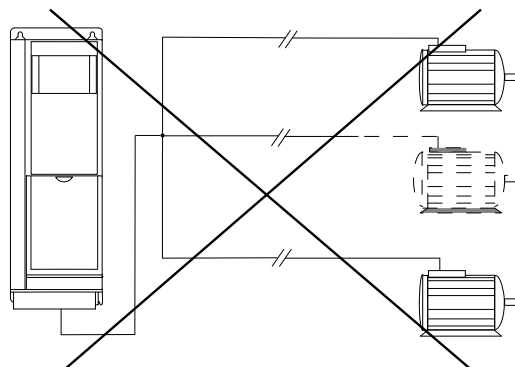
- Электронное тепловое реле (ЭТР) преобразователя частоты нельзя использовать для защиты двигателей от перегрузки. Следует предусмотреть дополнительную защиту двигателей с помощью термисторов в каждой обмотке двигателя или индивидуальных термореле.
- Когда двигатели соединены параллельно, параметр *параметр 1-02 Flux- источник ОС двигателя* использоваться не может, а параметр *параметр 1-01 Принцип управления двигателем* должен иметь значение [0] U/f.



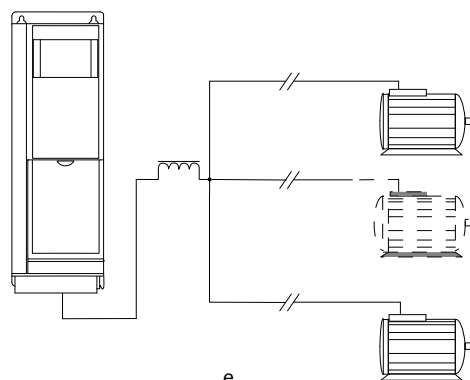
a



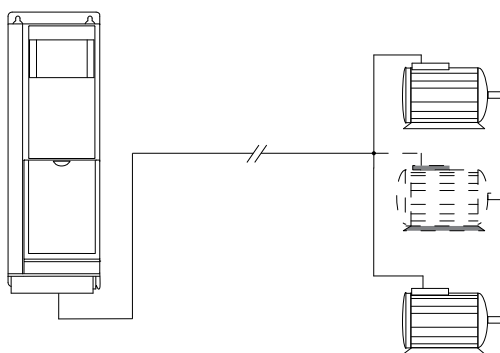
d



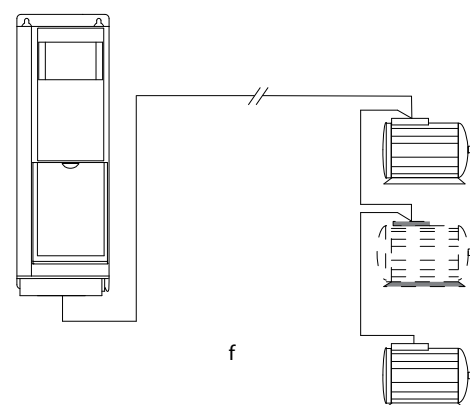
b



e



c



f

130BB838.12

A	Монтаж с кабелями, соединенными в общий жгут, как показано на А и В, рекомендуется только при небольшой длине кабелей.
B	Учитывайте максимальные длины кабелей двигателей, указанные в глава 7.6 Технические характеристики кабелей.
C	Требование к общей длине кабелей двигателя, упомянутое в глава 7.6 Технические характеристики кабелей, действительно лишь в случае, когда длина каждого из параллельных кабелей не превышает 10 м (32 фута).
D	Учитывайте перепад напряжений между кабелями двигателя.
E	Учитывайте перепад напряжений между кабелями двигателя.

F	Требование к общей длине кабелей двигателя, упомянутое в <i>глава 7.6 Технические характеристики кабелей</i> , действительно лишь в случае, когда длина каждого из параллельных кабелей не превышает 10 м (32 фута).
---	--

Рисунок 10.20 Различные схемы параллельного подключения двигателей

### 10.7.3 Изоляция двигателя

Для кабелей двигателя, длина которых меньше или равна максимальной длине кабелей двигателя, указанной в *глава 7.6 Технические характеристики кабелей*, используйте номинальные значения изоляции двигателя из *Таблица 10.35*. Если двигатель имеет низкий уровень изоляции, Danfoss рекомендует использовать фильтр du/dt или синусоидный фильтр.

Номинальное напряжение сети	Изоляция двигателя
$U_N \leq 420 \text{ В}$	Станд. $U_{LL} = 1300 \text{ В}$
$420 \text{ В} < U_N \leq 500 \text{ В}$	Усил. $U_{LL} = 1600 \text{ В}$
$500 \text{ В} < U_N \leq 600 \text{ В}$	Усил. $U_{LL} = 1800 \text{ В}$
$600 \text{ В} < U_N \leq 690 \text{ В}$	Усил. $U_{LL} = 2000 \text{ В}$

Таблица 10.35 Номиналы изоляции двигателя

### 10.7.4 Подшипниковые токи двигателя

Для устранения подшипниковых токов необходимо установить изолированные подшипники на неприводном конце всех двигателей, используемых с преобразователями частоты. Для минимизации токов подшипников и вала на приводном конце необходимо обеспечить надлежащее заземление преобразователя частоты, двигателя, ведомой машины и двигателя, подключенного к ведомой машине.

Стандартные компенсационные меры:

- Используйте изолированные подшипники.
- Правильно выполняйте процедуры монтажа.
  - Убедитесь, что двигатель и нагрузка соответствуют друг другу.
  - Строго соблюдайте рекомендации по установке в соответствии с ЭМС.
  - Обеспечьте усиление защитного заземления для уменьшения высокочастотного импеданса защитного заземления в сравнении с входными силовыми проводами.
  - Между преобразователем частоты и двигателем следует обеспечить хорошее высокочастотное соединение. Следует использовать экранированный кабель, который соединен с двигателем и

преобразователем частоты по всей окружности (360°) поперечного сечения экрана.

- Убедитесь в том, что импеданс от преобразователя частоты на землю здания ниже импеданса заземления машины. Эта процедура может быть трудновыполнимой при использовании насосов.
- Устройте прямое соединение заземления между двигателем и нагрузкой.
- Уменьшите частоту коммутации IGBT.
- Измените форму колебаний инвертора, с 60° AVM на SFAVM и наоборот.
- Используйте систему заземления вала или изолированную муфту.
- Используйте токопроводящую смазку.
- Если возможно, используйте минимальные уставки скорости.
- Постарайтесь обеспечить баланс напряжения сети с землей. Эта процедура может быть трудновыполнимой для систем IT, TT, TN-CS или систем с заземленной ветвью.
- Используйте фильтр dU/dt или синусоидный фильтр

## 10.8 Торможение

### 10.8.1 Выбор тормозного резистора

Тормозной резистор необходим для рассеивания повышенной мощности, выделяемой при торможении. Энергия поглощается не преобразователем частоты, а тормозным резистором. Подробнее см. *Руководство по проектированию VLT® Brake Resistor MCE 101*.

Если величина кинетической энергии, передаваемой в резистор в каждом интервале торможения, не известна, среднюю мощность можно рассчитать на основе времени цикла и времени торможения (прерывистый рабочий цикл). Прерывистый рабочий цикл резистора показывает интервал времени, в течение которого резистор включен. На *Рисунок 10.21* показан типичный цикл торможения.

Поставщики двигателей часто пользуются параметром S5, устанавливая допустимую нагрузку, которая характеризует прерывистый рабочий цикл. Прерывистый рабочий цикл для резистора рассчитывается следующим образом:

$$\text{Рабочий цикл} = t_b / T$$

T — время цикла в секундах

t<sub>b</sub> — время торможения в секундах (за время цикла)

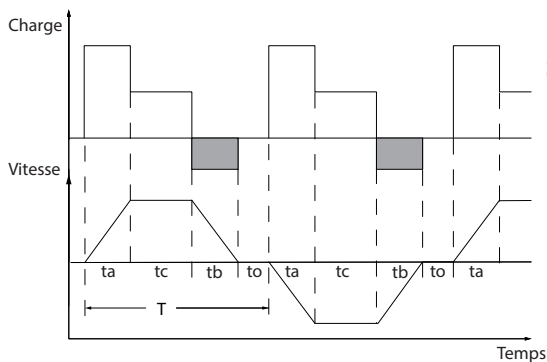


Рисунок 10.21 Типичный цикл торможения

380–500 В, модель	Длительность цикла (с)	Рабочий цикл торможения при полном (100 %) крутящем моменте	Рабочий цикл торможения при повышенном (150/160 %) крутящем моменте
P315–P800	600	40%	10%
525–690, модель	Длительность цикла (с)	Рабочий цикл торможения при полном (100 %) крутящем моменте	Рабочий цикл торможения при повышенном (150/160 %) крутящем моменте
P500–P560	600	40%	10%
P630–P1M2	600	40%	10%

Таблица 10.36 Торможение при крутящем моменте повышенной перегрузки

Компания Danfoss предлагает тормозные резисторы с рабочим циклом 5 %, 10 % и 40 %. Если используется 10%-й рабочий цикл, тормозные резисторы поглощают мощность торможения в течение 10 % времени цикла. Оставшиеся 90 % времени цикла используются для рассеяния избыточного тепла.

### УВЕДОМЛЕНИЕ

Убедитесь, что резистор подходит для обработки требуемого времени торможения.

Максимально допустимая нагрузка на тормозном резисторе определяется как пиковая мощность при заданном прерывистом рабочем цикле. Сопротивление тормозного резистора вычисляется по формуле:

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

где

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

Можно видеть, что сопротивление торможения зависит от напряжения в цепи постоянного тока (U<sub>пост. тока</sub>).

Размер	Тормоз активен	Предупреждение перед отключением	Отключение (аварийно е)
380–500 В <sup>1)</sup>	810 В	828 В	855 В
525–690 В	1084 В	1109 В	1130 В

Таблица 10.37 Пределы торможения FC 302

1) \* Зависит от типоразмера по мощности

### УВЕДОМЛЕНИЕ

Убедитесь, что тормозной резистор способен выдержать напряжение 410 В, 820 В, 850 В, 975 В или 1130 В. Тормозные резисторы Danfoss доступны в номиналах, подходящих для использования во всех преобразователях частоты Danfoss.

Компания Danfoss рекомендует использовать сопротивление торможения  $R_{\text{рек}}$ . Этот расчет гарантирует способность преобразователя частоты к торможению с максимально высоким тормозным моментом ( $M_{\text{торм.}}(\%)$ ), равным 150 %. Формула имеет следующий вид:

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

Типичное значение  $\eta_{\text{двиг.}}$  равно 0,90

Типичное значение  $\eta_{\text{VLT}}$  равно 0,98

Для преобразователей частоты 200 В, 480 А, 500 А и 600 В  $R_{\text{рек}}$  при тормозном моменте 160 % записывается как:

$$200\text{В} : R_{\text{рек.}} = \frac{107780}{P_{\text{двиг.}}} [\text{Ом}]$$

$$500\text{В} : R_{\text{рек.}} = \frac{464923}{P_{\text{двиг.}}} [\text{Ом}]$$

$$600\text{В} : R_{\text{рек.}} = \frac{630137}{P_{\text{двиг.}}} [\text{Ом}]$$

$$690\text{В} : R_{\text{рек.}} = \frac{832664}{P_{\text{двиг.}}} [\text{Ом}]$$

### УВЕДОМЛЕНИЕ

Сопротивление цепи выбранного тормозного резистора не должно превышать значения, рекомендуемого Danfoss.

**УВЕДОМЛЕНИЕ**

Если в тормозном транзисторе происходит короткое замыкание, рассеяние мощности в тормозном резисторе может быть предотвращено только отключением преобразователя частоты или контакта в цепи торможения от питающей сети с помощью сетевого выключателя или контактора.

Беспрепятственное рассеяние мощности в тормозном резисторе может вызвать перегрев, повреждение или пожар.

**⚠️ ВНИМАНИЕ!****ОПАСНОСТЬ ПОЖАРА**

Во время торможения и после него тормозные резисторы нагреваются. Если не обеспечить пожаробезопасность среды, в которой установлен тормозной резистор, оборудование может быть повреждено, а персонал может получить серьезные травмы.

- Чтобы исключить опасность пожара, убедитесь, что тормозной резистор размещен в безопасной среде.
- Во избежание серьезных ожогов нельзя прикасаться к тормозному резистору во время торможения или после него.

10

**10.8.2 Управление с помощью функции торможения**

Для защиты тормозного резистора от перегрузки или перегрева в случае неисправности в преобразователе частоты может использоваться реле/цифровой выход. При перегрузке или перегреве тормозного IGBT реле/цифровой сигнал от тормоза на преобразователь частоты отключает тормозной IGBT. Это реле/цифровой сигнал не защищает от короткого замыкания в тормозном IGBT или замыкания на землю в тормозном модуле или проводке. Если в тормозном IGBT происходит короткое замыкание, Danfoss рекомендует отключить тормоз.

Кроме того, тормоз обеспечивает возможность считывания значений мгновенной и средней мощности за последние 120 с. Тормоз может также контролировать возбуждение мощности торможения и обеспечивать, чтобы она не превышала предела, установленного в параметре *параметр 2-12 Brake Power Limit (kW)*. В параметре *Параметр 2-13 Brake Power Monitoring* выбирается функция, которая будет выполняться, когда мощность, передаваемая на тормозной резистор, превысит предел, установленный в параметре *параметр 2-12 Brake Power Limit (kW)*.

**УВЕДОМЛЕНИЕ**

Контроль мощности тормоза не является защитной функцией; для этой цели требуется тепловое реле, подключенное к внешнему контактору. Цепь тормозного резистора не защищена от утечки на землю.

Вместо функции торможения можно с помощью параметра *параметр 2-17 Over-voltage Control* включить функцию *контроля перенапряжения (OVC)*. Эта функция активна для всех устройств. Если напряжение цепи постоянного тока увеличивается, эта функция позволяет избежать отключения путем увеличения выходной частоты для ограничения напряжения, поступающего из цепи постоянного тока.

**УВЕДОМЛЕНИЕ**

Контроль перенапряжения нельзя включить при работе с двигателем с постоянными магнитами (т. е. когда для параметра *параметр 1-10 Motor Construction* установлено значение [1] *Неявно. с пост. магн.*)

**10.9 Датчики остаточного тока (RCD) и контроль сопротивления изоляции (IRM)**

Для дополнительной защиты используйте, при условии соблюдения местных норм и правил техники безопасности, реле RCD или многократное защитное заземление или заземление.

В случае замыкания на землю постоянный ток может превратиться в ток короткого замыкания. При использовании реле RCD должны соблюдаться местные нормы и правила. Реле должны быть рассчитаны на защиту трехфазного оборудования с мостовым выпрямителем и на кратковременный разряд при включении питания. Подробнее см. в *глава 10.10 Ток утечки*.

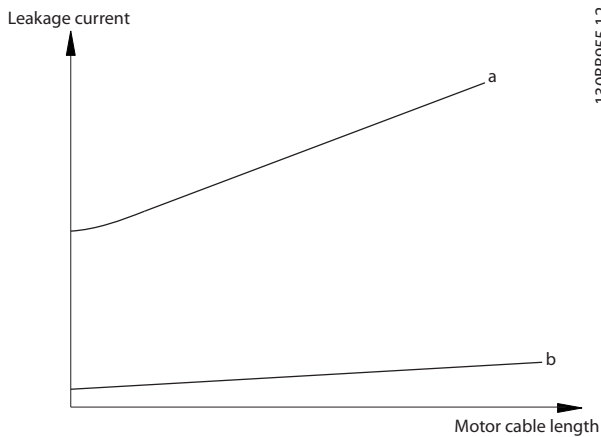
**10.10 Ток утечки**

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

Технология преобразователей частоты предполагает использование высокочастотной коммутации при высокой мощности. Высокочастотная коммутация создает ток утечки на проводнике заземления.

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

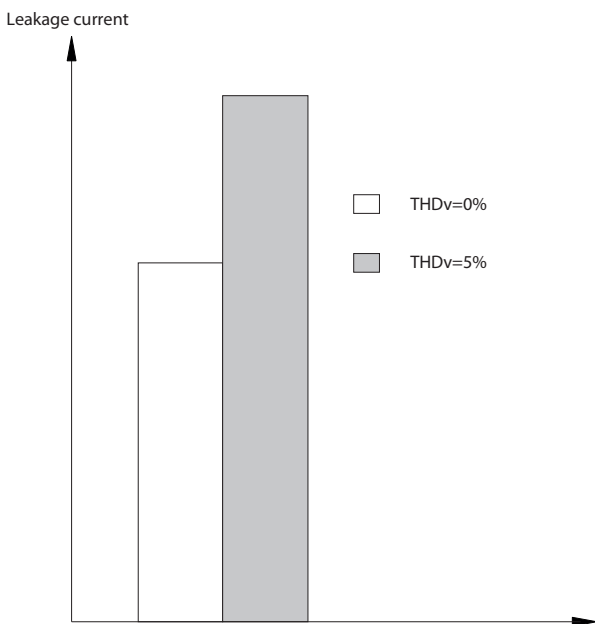
- Фильтры ВЧ
- Длина кабеля двигателя
- Экранирование кабеля двигателя
- Мощность преобразователя частоты



130BB955.12

Рисунок 10.22 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.



130BB956.12

Рисунок 10.23 Влияние искажения в цепи на ток утечки

Если ток утечки превышает 3,5 мА, требуется соблюдать стандарт EN/IEC61800-5-1 с 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> (8 AWG).
- Используйте два отдельных провода заземления соответствующих нормативам размеров.

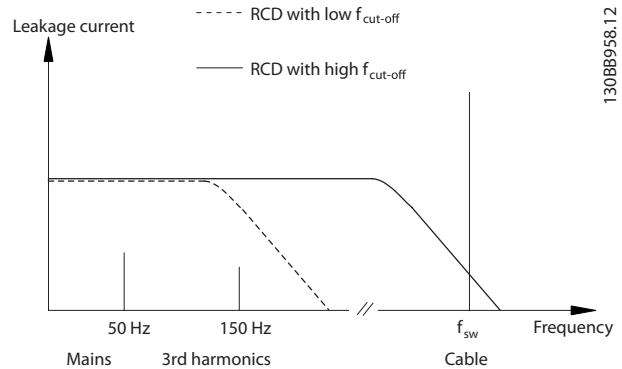
Дополнительную информацию см. в стандартах EN/IEC61800-5-1 и EN 50178.

### Использование датчиков остаточного тока

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



130BB958.12

Рисунок 10.24 Основные источники тока утечки

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

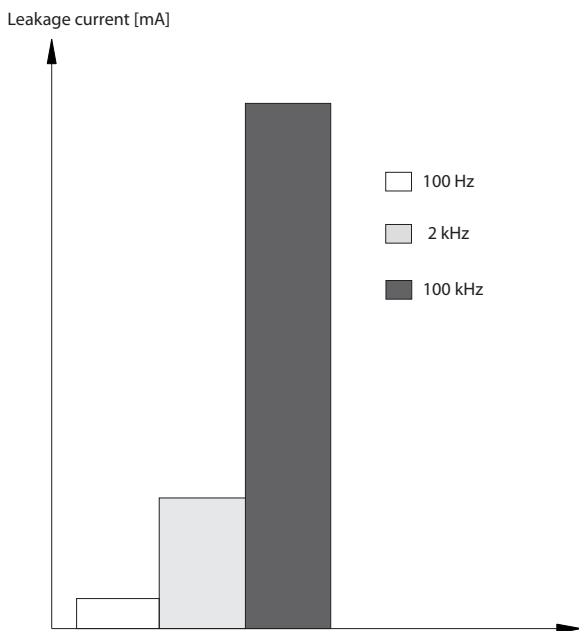


Рисунок 10.25 Влияние предельной частоты датчиков остаточного тока (RCD) на ток утечки

## 10.11 Сеть IT

### Питание от сети, изолированной от земли

Если преобразователь частоты питается от сети, изолированной от земли (сеть IT, незаземленный треугольник или заземленный треугольник), или от сети TT/TN-S с заземленным плечом, выключатель фильтра ВЧ-помех рекомендуется перевести в положение OFF (Выкл.) с помощью параметр 14-50 Фильтр ВЧ-помех на преобразователе частоты и параметр 14-50 Фильтр ВЧ-помех на фильтре. Для получения дополнительной информации см. стандарт IEC 364-3. В выключенном режиме конденсаторы фильтра, подключенные между шасси и цепью постоянного тока, отключаются, чтобы избежать повреждения цепи постоянного тока и уменьшить емкостные токи на землю (в соответствии с IEC 61800-3).

Если требуются оптимальные характеристики ЭМС, в случае подключенных параллельных двигателей или при длине кабеля двигателя более 25 м (82 фута), Danfoss рекомендует установить для параметр 14-50 Фильтр ВЧ-помех значение [Вкл.]. См. также Примечание к VLT® в сети IT. Необходимо использовать датчики контроля изоляции, предназначенные для применения с силовой электроникой (IEC 61557-8).

Danfoss не рекомендует использовать выходной контактор для преобразователей частоты 525–690 В, подключенных к сети IT.

## 10.12 КПД

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

Нагрузка преобразователя частоты мало влияет на его КПД. Обычно КПД остается одним и тем же при номинальной частоте двигателя  $f_{m,N}$  независимо от того, составляет ли момент на валу двигателя 100 % от номинального или только 75 % в случае работы двигателя при неполной нагрузке.

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 немного уменьшается при напряжении питающей сети 480 В и при длине кабеля свыше 30 м (98 футов).

### Расчет КПД преобразователя частоты

При определении КПД преобразователя частоты для различных скоростей и нагрузок используйте Рисунок 10.26. Коэффициент на этой диаграмме нужно умножить на коэффициент эффективности, который приведен в таблицах технических характеристик в разделах глава 7.1 Электрические характеристики, 380–500 В и глава 7.2 Электрические характеристики, 525–690 В.

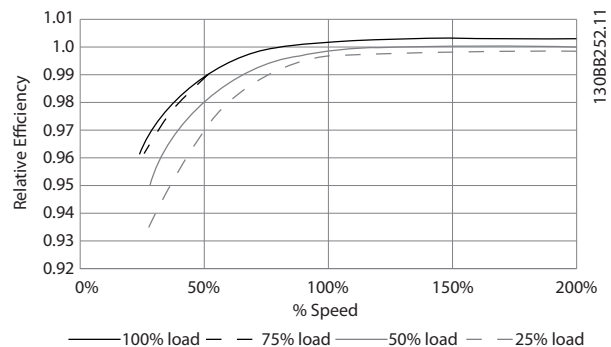


Рисунок 10.26 Типичные кривые КПД

Пример: Предположим наличие преобразователя частоты со следующими характеристиками: 160 кВт, 380–480/500 В переменного тока, нагрузка 25 %, скорость 50 %. На Рисунок 10.26 показано 0,97 — номинальный КПД для преобразователя частоты с мощностью 160 кВт 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



как при работе от преобразователя частоты, так и при питании 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.

Как правило, частота коммутации на КПД маломощных двигателей не влияет. Для двигателей мощностью 11 кВт (15 л. с.) и выше КПД увеличивается (на 1–2 %) поскольку при высокой частоте коммутации ток двигателя имеет почти идеальную синусоидальную форму.

#### КПД системы ( $\eta_{\text{СИСТЕМЫ}}$ )

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

$$\eta_{\text{СИСТЕМЫ}} = \eta_{\text{VLT}} \times \eta_{\text{ДВИГ}}$$

### 10.13 Акустический шум

Акустический шум преобразователя частоты создается тремя источниками:

- Катушки цепи постоянного тока.
- Внутренние вентиляторы.
- Дроссель фильтра ВЧ-помех.

Типовые значения акустического шума, измеренные на расстоянии 1 м (9 футов) от блока, показаны в *Таблица 10.38*.

Размер корпуса	Шум при полной скорости вентилятора [дБА]
E1–E2 <sup>1)</sup>	74
E1–E2 <sup>2)</sup>	83
F1–F4 и F8–F13	80

**Таблица 10.38 Акустический шум**

1) Только P355–P400, 525–690 В.

2) Все другие модели корпусов E.

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

### 10.14 Условия $du/dt$

#### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

Во избежание преждевременного износа двигателей, конструкционно не предназначенных для работы с преобразователями частоты (таких, например, как двигатели, не имеющие бумажной изоляции фазной обмотки или другой усиленной изоляции), компания Danfoss с такими двигателями настоятельно рекомендует использовать фильтр  $dU/dt$  или синусоидный фильтр, установленный на выходе преобразователя частоты. Подробнее о фильтрах  $dU/dt$  и синусоидных фильтрах см. в *Руководстве по проектированию выходных фильтров*.

При переключении транзистора в инверторном мосте напряжение на двигателе увеличивается со скоростью  $dU/dt$ , зависящей от:

- кабеля двигателя (типа, сечения, длины, наличия или отсутствия экранирующей оболочки);
- индуктивности.

Собственная индукция вызывает скачок напряжения  $U_{\text{пик}}$  на двигателе, после чего оно стабилизируется на уровне, зависящем от напряжения в цепи пост. тока. Время нарастания и пиковое напряжение  $U_{\text{пик}}$  влияют на срок службы двигателя. В частности, этому подвержены двигатели без изоляции фазных обмоток, если пиковое напряжение очень велико. Длина кабеля двигателя влияет на время нарастания и пиковое напряжение. Например, при малой длине кабеля (несколько метров) время нарастания и пиковое напряжение оказываются более низкими. Если кабель двигателя имеет большую длину (100 м (328 футов)), время нарастания и пиковое напряжение будут больше. Переключение IGBT является причиной пикового напряжения на клеммах двигателя. Преобразователь частоты соответствует требованиям IEC 60034-25 в части, касающейся двигателей, сконструированных для управления посредством преобразователей частоты. Преобразователь частоты соответствует также IEC 60034-17 в части, касающейся обычных двигателей, управляемых преобразователями частоты.

### Диапазон высокой мощности

Типоразмеры, перечисленные в *Таблица 10.39* и *Таблица 10.40*, при соответствующих напряжениях сети удовлетворяют требованиям IEC 60034-17 в части, касающейся обычных двигателей, управляемых преобразователями частоты, IEC 60034-25 в части, касающейся двигателей, сконструированных под управление посредством преобразователей частоты, и NEMA MG 1-1998, часть 31.4.4.2 в части, касающейся двигателей с питанием от инвертора. Типоразмеры, перечисленные в *Таблица 10.39* и *Таблица 10.40*, не соответствуют требованиям, предъявляемым к двигателям общего назначения в NEMA MG 1-1998, часть 30.2.2.8.

#### 380–500 В

Модель	Длина кабеля [м (фут)]	Напряжение сети [В]	Время нарастания [мкс]	Пиковое напряжение [В]	dU/dt [В/мкс]
P250–P800 (380–500 В)	30 (98,5)	500	0,71	1165	1389
	30 (98,5)	500 <sup>1)</sup>	0,80	906	904
	30 (98,5)	400	0,61	942	1233
	30 (98,5)	400 <sup>1)</sup>	0,82	760	743

Таблица 10.39 Корпуса E1–E2 и F1–F13 с фильтрами dU/dt, 380–500 В

1) С фильтром dU/dt Danfoss.

#### 525–690 В

Модель	Длина кабеля [м (фут)]	Напряжение сети [В]	Время нарастания [мкс]	Пиковое напряжение [В]	dU/dt [В/мкс]
P355–P1M2 (525–690 В)	30 (98,5)	690	0,57	1611	2261
	30 (98,5)	575	0,25	–	2510
	30 (98,5)	690 <sup>1)</sup>	1,13	1629	1150

Таблица 10.40 Корпуса E1–E2 и F1–F13 с фильтрами dU/dt, 525–690 В

1) С фильтром dU/dt Danfoss.

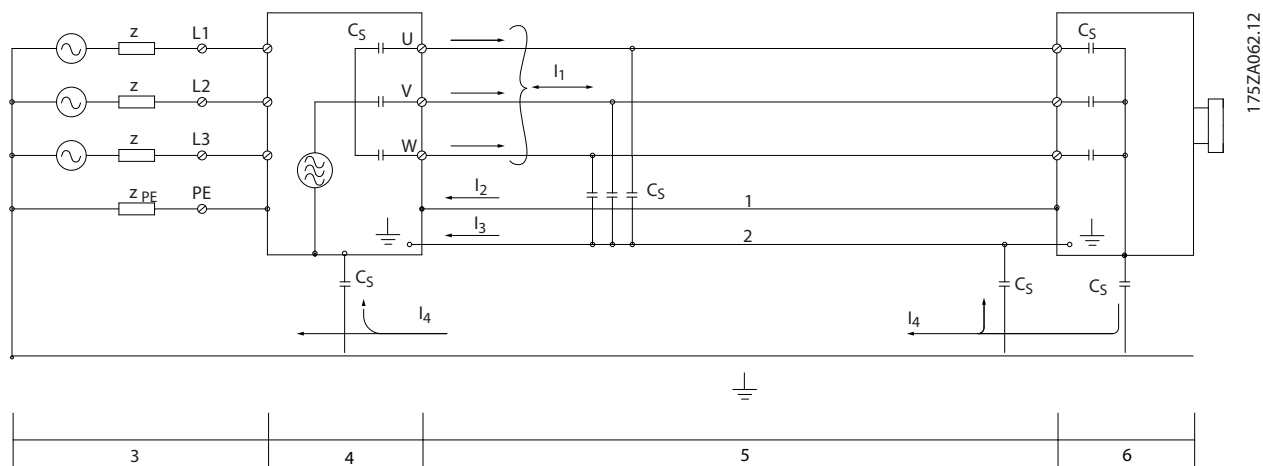
## 10.15 Обзор требований электромагнитной совместимости (ЭМС)

Электрические устройства и формируют помехи, и сами подвергаются воздействию помех, возникших в других источниках. Электромагнитная совместимость (ЭМС) таких эффектов зависит от мощности и гармонических характеристик этих устройств.

Неуправляемое взаимодействие между электрическими устройствами в системе может ухудшить совместимость и помешать надежной работе. Помехи могут принимать форму:

- электростатических разрядов,
- быстрых изменений напряжения,
- высокочастотных помех.

Электрические помехи чаще всего распространяются в диапазоне частот от 150 кГц до 30 МГц. Воздушные помехи из системы привода в диапазоне частот от 30 МГц до 1 ГГц создаются инвертором, кабелем двигателя и двигателем. Емкостные токи в кабеле двигателя, связанные с высоким значением скорости изменения напряжения двигателя  $dV/dt$ , создают токи утечки. См. *Рисунок 10.27*. Экранированные кабели двигателя имеют более высокую емкость между фазовыми проводниками и экраном и между экраном и землей. Эта дополнительная емкость кабеля вместе с другой паразитной емкостью и индуктивностью двигателя изменяет уровень электромагнитного излучения, создаваемого устройством. Изменение уровня происходит главным образом в электромагнитном излучении на частотах менее 5 МГц. Поскольку ток утечки (I1) возвращается в устройство через защитное заземление (I3), то экранированный кабель двигателя создает только небольшое электромагнитное поле (I4). Экран ограничивает излучаемые помехи, но увеличивает низкочастотные помехи в сети.



1	Провод заземления	$C_s$	Возможные шунтирующие пути паразитной емкости (меняются в зависимости от установки)
2	Экран	$I_1$	Синфазный ток утечки
3	Питание от сети перем. тока	$I_2$	Экранированный кабель двигателя
4	Преобразователь частоты	$I_3$	Защитное заземление (четвертый провод в кабелях подключения двигателя)
5	Экранированный кабель двигателя	$I_4$	Нежелательный синфазный ток
6	Двигатель	—	—

Рисунок 10.27 Электрическая модель с возможными токами утечки

### 10.15.1 Результаты испытаний ЭМС

Следующие результаты испытаний были получены на системе, в которую входили преобразователь частоты (с дополнительными устройствами, если они имели существенное значение), экранированный кабель управления и блок управления с потенциометром, а также двигатель и экранированный кабель двигателя.

Тип фильтра ВЧ-помех	Стандарты и требования	Кондуктивные помехи			Излучаемые помехи		
		Класс В Жилищно-коммунальные объекты, предприятия торговли и легкой промышленности	Класс А, группа 1 Промышленные условия	Класс А, группа 2 Промышленные условия	Класс В Жилищно-коммунальные объекты, предприятия торговли и легкой промышленности	Класс А, группа 1 Промышленные условия	Класс А, группа 2 Промышленные условия
	EN 55011						
	EN/IEC 61800-3	Категория С1 Условия эксплуатации 1 (жилище и офис)	Категория С2 Условия эксплуатации 1 (жилище и офис)	Категория С3 Условия эксплуатации 1 и 2 (промышленные)	Категория С1 Условия эксплуатации 1 (жилище и офис)	Категория С2 Условия эксплуатации 1 (жилище и офис)	Категория С3 Условия эксплуатации 1 (жилище и офис)
<b>H2</b>							
FC 302	90–500 кВт 380–500 В	Нет	Нет	150 м (492 фута)	Нет	Нет	Да
	90–710 кВт 525–690 В	Нет	Нет	150 м (492 фута)	Нет	Нет	Да
<b>H4</b>							
FC 302	90–500 кВт 380–500 В	Нет	150 м (492 фута)	150 м (492 фута)	Нет	Да	Да
	90–710 кВт 525–690 В	–	–	–	–	–	–

Таблица 10.41 Результаты испытаний на ЭМС (излучение помех и помехоустойчивость)

### 10.15.2 Требования по излучению

Согласно промышленному стандарту на ЭМС для преобразователей частоты с регулируемой скоростью (EN/IEC 61800-3:2004) требования по ЭМС зависят от среды, в которой устанавливается преобразователь частоты. Эти среды, а также соответствующие требования к напряжению сети питания описаны в *Таблица 10.42*.

Преобразователи частоты соответствуют описанным в IEC/EN 61800-3 (2004)+AM1 (2011), категория С3, требованиям к ЭМС для оборудования, потребляющего ток более 100 А на фазу и установленного во вторых условиях эксплуатации. Проверка соответствия выполнена с использованием экранированного кабеля двигателя длиной 150 м (492 фута).

Категория (EN 61800-3)	Определение	Кондуктивные помехи (EN 55011)
C1	Преобразователи частоты с напряжением питания ниже 1000 В для работы в первых условиях эксплуатации (в жилых помещениях и в офисах).	Класс В
C2	Преобразователи частоты с напряжением питания ниже 1000 В для работы в первых условиях эксплуатации (в жилых помещениях и в офисах), не являющиеся ни передвижными, ни съемными, предназначенные для монтажа и ввода в эксплуатацию профессионалом.	Класс А, группа 1
C3	Преобразователи частоты с напряжением питания ниже 1000 В для работы во вторых условиях эксплуатации (производственная среда).	Класс А, группа 2
C4	Вторые условия эксплуатации со следующими характеристиками: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Напряжение питания, равное или превышающее 1000 В.</li> <li>• Номинальный ток, равный или превышающий 400 А.</li> <li>• Предназначенные для использования в сложных системах.</li> </ul>	Ограничительный предел отсутствует. Требуется планирование соответствия требованиям ЭМС.

Таблица 10.42 Требования по излучению

Если используются базовые стандарты на излучение, преобразователи частоты должны соответствовать Таблица 10.43.

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 10.43 Пределы согласно базовым стандартам на излучение

### 10.15.3 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 как в производственной среде, так и в жилых помещениях и офисах.

Для подтверждения устойчивости к влиянию переходных процессов были проведены следующие испытания преобразователя частоты (с дополнительными устройствами, если они существенны), с использованием экранированного кабеля управления, блока управления с потенциометром, кабеля двигателя и двигателя. Испытания проводились в соответствии со следующими базовыми стандартами. Подробнее см. Таблица 10.44.

- **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 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	Эл.-статич. разряды IEC 61000-4-2	Излучаемое электромагнитное поле IEC 61000-4-3	Напряжение ВЧ- помех в синфазном режиме IEC 61000-4-6
Критерий приемки	В	В	В	А	А
Сеть	4 кВ СМ	2 кВ/2 Ом DM 4 кВ/12 Ом СМ	–	–	10 В (эфф.)
Двигатель	4 кВ СМ	4 кВ/2 Ом <sup>1)</sup>	–	–	10 В (эфф.)
Тормоз	4 кВ СМ	4 кВ/2 Ом <sup>1)</sup>	–	–	10 В (эфф.)
Разделение нагрузки	4 кВ СМ	4 кВ/2 Ом <sup>1)</sup>	–	–	10 В (эфф.)
Цепи управления	2 кВ СМ	2 кВ/2 Ом <sup>1)</sup>	–	–	10 В (эфф.)
Стандартная шина	2 кВ СМ	2 кВ/2 Ом <sup>1)</sup>	–	–	10 В (эфф.)
Провода реле	2 кВ СМ	2 кВ/2 Ом <sup>1)</sup>	–	–	10 В (эфф.)
Дополнительные устройства для системы/ периферийной шины	2 кВ СМ	2 кВ/2 Ом <sup>1)</sup>	–	–	10 В (эфф.)
Кабель для LCP	2 кВ СМ	2 кВ/2 Ом <sup>1)</sup>	–	–	10 В (эфф.)
Внешнее питание 24 В пост. тока	2 В СМ	0,5 кВ/2 Ом DM 1 кВ/12 Ом СМ	–	–	10 В (эфф.)
Корпус	–	–	8 кВ AD 6 кВ CD	10 В/м	–

10

Таблица 10.44 Форма соответствия требованиям ЭМС по помехозащищенности, диапазон напряжения: 380–480/500 В, 525–600 В, 525–690 В

1) Наводка на экран кабеля.

AD: электростатический разряд через воздух; CD: электростатический разряд при контакте; СМ: синфазный режим; DM: дифференциальный режим.

#### 10.15.4 Совместимость в соответствии с требованиями ЭМС

### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

#### ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ОПЕРАТОРА

В соответствии со стандартом EN 61800-3 для систем привода с переменной скоростью, оператор отвечает за соблюдение требований к ЭМС. Производители могут предлагать решения, соответствующие стандарту. Операторы отвечают за применение этих решений и несут соответствующие расходы.

Есть два варианта обеспечения электромагнитной совместимости.

- Устранение или сведение к минимуму помех в источнике излучения помех.
- Улучшение устойчивости к помехам устройств, подвергающихся таким помехам.

#### Фильтры ВЧ-помех

Цель использования фильтров ВЧ-помех — получить систему, стабильно работающую без радиочастотных помех между компонентами. Чтобы достичь высокого уровня помехоустойчивости, рекомендуется

использовать преобразователи частоты с высококачественными фильтрами ВЧ-помех.

### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

#### РАДИОЧАСТОТНЫЕ ПОМЕХИ

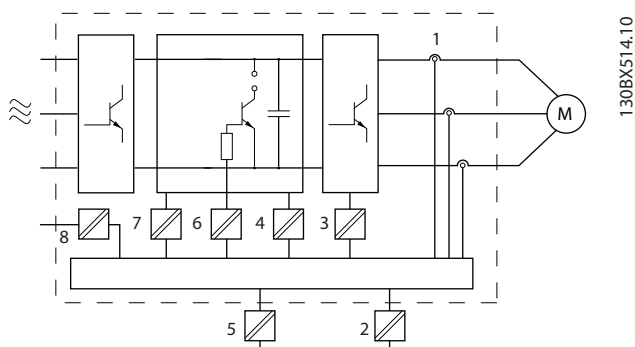
В жилых районах это изделие может стать причиной радиопомех, и этом в случае может потребоваться принятие соответствующих мер защиты.

#### Соответствие требованиям PELV и гальванической развязки

Все клеммы управления и выводы реле преобразователей частоты E1h–E4h соответствуют требованиям PELV (за исключением заземленной ветви треугольника с напряжением выше 400 В).

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

Электрическая изоляция обеспечивается, как показано (см. Рисунок 10.28). Описанные компоненты соответствуют требованиям PELV и гальванической развязки.



1	Преобразователи тока
2	Гальваническая развязка для стандартного интерфейса шины RS485.
3	Плата приводов для IGBT
4	Источник питания (SMPS) с изоляцией сигнала напряжения пост. тока и указанием напряжения в промежуточной цепи
5	Гальваническая развязка для дополнительной платы резервного питания 24 В
6	Оптопара, модуль торможения
7	Внутренние цепи защиты от бросков тока, фильтры ВЧ-помех и устройства для измерения температуры.
8	Реле, предоставляемые заказчиком

Рисунок 10.28 Гальваническая развязка

## 10.16 Монтаж с учетом требований ЭМС

Чтобы выполнить монтаж в соответствии с требованиями по ЭМС, следуйте указаниям, изложенным в *руководстве по эксплуатации*. Пример правильной установки в соответствии с требованиями ЭМС см. на *Рисунок 10.29*.

### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

#### СКРУЧЕННЫЕ КОНЦЫ ЭКРАНОВ (СКРУТКИ)

Скрученные концы увеличивают сопротивление экрана на высоких частотах, что снижает эффект экранирования и увеличивает ток утечки. Избегайте применения скрученных концов экранов, используйте интегрируемые зажимы экрана.

- В кабелях подключения реле, кабелях управления, а также в кабелях сигнальных интерфейсов, периферийной шины и тормоза экран должен присоединяться к корпусу на обоих концах. Если контур заземления имеет высокое сопротивление, на нем присутствуют шумы или по нему протекает ток, разорвите подключение экрана на контакте 1, чтобы исключить протекание тока через контур заземления.
- Возвращайте токи назад на устройство через металлическую монтажную плату. Следует обеспечить хороший электрический контакт

монтажной платы с шасси преобразователя частоты через крепежные винты.

- Используйте экранированные выходные кабели двигателя. Вместо этого также можно применять неэкранированные кабели двигателя в металлических кабелепроводах.

### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

#### ЭКРАНИРОВАННЫЕ КАБЕЛИ

Без использования экранированных кабелей либо металлических кабелепроводов устройство и установка не будут соответствовать нормативным требованиям по уровню мощности излучения радиочастот.

- Используйте как можно более короткие кабели двигателя и тормоза, чтобы уменьшить уровень помех, создаваемых всей системой.
- Не прокладывайте сигнальные кабели чувствительных устройств вдоль кабелей двигателя и тормоза.
- Для линий обмена данными, а также линий команд/управления следуйте требованиям соответствующих стандартов на протоколы связи. Например, для USB использование экранированных кабелей обязательно, а для RS485/Ethernet может использоваться как экранированная, так и неэкранированная витая пара.
- Убедитесь, что все подключения клемм управления гальванически изолированы от напряжения питания (PELV).

### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

#### ПОМЕХИ ЭМС

Используйте экранированные кабели для подключения двигателя и устройств управления. Прокладывайте кабель сети питания, кабель двигателя и кабели управления отдельно друг от друга. Несоблюдение требований к изоляции этих кабелей может привести к непредусмотренным ситуациям и снижению эффективности работы оборудования. Минимальное расстояние между кабелями питания, кабелями двигателя и кабелями управления должно составлять 200 мм (7,9 дюйма).

**УВЕДОМЛЕНИЕ****УСТАНОВКА НА БОЛЬШОЙ ВЫСОТЕ НА Д  
УРОВНЕМ МОРЯ**

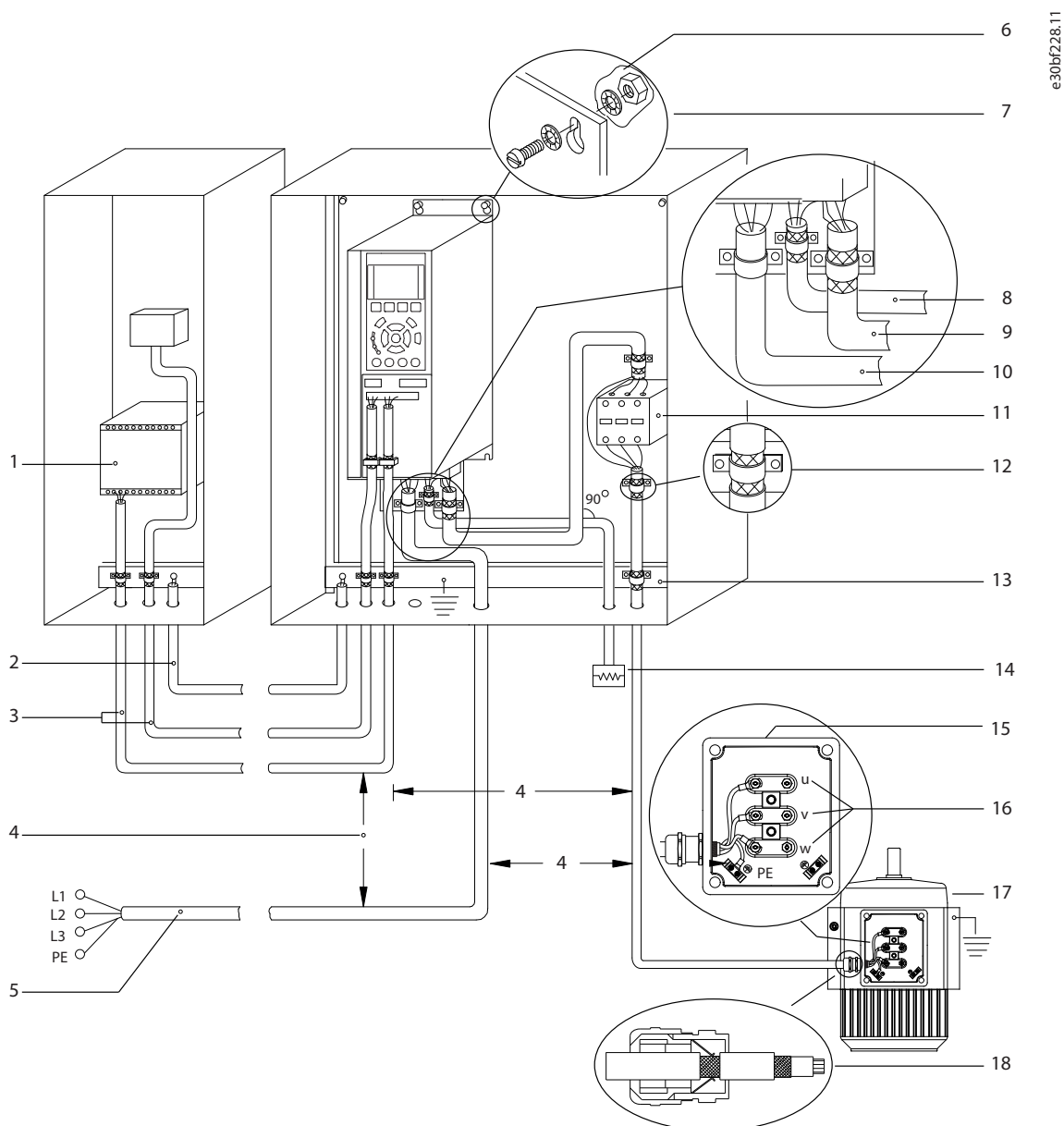
Существует риск превышения напряжения. Изоляция между компонентами и важнейшими деталями может быть недостаточной и не соответствовать требованиям PELV. Сократите риск превышения напряжения с помощью внешних защитных устройств или гальванической развязки.

При установке на большой (выше 2000 м (6500 футов)) высоте над уровнем моря обратитесь в Danfoss относительно требований PELV.

**УВЕДОМЛЕНИЕ****СООТВЕТСТВИЕ PELV**

Обеспечьте защиту от поражения электрическим током, используя систему электропитания с защитным сверхнизким напряжением (PELV), соответствующую местным и государственным нормативам по PELV.





10

1	PLC	10	Кабель сети питания (неэкранированный)
2	Уравнивающий кабель сечением минимум 16 мм <sup>2</sup> (6 AWG)	11	Выходной контактор
3	Кабели управления	12	Кабельная изоляция зачищена
4	Минимальное расстояние между кабелями управления, кабелями электродвигателя и кабелями сети питания составляет 200 мм (7,9 дюйма).	13	Шина общего заземления. Соблюдайте местные и государственные требования к заземлению шкафов.
5	Питание от сети	14	Тормозной резистор
6	Оголенная (неокрашенная) поверхность	15	Металлическая коробка
7	Звездобразные шайбы	16	Подключение к двигателю
8	Кабель тормоза (экранированный)	17	Двигатель
9	Кабель двигателя (экранированный)	18	Кабельное уплотнение, соответствующее требованиям ЭМС

Рисунок 10.29 Пример правильной установки в соответствии с требованиями ЭМС

### 10.17 Общие сведения о гармониках

Нелинейные нагрузки, встречающиеся при использовании преобразователей частоты, потребляют ток от линии электропередачи неравномерно. Этот несинусоидальный ток имеет компоненты, являющиеся гармоническими составляющими основной частоты тока. Эти компоненты называются гармониками. Необходимо контролировать общее гармоническое искажение тока в питающей сети. Хотя гармонические токи непосредственно не влияют на потребление электроэнергии, они вызывают нагрев проводки и трансформаторов, что может повлиять на другие устройства, подключенные к той же линии питания.

#### 10.17.1 Анализ гармоник

Поскольку гармоники увеличивают тепловые потери, важно при проектировании систем учитывать гармоники для предотвращения перегрузки трансформатора, индукторов и проводки. При необходимости проведите анализ гармоник системы, чтобы определить воздействие на нее оборудования.

Несинусоидальный ток можно с помощью анализа Фурье преобразовать и разложить на токи синусоидальной формы различных частот, то есть токи гармоник  $I_n$  с частотой основной гармоники 50 или 60 Гц.

10

Сокращение	Описание
$f_1$	Основная частота (50 Гц или 60 Гц)
$I_1$	Ток при основной частоте
$U_1$	Напряжение при основной частоте
$I_n$	Ток при частоте n-ной гармоники
$U_n$	Напряжение при частоте n-ной гармоники
$n$	Порядок гармоники

Таблица 10.45 Сокращения, относящиеся к гармоникам

	Основной ток ( $I_1$ )	Ток гармоник ( $I_n$ )			
		$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	
Ток	$I_1$	$I_5$	$I_7$	$I_{11}$	
Частота	50 Гц	250 Гц	350 Гц	550 Гц	

Таблица 10.46 Основной ток и токи гармоник

Ток	Ток гармоник				
	$I_{эфф.}$	$I_1$	$I_5$	$I_7$	$I_{11-49}$
Входной ток	1,0	0,9	0,5	0,2	< 0,1

Таблица 10.47 Токи гармоник и эффективное значение тока

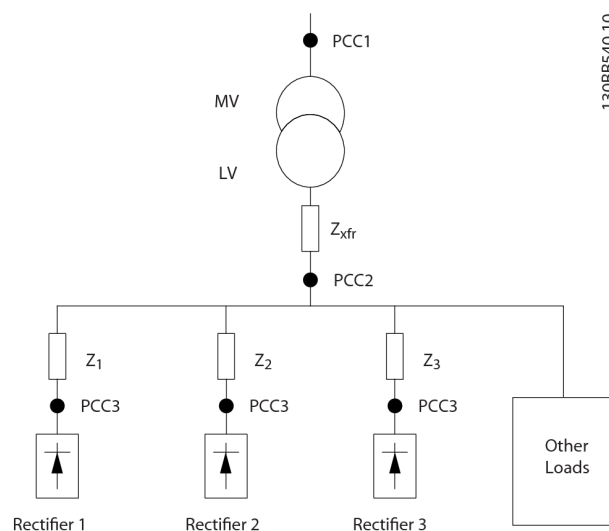
Искажение напряжения питающей сети зависит от величины токов гармоник, которые должны умножаться на импеданс сети для рассматриваемой частоты. Общее гармоническое искажение напряжения (THDi)

рассчитывается на основе отдельных гармоник напряжения по следующей формуле:

$$THDi = \frac{\sqrt{U_{25}^2 + U_{27}^2 + \dots + U_{2n}^2}}{U}$$

#### 10.17.2 Влияние гармоник в системе распределения мощности

На Рисунок 10.30 первичная обмотка трансформатора подключена к общей точке нескольких присоединений PCC1, используется источник среднего напряжения. Трансформатор имеет импеданс  $Z_{xfr}$  и питает несколько нагрузок. PCC2 — точка соединения всех нагрузок. Каждая нагрузка подключается посредством кабелей, которые имеют импеданс  $Z_1, Z_2, Z_3$ .



PCC	Общая точка нескольких присоединений
MV	Среднее напряжение
LV	Низкое напряжение
$Z_{xfr}$	Импеданс трансформатора
$Z\#$	Моделирование сопротивления и индуктивности проводки

Рисунок 10.30 Малая система распределения

Токи гармоник нелинейных нагрузок вызывают искажение напряжения из-за перепада напряжений на импедансах системы распределения. Чем больше импедансы, тем выше уровни искажения напряжения.

Искажение тока связано с характеристиками аппаратуры и отдельными нагрузками. Искажение напряжения связано с характеристиками системы. Зная только гармоническую характеристику нагрузки, невозможно предсказать искажение напряжения в PCC.

Чтобы предсказать искажение в РСС, необходимо знать конфигурацию системы распределения и соответствующие импедансы.

Для описания импеданса сети используется распространенный термин «коэффициент короткого замыкания»,  $R_{sce}$ . Это отношение между кажущейся мощностью короткого замыкания источника питания в точке РСС ( $S_{к.з.}$ ) и номинальной кажущейся мощностью

$$нагрузки (S_{оборуд.}). R_{sce} = \frac{S_{к.з.}}{S_{оборуд.}}$$

$$\text{где } S_{к.з.} = \frac{U^2}{Z_{питания}} \text{ и } S_{оборуд.} = U \times I_{оборуд.}$$

#### Отрицательное влияние гармоник

- Токи гармоник вносят свой вклад в системные потери мощности (в кабелях и трансформаторе).
- Гармоническое искажение напряжения вызывает возмущения в других нагрузках и увеличивают потери в других нагрузках.

### 10.17.3 Стандарты IEC в отношении гармоник

В большей части Европы объективная оценка качества питания в электросети производится согласно Акту по электромагнитной совместимости устройств (EMVG). Соответствие требованиям этого нормативного акта гарантирует, что все устройства и сети, подключенные к системе распределения электроэнергии, будут выполнять свое предназначение без создания проблем.

Стандартный	Определение
EN 61000-2-2, EN 61000-2-4, EN 50160	Определяет пределы по напряжению питания в электросети, которые должны соблюдаться в коммунальных и промышленных сетях электропитания.
EN 61000-3-2, 61000-3-12	Регулирует помехи в питающей сети с невысокими токами, создаваемые подключенными устройствами.
EN 50178	Определяет порядок использования электронного оборудования в силовых установках.

Таблица 10.48 Стандарты проектирования EN по качеству питания в электросети

Есть 2 европейских стандарта, которые касаются гармоник в диапазоне частот от 0 Гц до 9 кГц.

#### EN 61000-2-2 (Уровни совместимости для низкочастотных кондуктивных возмущений и передачи сигналов в коммунальных низковольтных системах электроснабжения)

Стандарт EN 61000-2-2 устанавливает требования к уровням совместимости для точек общего присоединения (РСС) в низковольтных системах переменного тока коммунальных сетей электроснабжения. Предельные значения указываются только для гармонического напряжения и общего гармонического искажения напряжения. Стандарт EN 61000-2-2 не определяет предельные значения для гармонического тока. В ситуациях, когда общее гармоническое искажение THD(V) = 8 %, предельные значения для РСС идентичны пределам, указанным в разделе EN 61000-2-4 для класса 2.

#### EN 61000-2-4 (Уровни совместимости для низкочастотных кондуктивных возмущений и передачи сигналов для промышленных предприятий)

Стандарт EN 61000-2-4 устанавливает требования к уровням совместимости в промышленных и частных сетях. Кроме того, стандарт определяет следующие 3 класса электромагнитных сред:

- Класс 1 соответствует уровням совместимости меньшим, чем в сетях коммунального электроснабжения, и влияющим на оборудование, чувствительное к помехам (лабораторное оборудование, некоторые средства автоматизации, определенные устройства защиты).
- Класс 2 соответствует уровням совместимости, подходящим для сетей коммунального электроснабжения. Этот класс применяется к точкам общего присоединения (РСС) в сети коммунального электроснабжения и точкам внутрипроизводственного присоединения (IPC) в промышленных и частных сетях. В этот класс включается любое оборудование, предназначенное для работы в сети коммунального электроснабжения.
- Класс 3 соответствует уровням совместимости большим, чем в сетях коммунального электроснабжения. Этот класс относится только к точкам внутрипроизводственного присоединения (IPC) в промышленных сетях. Этот класс применим там, где имеется следующее оборудование:
  - Большие приводы.
  - Сварочные машины
  - Большие двигатели, часто запускаемые
  - Быстро изменяющиеся нагрузки.

Как правило, класс не может быть определен заранее, без учета назначения оборудования и процессов, которые будут использоваться в среде.

Преобразователи частоты высокой мощности VLT® соответствуют пределам для класса 3 в условиях типичной системы электроснабжения ( $R_{к.з.} > 10$  или  $V_{клинии} < 10\%$ ).

Порядок гармоники (h)	Класс 1 (V <sub>h</sub> %)	Класс 2 (V <sub>h</sub> %)	Класс 3 (V <sub>h</sub> %)
5	3	6	8
7	3	5	7
11	3	3,5	5
13	3	3	4,5
17	2	2	4
$17 < h \leq 49$	$2,27 \times (17/h) - 0,27$	$2,27 \times (17/h) - 0,27$	$4,5 \times (17/h) - 0,5$

Таблица 10.49 Уровни совместимости для гармоник

	Класс 1	Класс 2	Класс 3
THDv	5%	8%	10%

Таблица 10.50 Уровни совместимости для общего гармонического искажения напряжения THDv

#### 10.17.4 Соответствие требованиям к гармоническим искажениям

Преобразователи частоты Danfoss соответствуют требованиям следующих стандартов:

- IEC61000-2-4
- IEC61000-3-4
- G5/4

#### 10.17.5 Подавление гармоник

В случаях, когда требуются дополнительные меры по подавлению гармоник, Danfoss предлагает использовать следующее оборудование подавления:

- VLT® 12-pulse Drives
- VLT® Low Harmonic Drives
- VLT® Advanced Harmonic Filters
- VLT® Advanced Active Filters

Выбор решения зависит от нескольких факторов.

- Сеть (фоновые искажения, асимметрия сети, резонанс, тип источника питания (трансформатор/генератор)).
- Применение (профиль нагрузки, количество и размеры нагрузок).
- Местные/национальные требования/правила (IEEE519, IEC, G5/4).
- Общая стоимость владения (начальная стоимость, рентабельность, обслуживание).

#### 10.17.6 Расчет гармоник

Используйте бесплатное ПО Danfoss MCT 31 для расчета степени засорения питающего напряжения и определения необходимых мер предосторожности. ПО VLT® Harmonic Calculation MCT 31 доступно для загрузки на сайте [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com).

## 11 Основные принципы работы преобразователя частоты

В этой главе представлены общие сведения об основных узлах и контурах преобразователя частоты Danfoss. В ней описываются внутренние электрические функции и функции обработки сигналов. Приводится также описание внутренней структуры управления.

### 11.1 Описание работы

Преобразователь частоты — это электронный регулятор, который обеспечивает подачу регулируемого количества переменного тока на трехфазный асинхронный двигатель. Посредством подачи регулируемой частоты и напряжения преобразователь частоты регулирует частоту вращения двигателя или поддерживает ее постоянной по мере изменения нагрузки на двигатель. Преобразователь частоты может также останавливать и запускать электродвигатель без механического напряжения, возникающего при пуске от сети.

Преобразователь частоты функционально можно разделить на следующие четыре основные области:

#### Выпрямитель

Выпрямитель состоит из тиристоров SCR или диодов, которые преобразуют трехфазное переменное напряжение в импульсное постоянное напряжение.

#### Цепь постоянного тока (шина пост. тока)

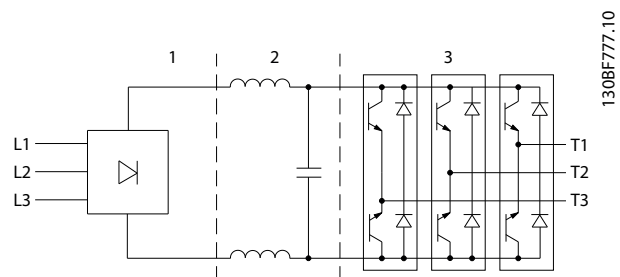
Цепь постоянного тока состоит из катушек индуктивности и конденсаторных батарей, которые стабилизируют импульсное постоянное напряжение.

#### Инвертор

Инвертор использует IGBT для преобразования постоянного напряжения в переменное напряжение и переменный ток с изменяющейся частотой.

#### Управление

Область управления состоит из программного обеспечения, которое управляет оборудованием для получения переменного напряжения; переменное напряжение осуществляет контроль и регулировку двигателя переменного тока.



1	Выпрямитель (SCR/диоды)
2	Цепь постоянного тока (шина пост. тока)
3	Инвертор (IGBT)

Рисунок 11.1 Внутренняя обработка

### 11.2 Средства управления преобразователем частоты

Для контроля и регулирования двигателя используются следующие процессы:

- Пользовательский ввод/задание.
- Формирование обратной связи.
- Определяемая пользователем структура управления.
  - Режим разомкнутого/замкнутого контура.
  - Управление двигателем (скорость, крутящий момент или процесс).
- Алгоритмы управления (VVC<sup>+</sup>, контроль магнитного потока без датчика, контроль магнитного потока с обратной связью от двигателя и внутренний контроль тока VVC<sup>+</sup>).

#### 11.2.1 Пользовательский ввод/задания

Для контроля и регулирования двигателя преобразователь частоты использует источник входного сигнала (также называемый заданием). Преобразователь частоты получает этот входной сигнал, который генерируется одним из двух способов:

- Вручную с LCP. Этот способ называется локальным ([Hand On] (Ручной режим)).
- Дистанционно через аналоговые/цифровые входы и различные последовательные интерфейсы (RS485, USB или периферийная шина). Этот метод называется дистанционным ([Auto On] (Автоматический режим)) и используется по умолчанию.

### Активное задание

Термин «активное задание» относится к активному источнику входного сигнала. Активное задание настраивается в *параметр 3-13 Место задания*. См. *Рисунок 11.2* и *Таблица 11.1*.

Подробнее см. *руководство по программированию*.

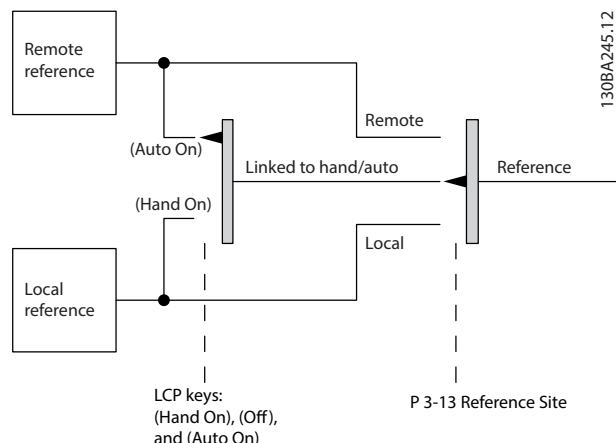


Рисунок 11.2 Выбор активного задания

Кнопки LCP	Параметр 3-13 Место задания	Активное задание
[Hand On] (Ручной режим)	Связанное Ручн/Авто	Местное
[Hand On] (Ручн. режим)⇒(Off (Выкл.))	Связанное Ручн/Авто	Местное
[Auto On] (Автоматический режим)	Связанное Ручн/Авто	Дистанционн ое
[Auto On] (Автом. режим)⇒(Off (Выкл.))	Связанное Ручн/Авто	Дистанционн ое
Все кнопки	Местное	Местное
Все кнопки	Дистанционное	Дистанционн ое

Таблица 11.1 Конфигурации с местным и дистанционным заданием

### 11.2.2 Дистанционное формирование заданий

Дистанционное формирование задания имеет место как при управлении в режиме разомкнутого контура, так и в режиме замкнутого контура. См. *Рисунок 11.3*.

В преобразователе частоты может программироваться до 8 предустановленных заданий. Активное внутреннее предустановленное задание можно выбрать извне с помощью цифровых входов или по шине последовательной связи.

Также на преобразователь может подаваться внешнее задание, чаще всего через аналоговый управляющий вход. Результирующее внешнее задание образуется суммированием всех источников задания и задания по шине.

В качестве активного задания может быть выбрано следующее:

- Внешнее задание
- Предустановленное задание
- Уставка
- Сумма внешнего задания, предустановленного задания и уставки

Активное задание можно масштабировать.

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 Preset Relative Reference* в [%].

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

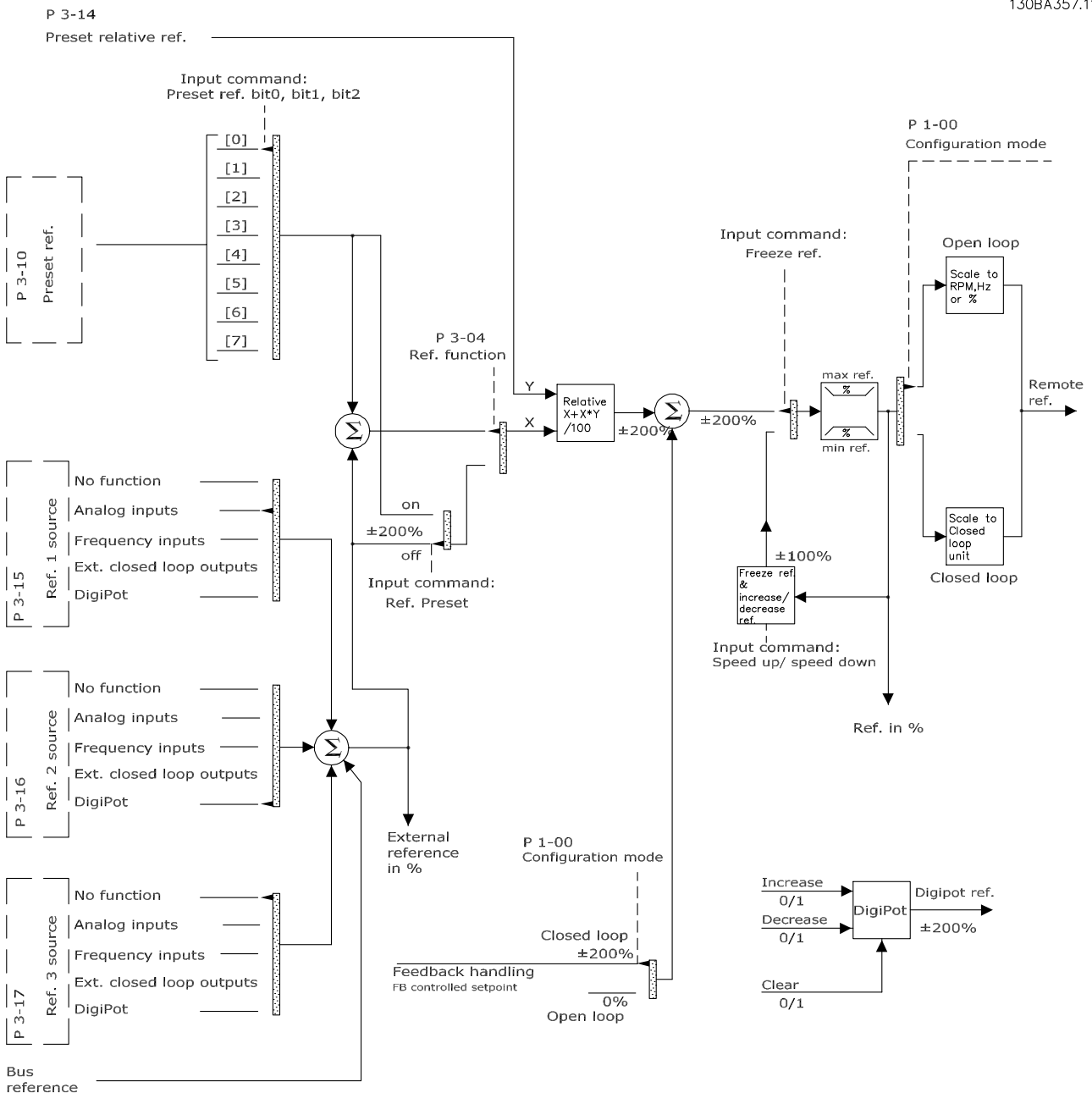


Рисунок 11.3 Дистанционное формирование задания

### 11.2.3 Формирование обратной связи

Функцию формирования сигнала обратной связи можно конфигурировать таким образом, чтобы она действовала с приложениями, требующими усовершенствованного регулирования, например с несколькими уставками и несколькими типами обратной связи. См. Рисунок 11.4. Обычно используются три типа управления:

#### Одна зона (одна уставка)

Этот тип управления является базовым при конфигурации обратной связи. Уставка 1 прибавляется к любому другому заданию (если оно имеется) и выбирается сигнал обратной связи.

#### Несколько зон (одна уставка)

При этом типе управления используется 2 или 3 датчика обратной связи, но только одна уставка. Сигналы обратной связи могут складываться, вычитаться или усредняться. Кроме того, может использоваться максимальное или минимальное значение. В этой конфигурации используется только уставка 1.

### Несколько зон (уставка/обратная связь)

Скоростью преобразователя частоты управляет пара «уставка/сигнал обратной связи» с наибольшей разностью. Максимальное значение стремится поддерживать все зоны на уровне или ниже соответствующих уставок, а минимальное значение — на уровне или выше соответствующих уставок.

### Пример

Применение с 2 зонами, 2 уставками. Уставка зоны 1 равна 15 бар, а сигнал обратной связи равен 5,5 бар. Уставка зоны 2 равна 4,4 бар, а сигнал обратной связи эквивалентен 4,6 бар. Если выбран максимум, на ПИД-регуляторе устанавливаются уставка и сигнал обратной связи зоны 2, поскольку она имеет меньшую разность (сигнал обратной связи больше уставки, т. е. разность отрицательная). Если выбран минимум, на ПИД-регуляторе устанавливаются уставка и сигнал обратной связи зоны 1, поскольку она имеет большую разность (сигнал обратной связи меньше уставки, т. е. разность положительная).

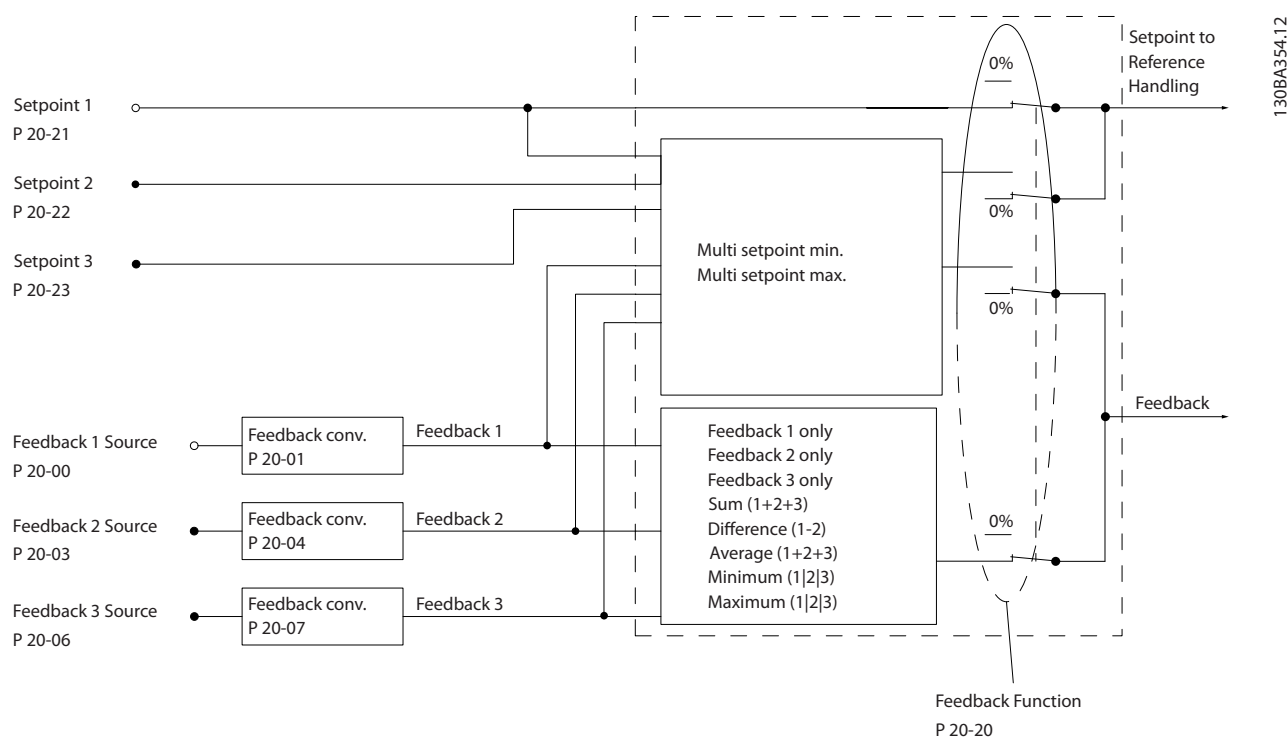
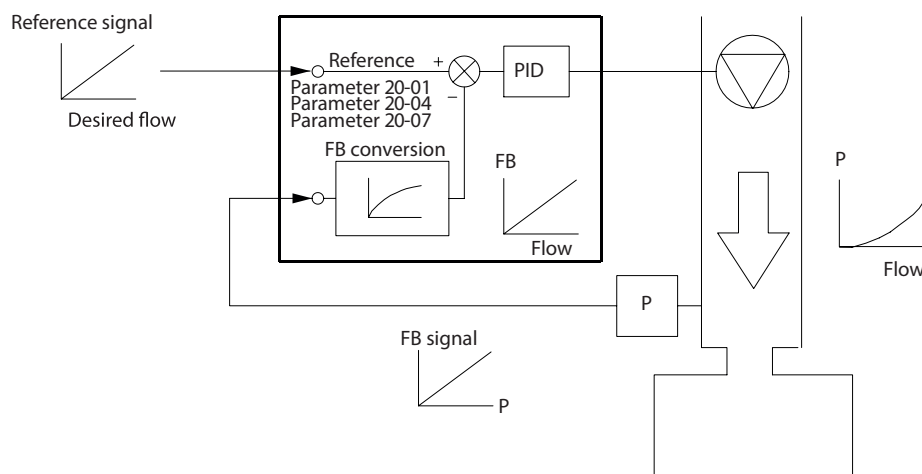


Рисунок 11.4 Блок-схема обработки сигнала обратной связи

### Преобразование обратной связи

В некоторых применениях полезно использовать преобразование сигнала обратной связи. Один из примеров — использование сигнала давления для формирования сигнала обратной связи по расходу. Поскольку квадратный корень из давления пропорционален расходу, квадратный корень из сигнала давления дает величину, пропорциональную расходу, см. Рисунок 11.5.





130BF834.10

Рисунок 11.5 Преобразование обратной связи

## 11.2.4 Описание структуры управления

Структура управления представляет собой программный процесс, который управляет двигателем, исходя из заданных пользователем значений (например, об/мин), а также из наличия или отсутствия обратной связи (замкнутый или разомкнутый контур). Оператор определяет параметры управления в *параметр 1-00 Режим конфигурирования*.

Возможно использование следующих структур управления:

### Структура управления с разомкнутым контуром

- Скорость вращения (об/мин)
- Крутящий момент (Н·м)

### Структура управления с замкнутым контуром

- Скорость вращения (об/мин)
- Крутящий момент (Н·м)
- Процесс (определяемые пользователем единицы измерения, например, футы, линии в минуту, фунты на кв. дюйм, %, бары)

## 11.2.5 Структура управления с разомкнутым контуром

В режиме разомкнутого контура преобразователь частоты для управления скоростью или крутящим моментом двигателя использует одно или несколько заданий (локальных или дистанционных). Существует 2 типа управления с использованием разомкнутого контура:

- Регулирование скорости. Обратная связь от двигателя отсутствует.
- Регулирование крутящего момента. Используется в режиме  $VVC^+$ . Эта функция используется в механически устойчивых применениях, но имеет ограниченную точность. Функция крутящего момента с разомкнутым контуром работает только в одном направлении вращения. Крутящий момент рассчитывается на основе измерения тока преобразователя частоты. См. *глава 12 Примеры применения*.

В конфигурации, показанной на *Рисунок 11.6*, преобразователь частоты работает в режиме с разомкнутым контуром. Он принимает входные сигналы как от LCP (ручной режим), так и сигналы от удаленного источника (автоматический режим).

Сигнал (задание скорости) получен и изменен в соответствии со следующими образом параметрами:

- Запрограммированные минимальный и максимальный пределы скорости (в об/мин и Гц).
- Время разгона и замедления.
- Направление вращения двигателя.

Затем задание передается далее для управления двигателем.

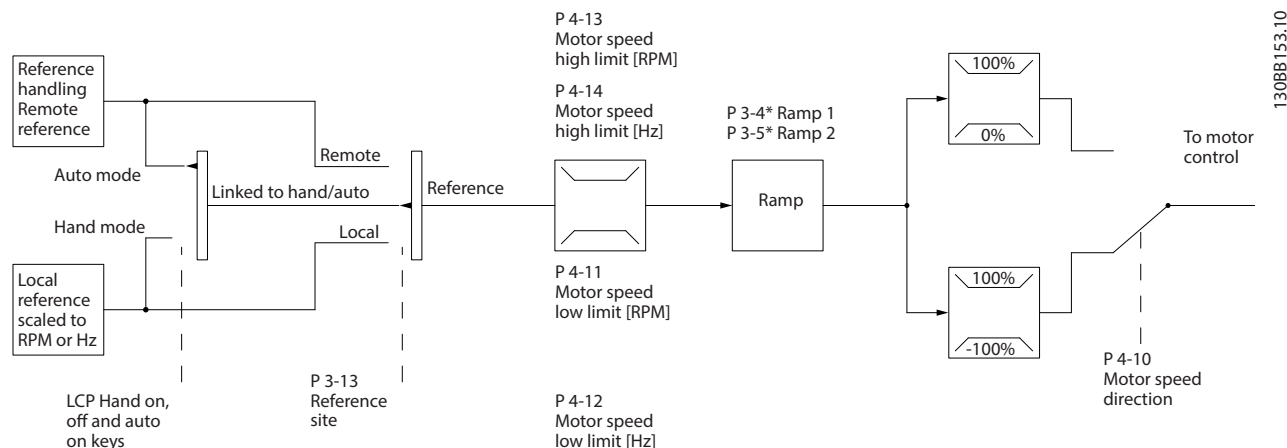


Рисунок 11.6 Блок-схема структуры управления с разомкнутым контуром

## 11.2.6 Структура управления с замкнутым контуром

В режиме замкнутого контура преобразователь частоты для управления двигателем использует одно или несколько заданий (локальных или дистанционных) и датчики обратной связи. Преобразователь получает сигнал обратной связи от датчика, установленного в системе. Затем он сравнивает сигнал обратной связи с величиной задания уставки и определяет, имеется ли рассогласование между этими двумя сигналами. После этого преобразователь частоты изменяет скорость двигателя, чтобы устранить это рассогласование.

Рассмотрим, например, насосную систему, в которой скорость насоса регулируется таким образом, чтобы статическое давление в трубопроводе оставалось постоянным (см. Рисунок 11.7). Преобразователь получает сигнал обратной связи от датчика, установленного в системе. Затем он сравнивает сигнал обратной связи с величиной задания уставки и определяет рассогласование между этими сигналами, если оно есть. После этого преобразователь частоты изменяет скорость двигателя, чтобы устранить это рассогласование.

Уставка статического давления является сигналом задания для преобразователя частоты. Датчик давления измеряет текущее статическое давление в трубопроводе и подает измеренное значение на преобразователь частоты в качестве сигнала обратной связи. Если сигнал обратной связи больше задания уставки, преобразователь частоты замедляет вращение, снижая давление. Аналогично, если давление в трубопроводе ниже задания уставки, преобразователь частоты увеличивает скорость, увеличивая давление, создаваемое насосом.

Существует 3 типа управления с использованием замкнутого контура:

- Регулирование скорости. Этот тип управления требует подачи на вход сигнала обратной связи по скорости от ПИД-регулятора. Правильно оптимизированное регулирование с обратной связью по скорости обеспечивает более высокую точность, чем регулирование скорости без обратной связи. Управление скоростью применяется только в VLT® AutomationDrive FC 302.
- Регулирование крутящего момента. Этот тип управления используется в режиме магнитного потока с обратной связью от энкодера и обеспечивает превосходные характеристики во всех четырех квадрантах и на всех скоростях двигателя. Управление крутящим моментом применяется только в VLT® AutomationDrive FC 302.

Функция регулирования крутящего момента используется в применениях, где крутящий момент на выходном валу двигателя управляет применением за счет контроля напряжений. Настройка крутящего момента выполняется посредством настройки аналогового или цифрового задания, или задания по шине. Для использования функции регулирования крутящего момента рекомендуется провести процедуру полной ААД, поскольку правильные данные двигателя чрезвычайно важны для оптимальной работы.

- Управление технологическим процессом. Используется для регулирования параметров применения, измеряемых различными датчиками (например, датчиком давления, температуры, расхода) и корректируемых подключенным двигателем с помощью насоса или вентилятора.

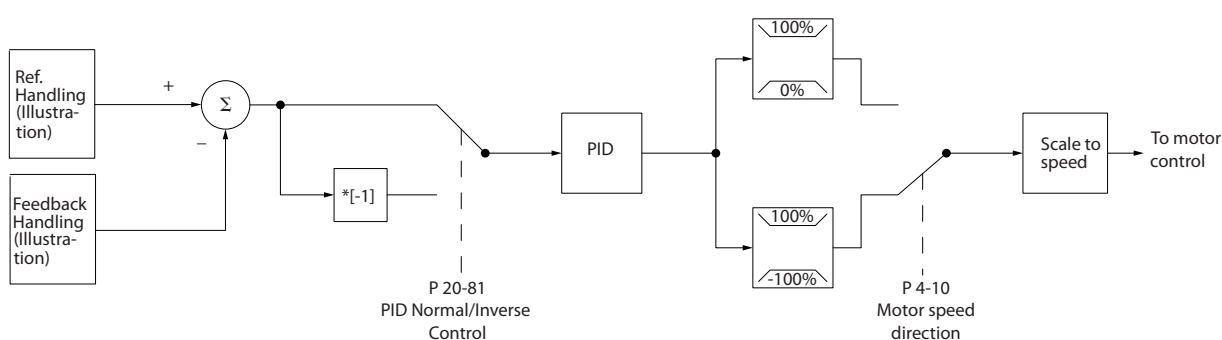


Рисунок 11.7 Блок-схема регулятора с замкнутым контуром

### Программируемые функции

Хотя значения по умолчанию для преобразователя частоты в замкнутом контуре обычно обеспечивают удовлетворительные рабочие характеристики, управление системой часто удается оптимизировать настройкой некоторых параметров ПИД-управления. Для выполнения этой оптимизации используется функция *автоматической настройки*.

- Инверсное регулирование — скорость двигателя повышается при высоком сигнале обратной связи.
- Пусковая частота позволяет системе быстро достичь рабочего состояния, прежде чем управление будет передано ПИД-регулятору.
- Встроенный фильтр нижних частот — снижает помехи в сигнале обратной связи.

## 11.2.7 Обработка сигналов управления

См. раздел *Активные/неактивные параметры в различных режимах управления преобразователя частоты в руководстве по программированию* для получения сведений о доступных конфигурациях управления в зависимости от того, какой двигатель выбран — двигатель переменного тока или неявнополюсный двигатель с постоянными магнитами.

11.2.7.1 Структура управления в VVC+

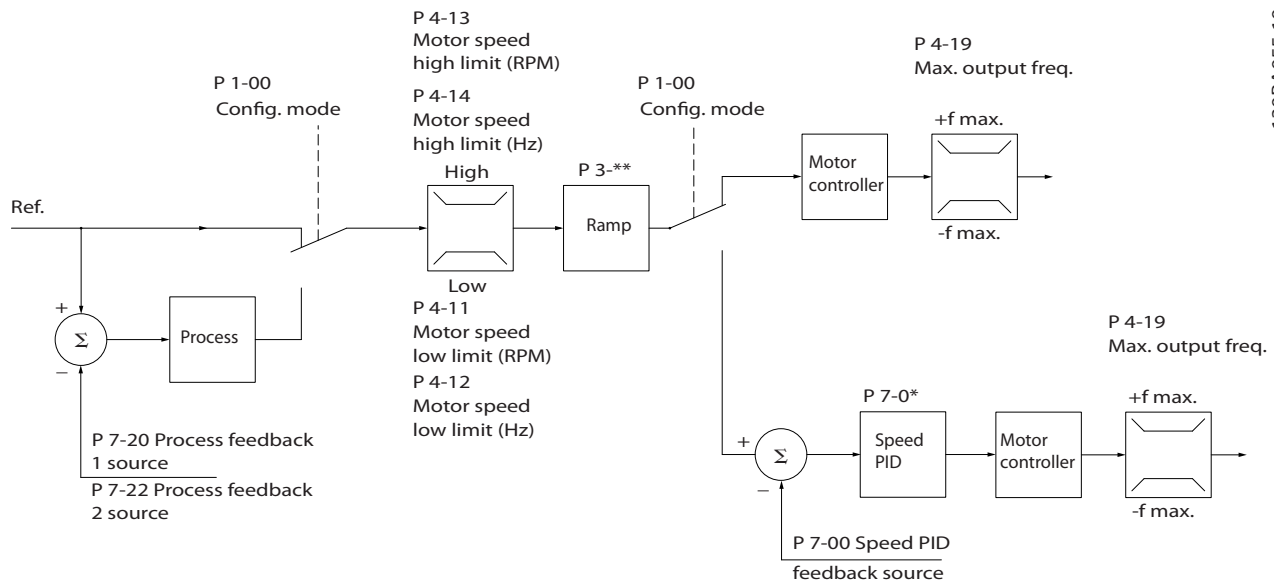


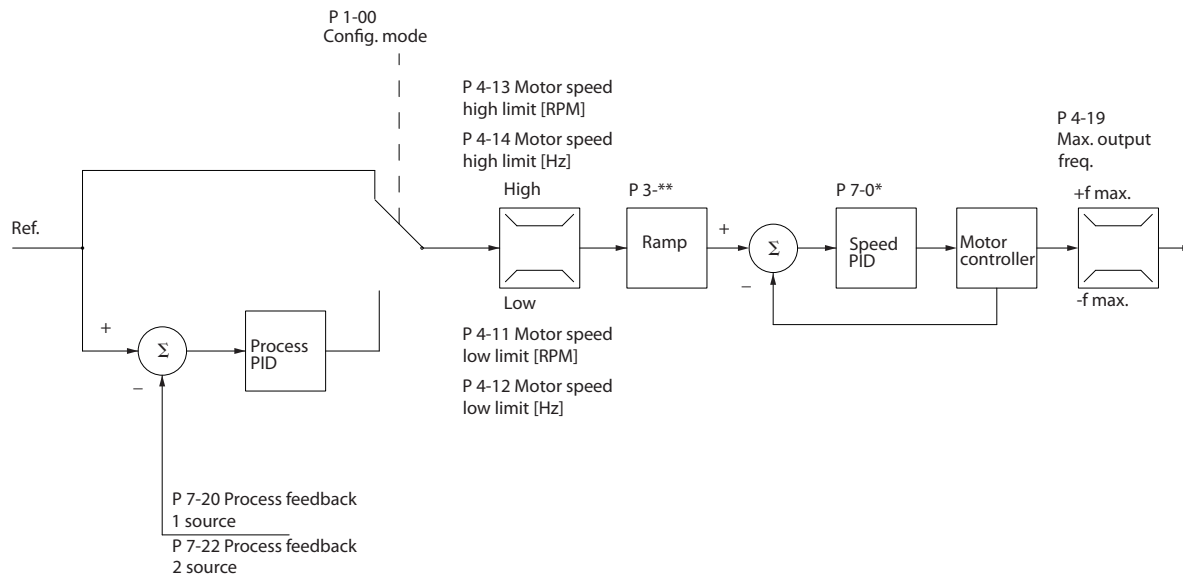
Рисунок 11.8 Структура управления в режиме VVC+ для конфигураций с разомкнутым и замкнутым контуром

На Рисунок 11.8 результирующее задание от системы формирования задания принимается и передается через схемы ограничения изменения скорости и ограничения скорости и только после этого используется для управления двигателем. Затем выходной сигнал системы управления двигателем ограничивается максимальным частотным пределом.

Для Параметр 1-01 Принцип управления двигателем установлено значение [1] VVC+, а для параметр 1-00 Режим конфигурирования — значение [0] Ск-сть, без обр. св. Если параметр параметр 1-00 Режим конфигурирования имеет значение [1] Ск-сть, замкн.конт., результирующее задание передается от схем ограничения изменения скорости и ограничения скорости на ПИД-регулятор скорости. Параметры ПИД-регулирования скорости входят в группу параметров 7-0\* ПИД-регулят.скор. Результирующее задание от ПИД-регулятора скорости передается для управления двигателем с ограничением по предельной частоте.

Чтобы использовать ПИД-регулятор процесса для регулирования в замкнутом контуре, например, скорости или давления в управляемой системе, выберите [3] Процесс в параметре параметр 1-00 Режим конфигурирования. Параметры ПИД-регулятора процесса находятся в группах параметров 7-2\* ОС д/управл. проц.) и 7-3\* Упр.ПИД-рег.проц.

11.2.7.2 Структура управления в режиме регулирования магнитного потока без датчика



130BA053.11

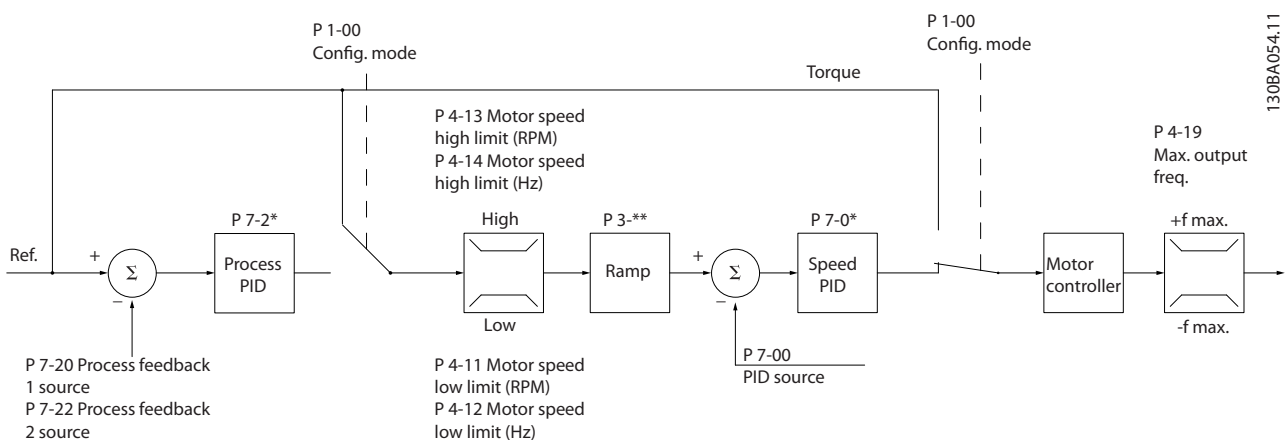
Рисунок 11.9 Структура управления в режиме регулирования магнитного потока без датчика для конфигураций с разомкнутым и замкнутым контуром

На Рисунок 11.9 результирующее задание от системы формирования задания подается через схему ограничения изменения скорости и ограничения скорости в соответствии с указанными установками параметров.

Параметр *Параметр 1-01 Принцип управления двигателем* имеет значение [2] Flux без датчика, а параметр *1-00 Режим конфигурирования* — значение [0] Ск-сть, без обр. св. Расчетный сигнал обратной связи по скорости формируется для ПИД-регулятора скорости с целью управления выходной частотой. Для ПИД-регулятора скорости необходимо задать параметры П, И и Д (*группа параметров 7-0\* ПИД-регулят.скор.*).

Выберите [3] Процесс в параметре *параметр 1-00 Режим конфигурирования*, чтобы использовать ПИД-регулятор процесса для регулирования с обратной связью в управляемой системе. Параметры ПИД-регулятора процесса находятся в *группах параметров 7-2\* ОС д/управл. проц.* и *7-3\* Упр.ПИД-рег.проц.*

11.2.7.3 Структура управления по магнитному потоку с обратной связью от двигателя



130BA054.11

Рисунок 11.10 Конфигурация структуры управления по магнитному потоку с обратной связью от двигателя

В конфигурации на Рисунок 11.10 управление двигателем осуществляется по сигналу обратной связи от энкодера или резолвера, установленного непосредственно на валу двигателя (настраивается в пар. *параметр 1-02 Flux- источник*

ОС двигателя). Результирующее задание может использоваться в качестве входного сигнала для ПИД-регулятора скорости или непосредственно как задание крутящего момента.

Для Параметр 1-01 Принцип управления двигателем установлено значение [3] Flux с ОС от двигат., а для параметр 1-00 Режим конфигурирования — значение [1] Ск-сть, замкн.конт. Параметры ПИД-регулирования скорости входят в группу параметров 7-0\* ПИД-регулят.скор.

Регулирование момента можно выбрать только в конфигурации Flux с ОС от двигат. (параметр 1-01 Принцип управления двигателем). При выборе этого режима задание выражается в Н·м. Это не требует обратной связи по моменту, поскольку фактический момент рассчитывается на основе измерения тока преобразователя частоты.

ПИД-регулятор процесса может использоваться для регулирования по замкнутому контуру скорости или давления в управляемой системе. Параметры ПИД-регулятора процесса находятся в группах параметров 7-2\* ОС д/управл. проц.) и 7-3\* Упр.ПИД-рег.проц.

#### 11.2.7.4 Внутреннее регулирование тока в режиме VVC<sup>+</sup>

Когда крутящий момент двигателя превышает предельные значения крутящего момента, установленные в параметр 4-16 Двигательн.режим с огранич. момента, параметр 4-17 Генераторн.режим с огранич.момента и параметр 4-18 Предел по току, включается встроенный регулятор предельного тока.

Когда преобразователь частоты достигает предела по току в двигательном или в рекуперативном режиме, он стремится как можно скорее снизить ток ниже установленных пределов для момента без потери управления электродвигателем.

## 12 Примеры применения

Примеры, приведенные в данном разделе, носят справочный характер для наиболее распространенных случаев применения.

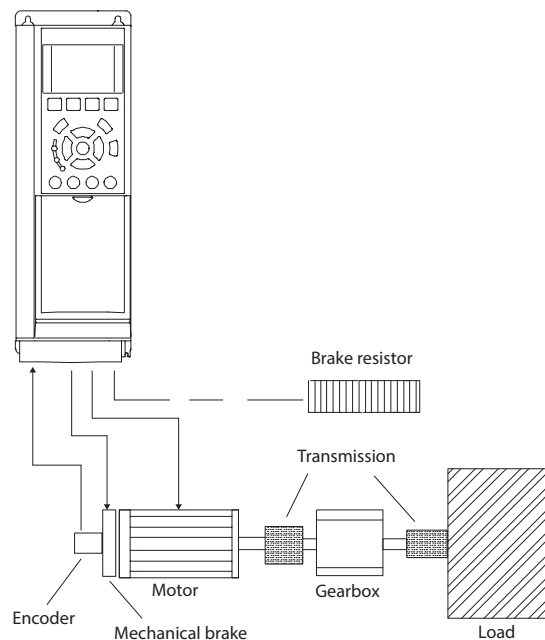
- Настройки параметров являются региональными по умолчанию, если не указано иное (выбирается в *параметр 0-03 Regional Settings*).
- Параметры, имеющие отношение к клеммам, а также их значения указаны рядом со схемами.
- При необходимости отображаются настройки переключателей для аналоговых терминалов клемм A53 или A54.
- При использовании функции STO, для работы преобразователя частоты с запрограммированными значениями заводских настроек по умолчанию между клеммами 12 и 37 может понадобиться перемычка.

### 12.1 Программирование системы преобразователя частоты с замкнутым контуром

Система преобразователя частоты с замкнутым контуром обычно состоит из следующих элементов:

- Двигатель
- Преобразователь частоты
- Энкодер для системы обратной связи
- Механический тормоз
- Тормозной резистор для динамического торможения
- Силовая передача
- Редуктор
- Нагрузка

Для приложений, требующих управления механическим тормозом, обычно необходим тормозной резистор.



130BT865.10

Рисунок 12.1 Базовая настройка замкнутого контура управления скоростью для FC 302

### 12.2 Конфигурации проводки для автоматической адаптации двигателя (ААД)

FC	Параметры																																			
	Функция	Настройка																																		
<table border="1"> <tr><td>+24 V</td><td>12</td></tr> <tr><td>+24 V</td><td>13</td></tr> <tr><td>D IN</td><td>18</td></tr> <tr><td>D IN</td><td>19</td></tr> <tr><td>COM</td><td>20</td></tr> <tr><td>D IN</td><td>27</td></tr> <tr><td>D IN</td><td>29</td></tr> <tr><td>D IN</td><td>32</td></tr> <tr><td>D IN</td><td>33</td></tr> <tr><td>D IN</td><td>37</td></tr> <tr><td colspan="2"> </td></tr> <tr><td>+10 V</td><td>50</td></tr> <tr><td>A IN</td><td>53</td></tr> <tr><td>A IN</td><td>54</td></tr> <tr><td>COM</td><td>55</td></tr> <tr><td>A OUT</td><td>42</td></tr> <tr><td>COM</td><td>39</td></tr> </table>	+24 V	12	+24 V	13	D IN	18	D IN	19	COM	20	D IN	27	D IN	29	D IN	32	D IN	33	D IN	37			+10 V	50	A IN	53	A IN	54	COM	55	A OUT	42	COM	39	130BV929.10	<p>Параметр 1-29 [1] Включ. Авто адаптация двигателя (ААД)</p> <p>Параметр 5-12 [2]* Выбег, Клемма 27, инверсный цифровой вход</p> <p>* = Значение по умолчанию</p> <p><b>Примечания/комментарии.</b> Настройте группу параметров 1-2* Данные двигателя в соответствии с характеристиками двигателя, взятыми с паспортной таблички.</p>
+24 V	12																																			
+24 V	13																																			
D IN	18																																			
D IN	19																																			
COM	20																																			
D IN	27																																			
D IN	29																																			
D IN	32																																			
D IN	33																																			
D IN	37																																			
+10 V	50																																			
A IN	53																																			
A IN	54																																			
COM	55																																			
A OUT	42																																			
COM	39																																			

Таблица 12.1 Конфигурация проводки для ААД с подключенной клеммой T27

		Параметры	
		Функция	Настройка
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-bottom: 5px;">FC</div>		130B8930.10	
		Параметр 1-29 Авто адаптация двигателя (ААД)	[1] Включ. полной ААД
		Параметр 5-12 Клемма 27, цифровой вход	[0] Не используется
		* = Значение по умолчанию	
		<b>Примечания/комментарии.</b> Настройте группу параметров 1-2* Данные двигателя в соответствии с характеристиками двигателя, взятыми с паспортной таблички.	

Таблица 12.2 Конфигурация проводки для ААД без подключенной клеммы T27

		Параметры	
		Функция	Настройка
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-bottom: 5px;">FC</div>		e30bb927.11	
		Параметр 6-12 Terminal 53 Low Current	4 мА*
		Параметр 6-13 Terminal 53 High Current	20 мА*
		Параметр 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 об/мин
		Параметр 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1500 об/мин
		* = Значение по умолчанию	
		<b>Примечания/комментарии.</b>	

Таблица 12.4 Конфигурация проводки для аналогового задания скорости (ток)

### 12.3 Конфигурация проводки для аналогового задания скорости

		Параметры	
		Функция	Настройка
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-bottom: 5px;">FC</div>		e30bb926.11	
		Параметр 6-10 Terminal 53 Low Voltage	0,07 В*
		Параметр 6-11 Terminal 53 High Voltage	10 В*
		Параметр 6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 об/мин
		Параметр 6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1500 об/мин
		* = Значение по умолчанию	
		<b>Примечания/комментарии.</b>	

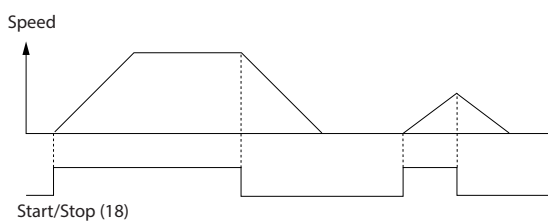
Таблица 12.3 Конфигурация проводки для аналогового задания скорости (напряжение)

### 12.4 Конфигурация проводки для пуска/останова

		Параметры	
		Функция	Настройка
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-bottom: 5px;">FC</div>		130B8802.10	
		Параметр 5-10 Terminal 18 Digital Input	[8] Пуск*
		Параметр 5-12 Terminal 27 Digital Input	[0] Не используется
		Параметр 5-19 Клемма 37, безопасный останов	[1] Авар.сигн.без оп.ост
		* = Значение по умолчанию	
		<b>Примечания/комментарии.</b> Если для параметр 5-12 Terminal 27 Digital Input выбрано значение [0] Не используется, переключатель на клемму 27 не требуется.	

Таблица 12.5 Конфигурация проводки для команды пуска/останова с Safe Torque Off





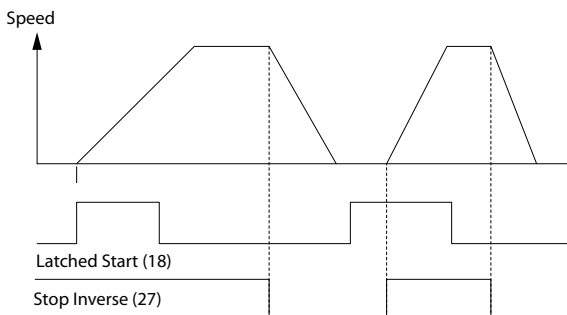
130BV805.12

Рисунок 12.2 Пуск/останов с Safe Torque Off

		Параметры	
FC		Функция	Настройка
+24 V	12	Параметр 5-10 Terminal 18 Digital Input	[9] Импульсный запуск
+24 V	13		
D IN	18	Параметр 5-12 Terminal 27 Digital Input	[6] Останов, инверсный
D IN	19		
COM	20		
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50	* = Значение по умолчанию	
A IN	53	<b>Примечания/комментарии.</b>	
A IN	54	Если для параметр 5-12 Terminal 27 Digital Input выбрано значение [0] Не используется, перемычка на клемму 27 не требуется.	
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

130BV803.10

Таблица 12.6 Конфигурация проводки для импульсного пуска/останова



130BV806.10

Рисунок 12.3 Импульсный запуск/останов, инверсный

		Параметры	
FC		Функция	Настройка
+24 V	12	Параметр 5-10 Terminal 18 Digital Input	[8] Пуск
+24 V	13		
D IN	18	Параметр 5-11 Клемма 19, цифровой вход	[10] Реверс
D IN	19		
COM	20		
D IN	27	Параметр 5-12 Terminal 27 Digital Input	[0] Не используется
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
+10 V	50	Параметр 5-14 Клемма 32, цифровой вход	[16] Предуст. зад., бит 0
A IN	53		
A IN	54	Параметр 5-15 Клемма 33, цифровой вход	[17] Предуст. зад., бит 1
COM	55		
A OUT	42	Параметр 3-10 Предустановленое задание	
COM	39		
		Предуст. задание 0	25%
		Предуст. задание 1	50%
		Предуст. задание 2	75%
		Предуст. задание 3	100%
		* = Значение по умолчанию	
		<b>Примечания/комментарии.</b>	

130BV934.11

Таблица 12.7 Конфигурация проводки для пуска/останова с реверсом и 4 предустановленными скоростями

### 12.5 Конфигурация проводки для внешнего сброса аварийной сигнализации

FC		Параметры	
		Функция	Настройка
+24 V	12	Параметр 5-11 Terminal 19 Digital Input	[1] Сброс
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19	* = Значение по умолчанию	
COM	20	Примечания/комментарии.	
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Таблица 12.8 Конфигурация проводки для внешнего сброса аварийной сигнализации

### 12.6 Конфигурация проводки для задания скорости с помощью ручного потенциометра

FC		Параметры			
		Функция	Настройка		
+10 V	50	Параметр 6-10 Terminal 53 Low Voltage	0,07 В*		
A IN	53				
A IN	54	Параметр 6-11 Terminal 53 High Voltage	10 В*		
COM	55				
A OUT	42	Параметр 6-14 Terminal 53 Low Ref./ Feedb. Value	0 об/мин		
COM	39				
U - I A53		e30bb683.11	~5kΩ	Параметр 6-15 Terminal 53 High Ref./ Feedb. Value	1500 об/мин
FC		Примечания/комментарии.			

Таблица 12.9 Конфигурация проводки для задания скорости (с помощью ручного потенциометра)

### 12.7 Конфигурация проводки для повышения/понижения скорости

FC		Параметры	
		Функция	Настройка
+24 V	12	Параметр 5-10 Terminal 18 Digital Input	[8] Пуск*
+24 V	13		
D IN	18	Параметр 5-12 Terminal 27 Digital Input	[19] Зафиксиров. задание
D IN	19		
COM	20	Параметр 5-13 Клемма 29, цифровой вход	[21] Увел. скор.
D IN	27		
D IN	29	Параметр 5-14 Клемма 32, цифровой вход	[22] Сниз. скор.
D IN	32		
D IN	33	* = Значение по умолчанию	
D IN	37	Примечания/комментарии.	

Таблица 12.10 Конфигурация проводки для повышения/понижения скорости

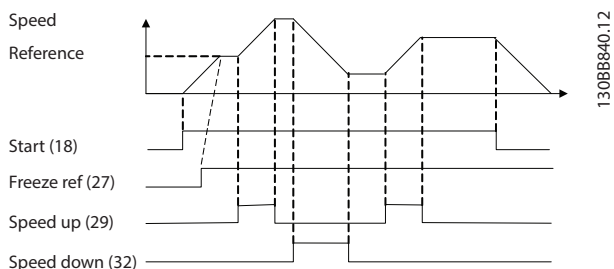


Рисунок 12.4 Повышение/понижение скорости

### 12.8 Конфигурация проводки для подключения сети RS485

		Параметры																																																										
		Функция	Настройка																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">FC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>+24 V</td><td>120</td></tr> <tr><td>+24 V</td><td>130</td></tr> <tr><td>D IN</td><td>180</td></tr> <tr><td>D IN</td><td>190</td></tr> <tr><td>COM</td><td>200</td></tr> <tr><td>D IN</td><td>270</td></tr> <tr><td>D IN</td><td>290</td></tr> <tr><td>D IN</td><td>320</td></tr> <tr><td>D IN</td><td>330</td></tr> <tr><td>D IN</td><td>370</td></tr> <tr><td>+10 V</td><td>500</td></tr> <tr><td>A IN</td><td>530</td></tr> <tr><td>A IN</td><td>540</td></tr> <tr><td>COM</td><td>550</td></tr> <tr><td>A OUT</td><td>420</td></tr> <tr><td>COM</td><td>390</td></tr> <tr><td>R1</td><td>010, 020, 030</td></tr> <tr><td>R2</td><td>040, 050, 060</td></tr> <tr><td>610</td><td>+</td></tr> <tr><td>680</td><td></td></tr> <tr><td>690</td><td>-</td></tr> </tbody> </table>		FC		+24 V	120	+24 V	130	D IN	180	D IN	190	COM	200	D IN	270	D IN	290	D IN	320	D IN	330	D IN	370	+10 V	500	A IN	530	A IN	540	COM	550	A OUT	420	COM	390	R1	010, 020, 030	R2	040, 050, 060	610	+	680		690	-	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Параметры</th> </tr> <tr> <th>Функция</th> <th>Настройка</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Параметр 8-30 Protocol</td> <td>ПЧ*</td> </tr> <tr> <td>Параметр 8-31 Address</td> <td>1*</td> </tr> <tr> <td>Параметр 8-32 Baud Rate</td> <td>9600*</td> </tr> <tr> <td colspan="2">* = Значение по умолчанию</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Примечания/комментарии.</b> Выберите протокол, адрес и скорость передачи с помощью этих параметров.</td> </tr> </tbody> </table>	Параметры		Функция	Настройка	Параметр 8-30 Protocol	ПЧ*	Параметр 8-31 Address	1*	Параметр 8-32 Baud Rate	9600*	* = Значение по умолчанию		<b>Примечания/комментарии.</b> Выберите протокол, адрес и скорость передачи с помощью этих параметров.	
FC																																																												
+24 V	120																																																											
+24 V	130																																																											
D IN	180																																																											
D IN	190																																																											
COM	200																																																											
D IN	270																																																											
D IN	290																																																											
D IN	320																																																											
D IN	330																																																											
D IN	370																																																											
+10 V	500																																																											
A IN	530																																																											
A IN	540																																																											
COM	550																																																											
A OUT	420																																																											
COM	390																																																											
R1	010, 020, 030																																																											
R2	040, 050, 060																																																											
610	+																																																											
680																																																												
690	-																																																											
Параметры																																																												
Функция	Настройка																																																											
Параметр 8-30 Protocol	ПЧ*																																																											
Параметр 8-31 Address	1*																																																											
Параметр 8-32 Baud Rate	9600*																																																											
* = Значение по умолчанию																																																												
<b>Примечания/комментарии.</b> Выберите протокол, адрес и скорость передачи с помощью этих параметров.																																																												

1308VB685.10

RS-485

Таблица 12.11 Конфигурация проводки для подключения сети RS485

### 12.9 Конфигурация проводки для термистора двигателя

#### УВЕДОМЛЕНИЕ

В термисторах следует использовать усиленную/двойную изоляцию в соответствии с требованиями к изоляции PELV.

		Параметры																																												
		Функция	Настройка																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">VLT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>+24 V</td><td>120</td></tr> <tr><td>+24 V</td><td>130</td></tr> <tr><td>D IN</td><td>180</td></tr> <tr><td>D IN</td><td>190</td></tr> <tr><td>COM</td><td>200</td></tr> <tr><td>D IN</td><td>270</td></tr> <tr><td>D IN</td><td>290</td></tr> <tr><td>D IN</td><td>320</td></tr> <tr><td>D IN</td><td>330</td></tr> <tr><td>D IN</td><td>370</td></tr> <tr><td>+10 V</td><td>500</td></tr> <tr><td>A IN</td><td>530</td></tr> <tr><td>A IN</td><td>540</td></tr> <tr><td>COM</td><td>550</td></tr> <tr><td>A OUT</td><td>420</td></tr> <tr><td>COM</td><td>390</td></tr> </tbody> </table>		VLT		+24 V	120	+24 V	130	D IN	180	D IN	190	COM	200	D IN	270	D IN	290	D IN	320	D IN	330	D IN	370	+10 V	500	A IN	530	A IN	540	COM	550	A OUT	420	COM	390	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Функция</th> <th>Настройка</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Параметр 1-90 Motor Thermal Protection</td> <td>[2] Откл. по термистору</td> </tr> <tr> <td>Параметр 1-93 Thermistor Source</td> <td>[1] Аналоговый вход 53</td> </tr> <tr> <td colspan="2">* = Значение по умолчанию</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Примечания/комментарии.</b> Если требуется только предупреждение, в параметр 1-90 Motor Thermal Protection следует выбрать [1] Предупр.по термист.</td> </tr> </tbody> </table>	Функция	Настройка	Параметр 1-90 Motor Thermal Protection	[2] Откл. по термистору	Параметр 1-93 Thermistor Source	[1] Аналоговый вход 53	* = Значение по умолчанию		<b>Примечания/комментарии.</b> Если требуется только предупреждение, в параметр 1-90 Motor Thermal Protection следует выбрать [1] Предупр.по термист.	
VLT																																														
+24 V	120																																													
+24 V	130																																													
D IN	180																																													
D IN	190																																													
COM	200																																													
D IN	270																																													
D IN	290																																													
D IN	320																																													
D IN	330																																													
D IN	370																																													
+10 V	500																																													
A IN	530																																													
A IN	540																																													
COM	550																																													
A OUT	420																																													
COM	390																																													
Функция	Настройка																																													
Параметр 1-90 Motor Thermal Protection	[2] Откл. по термистору																																													
Параметр 1-93 Thermistor Source	[1] Аналоговый вход 53																																													
* = Значение по умолчанию																																														
<b>Примечания/комментарии.</b> Если требуется только предупреждение, в параметр 1-90 Motor Thermal Protection следует выбрать [1] Предупр.по термист.																																														

1308VB686.12

U-I A53

Таблица 12.12 Конфигурация проводки для термистора двигателя

### 12.10 Конфигурация проводки для настройки реле с помощью интеллектуального логического управления

FC		Параметры	
		Функция	Настройка
+24 V	12	Параметр 4-30 Функция при потере ОС двигателя	[1] Warning (Предупреждение)
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19		
COM	20		
D IN	27		100 об/мин
D IN	29		Ошибка скорости ОС двигателя
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37	Параметр 4-32 Тайм-аут при потере ОС двигателя	5 с
+10 V	50	Параметр 7-00 Ист.сигн.ОС ПИД-рег.скор.	[2] MCV 102
A IN	53		
A IN	54	Параметр 17-1 1 Разрешение (позиции/об)	1024*
COM	55		
A OUT	42	Параметр 13-00 SL Controller Mode	[1] Вкл.
COM	39		
R1	01	Параметр 13-0 1 Событие запуска	[19] Предупреждение
	02		
03			
R2	04	Параметр 13-0 2 Событие останова	[44] Кнопка сброса
	05		
	06	Параметр 13-1 0 Операнд сравнения	[21] № предупреждения
		Параметр 13-1 1 Оператор сравнения	[1] ≈ (равно)*
		Параметр 13-12 Comparator Value	90
		Параметр 13-5 1 Событие контроллера SL	[22] Компаратор 0
		Параметр 13-5 2 Действие контроллера SL	[32] Ус.н.ур.на цифв.вых.А

		Параметры	
		Функция	Настройка
		Параметр 5-40 Реле функций	[80] Цифр. выход SL A
		* = Значение по умолчанию	
<b>Примечания/комментарии.</b>			
<p>При превышении предела для монитора обратной связи выдается предупреждение 90 Конт. энкодера. SLC отслеживает предупреждение 90, Конт. энкодера и, если предупреждение становится истинным, срабатывает реле 1.</p> <p>Внешнему оборудованию может потребоваться обслуживание. Если ошибка обратной связи опускается ниже предела снова в течение 5 секунд, преобразователь частоты продолжает работу и предупреждение исчезает. Выполните сброс реле 1 нажатием кнопки [Reset] (Сброс) на LCP.</p>			

Таблица 12.13 Конфигурация проводки для настройки реле с помощью интеллектуального логического управления

### 12.11 Конфигурация проводки для управления механическим тормозом

FC		Параметры		
		Функция	Настройка	
+24 V	12	Параметр 5-40 Реле функций	[32] Управл.мех.тормозом	
+24 V	13			
D IN	18			
D IN	19			
COM	20		Параметр 5-10 Terminal 18 Digital Input	[8] Пуск*
D IN	27			
D IN	29			
D IN	32		Параметр 5-11 Клемма 19, цифровой вход	[11] Запуск и реверс
D IN	33			
D IN	37	Параметр 1-71 Задержка запуска	0,2	
+10 V	50	Параметр 1-72 Функция запуска	[5] VVC+/Flux по час. ст.	
A IN	53			
A IN	54	Параметр 1-76 Пусковой ток	I <sub>m,n</sub>	
COM	55			
A OUT	42	Параметр 2-20 Ток отпускания тормоза	Зависит от применения	
COM	39			
R1	01	Параметр 2-21 Скорость включения тормоза [об/мин]	Половина номинального значения при сбое двигателя	
	02			
03				
R2	04			
	05			
	06			
		* = Значение по умолчанию		
<b>Примечания/комментарии.</b>				

Таблица 12.14 Конфигурация проводки для управления механическим тормозом

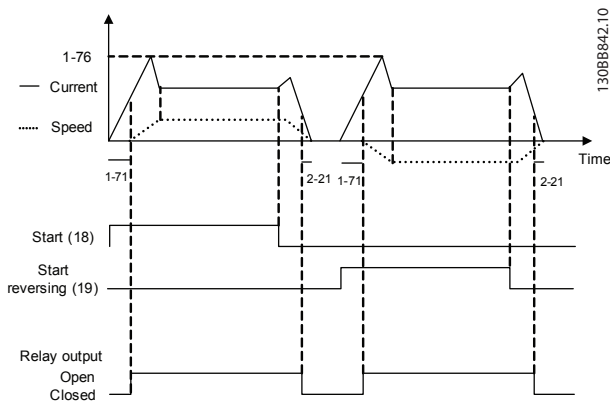


Рисунок 12.5 Управление механическим тормозом

### 12.12 Конфигурация проводки для энкодера

Направление энкодера (если смотреть на конец вала) определяется порядком импульсов, поступающих на преобразователь частоты. См. Рисунок 12.6.

- Направление по часовой стрелке означает, что канал А опережает канал В на 90 электрических градусов.
- Направление против часовой стрелки означает, что канал В на 90 электрических градусов опережает канал А.

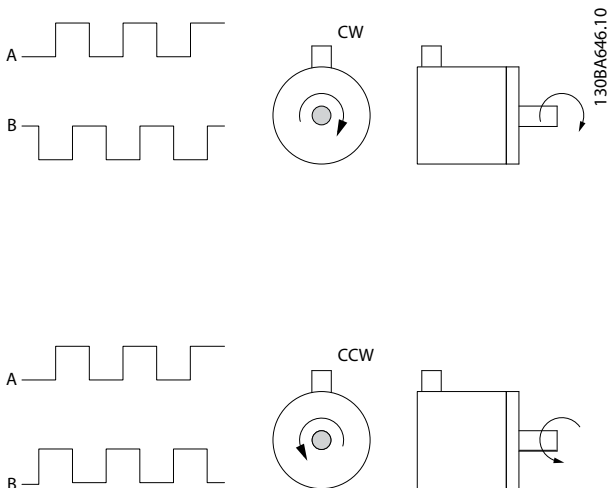


Рисунок 12.6 Определение направления вращения энкодера

### УВЕДОМЛЕНИЕ

Максимальная длина экранированного кабеля 5 м (16 футов).

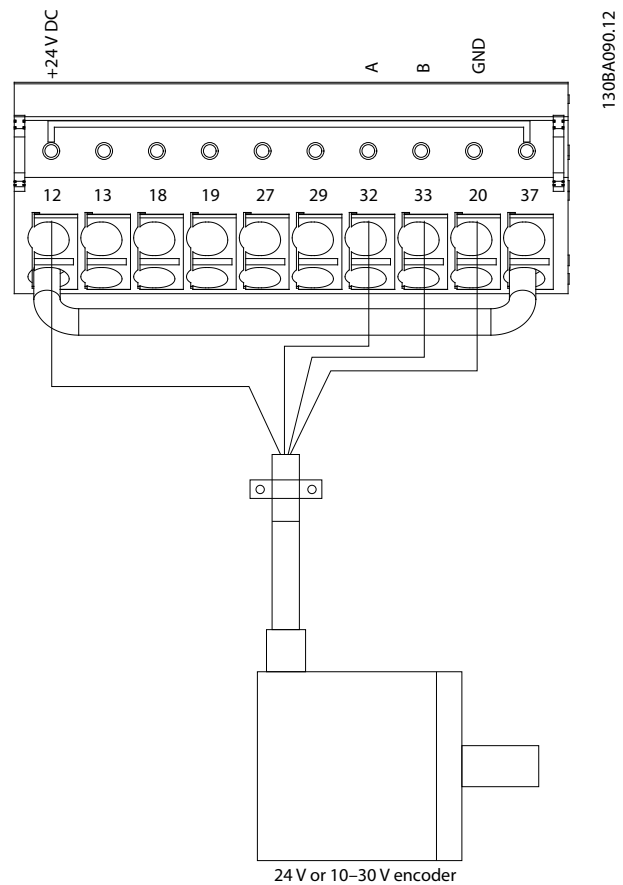


Рисунок 12.7 Конфигурация проводки для энкодера

### 12.13 Конфигурация проводки для крутящего момента и предела останова

В применениях с внешним электромеханическим тормозом, например в подъемных механизмах, можно останавливать преобразователь частоты с помощью стандартной команды останова с одновременным включением электромеханического тормоза. На Рисунок 12.8 приводится пример программирования этих соединений преобразователя частоты.

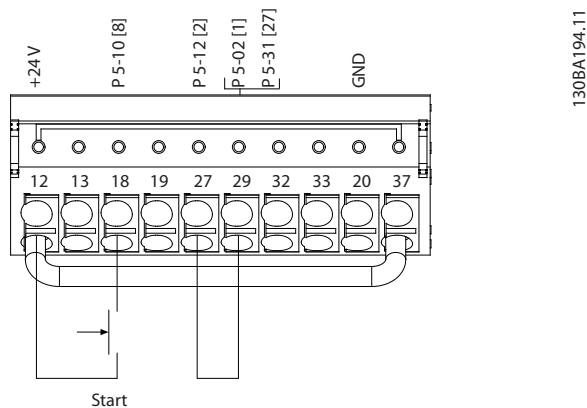
Если через клемму 18 подается команда останова и преобразователь частоты не находится на пределе крутящего момента, скорость двигателя снижается до 0 Гц.

Если преобразователь частоты находится на пределе крутящего момента и подается команда останова, система активирует клемму выхода 29 (для которой установлено значение [27] Пред.по момен.+стоп). Сигнал на клемму 27 изменяется с логической 1 до логического 0 и двигатель начинает выбег. Благодаря этому процессу обеспечивается останов подъемного механизма, даже если сам преобразователь частоты не

способен создать необходимый крутящий момент, например из-за чрезмерной перегрузки.

Для программирования останова и предельного момента, подключите следующие клеммы:

- Пуск/останов с помощью клеммы 18  
(Параметр 5-10 Клемма 18, цифровой вход [8] Пуск).
- Быстрый останов с помощью клеммы 27  
(Параметр 5-12 Клемма 27, цифровой вход [2] Выбег, инверсный).
- Клемма 29, выход  
(Параметр 5-02 Клемма 29, режим [1] Выход и параметр 5-31 Клемма 29, цифровой выход [27] Пред.по момен.+стоп).
- Релейный выход [0] (Реле 1)  
(Параметр 5-40 Реле функций [32] Управл.мех.тормозом).



12

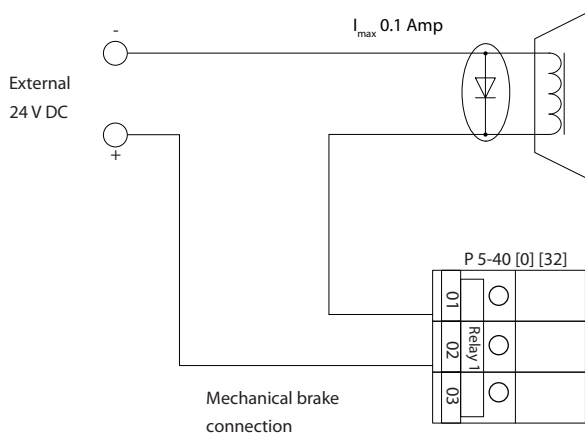


Рисунок 12.8 Конфигурация проводки для крутящего момента и предела останова

## 13 Заказ преобразователя частоты

### 13.1 Конфигуратор преобразователя частоты

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	-								T											X	X	S	X	X	X	X	A		B		C						D

130BC530.10

Таблица 13.1 Строка кода типа

Группа изделия	1-6	»
Модель	7-10	»
Напряжение сети	11-12	»
Корпус	13-15	»
Аппаратная конфигурация	16-23	»
Фильтр ВЧ-помех/преобразователь частоты с пониженными гармониками/12-импульсный	16-17	»
Тормоз	18	»
Дисплей (LCP)	19	»
Покрытие печатной платы	20	»
Доп. устройство сети питания	21	»
Адаптация А	22	»
Адаптация В	23	»
Выпуск ПО	24-27	»
Язык программного обеспечения	28	»
Доп. устройства А	29-30	»
Доп. устройства В	31-32	»
Доп. устройства С0, МСО	33-34	»
Доп. устройства С1	35	»
Программное обеспечение доп. устройств С	36-37	»
Доп. устройства D	38-39	»

Таблица 13.2 Пример кода типа для заказа преобразователя частоты

Правильно скомпоновать преобразователь частоты для конкретного применения можно с помощью конфигуратора преобразователя частоты, размещенного в сети Интернет. Конфигуратор преобразователя частоты можно найти в сети Интернет по адресу [www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives). Конфигуратор формирует строку кода типа и 8-разрядный товарный номер, который нужно передать в местный офис продаж. Можно также создать перечень оборудования для проекта с несколькими позициями и направить его торговому представителю Danfoss.

Вот пример строки кода типа:

FC-302P450T5E54H4CGCXXXSXXXXA0BXCXXXX0

Значения символов в строке см. в этой главе. В приведенном выше примере преобразователь частоты F3 настроен на работу со следующими опциями:

- Фильтр ВЧ-помех
- Safe Torque Off с реле Pilz
- Печатная плата с покрытием
- PROFIBUS DP-V1

В комплект поставки преобразователей частоты автоматически включается языковой пакет для того региона, из которого поступил заказ. Имеются четыре региональных языковых пакета с указанными ниже наборами языков.

#### Языковой пакет 1

английский, немецкий, французский, датский, испанский, итальянский и финский.

#### Языковой пакет 2

английский, немецкий, китайский, корейский, японский, тайский, традиционный китайский и бахаса (индонезийский).

#### Языковой пакет 3

английский, немецкий, словенский, болгарский, сербский, румынский, венгерский, чешский и русский.

**Языковой пакет 4**

английский, немецкий, испанский, английский (США), греческий, бразильский португальский, турецкий и польский.

Чтобы заказать приводы с другим набором языков, обратитесь в местное торговое представительство Danfoss.

**13.1.1 Код типа для оформления заказа на корпуса E1–E2**

Описание	Поз.	Возможные варианты
Группа изделия	1–6	FC-302
Модель	7–10	P315–P560
Напряжение сети	11–12	T5: 380–500 В перем. тока T7: 525–690 В перем. тока
Корпус	13–15	E00: IP00 (шасси — для установки во внешнем корпусе) C00: IP00/шасси с тыльным каналом из нержавеющей стали E21: IP21 (NEMA 1) E54: IP54 (NEMA 12) E2M: IP21 (NEMA 1) с сетевым экраном E5M: IP54 (NEMA 12) с сетевым экраном
Фильтр ВЧ-помех	16–17	H2: Фильтр ВЧ-помех, класс А2 (стандартный) H4: Фильтр ВЧ-помех, класс А1 <sup>1)</sup> B2: 12-импульсный привод с фильтром ВЧ-помех, класс А2 B4: 12-импульсный привод с фильтром ВЧ-помех, класс А1 N2: LHD с фильтром ВЧ-помех класса А2 N4: LHD с фильтром ВЧ-помех класса А1
Тормоз	18	B: тормозной IGBT установлен X: тормозной IGBT отсутствует R: клеммы режима рекуперации S: тормоз + рекуперация
Дисплей	19	G: графическая панель местного управления (LCP) N: цифровая панель местного управления (NLCP) X: без панели местного управления
Покрытие печатной платы	20	C: печатная плата с покрытием
Доп. устройство сети питания	21	X: без доп. устройства сети 3: сетевой расцепитель и предохранитель 5: сетевой расцепитель, предохранитель и разделение нагрузки 7: предохранитель A: предохранитель и разделение нагрузки D: разделение нагрузки
Адаптация	22	X: стандартные точки ввода кабеля
Адаптация	23	X: без адаптации
Выпуск ПО	24–27	Действующее ПО
Язык программного обеспечения	28	X: стандартный пакет языков

Таблица 13.3 Код типа для оформления заказа на корпуса E1–E2<sup>2)</sup>

1) Доступно только для устройств, рассчитанных на 380–500 В.

2) По вопросам сертификации для применения на судах рекомендуется получить консультацию у изготовителя.

**13.1.2 Код типа для оформления заказа на корпуса F1–F4 и F8–F13**

Описание	Поз.	Возможные варианты
Группа изделия	1–6	FC-302
Номинальная мощность	7–10	P250–P1200 кВт



Описание	Поз.	Возможные варианты
Напряжение сети	11–12	T5: 380–500 В перем. тока T7: 525–690 В перем. тока
Корпус	13–15	C21: IP21/NEMA тип 1 с тыльным каналом из нержавеющей стали C54: IP54/тип 12, тыльный канал из нержавеющей стали E21: IP21/NEMA тип 1 E54: IP54/NEMA тип 12 L2X: IP21/NEMA 1 с подсветкой шкафа и розеткой IEC 230 В L5X: IP54/NEMA 12 с подсветкой шкафа и розеткой IEC 230 В L2A: IP21/NEMA 1 с подсветкой шкафа и розеткой NAM 115 В L5A: IP54/NEMA 12 с подсветкой шкафа и розеткой NAM 115 В H21: IP21 с обогревателем и термостатом H54: IP54 с обогревателем и термостатом R2X: IP21/NEMA1 с обогревателем, термостатом, подсветкой и розеткой IEC 230 В R5X: IP54/NEMA12 с обогревателем, термостатом, подсветкой и розеткой IEC 230 В R2A: IP21/NEMA1 с обогревателем, термостатом, подсветкой и розеткой NAM 115 В R5A: IP54/NEMA12 с обогревателем, термостатом, подсветкой и розеткой NAM 115 В
Фильтр ВЧ-помех	16–17	H2: фильтр ВЧ-помех, класс А2 (стандартный) H4: фильтр ВЧ-помех, класс А1 HE: датчик остаточного тока с фильтром ВЧ-помех класса А2 HF: датчик остаточного тока с фильтром ВЧ-помех класса А1 HG: IRM с ВЧ-фильтром класса А2 HH: IRM с ВЧ-фильтром класса А1 HJ: клеммы NAMUR и фильтр ВЧ-помех класса А2 HK: клеммы NAMUR с ВЧ-фильтром класса А1 HL: датчик остаточного тока с клеммами NAMUR и фильтром ВЧ-помех класса А2 HM: датчик остаточного тока с клеммами NAMUR и фильтром ВЧ-помех класса А1 HN: IRM с клеммами NAMUR и ВЧ-фильтром класса А2 HP: IRM с клеммами NAMUR и ВЧ-фильтром класса А1 N2: преобразователь частоты с пониженными гармониками и фильтром ВЧ-помех класса А2 N4: преобразователь частоты с пониженными гармониками и фильтром ВЧ-помех класса А1 B2: 12-импульсный привод с фильтром ВЧ-помех, класс А2 B4: 12-импульсный привод с фильтром ВЧ-помех, класс А1 BE: 12-импульсный + датчик остаточного тока для сетей TN/TT + фильтр ВЧ-помех класса А2 BF: 12-импульсный + датчик остаточного тока для сетей TN/TT + фильтр ВЧ-помех класса А1 BG: 12-импульсный + IRM для сети IT + фильтр ВЧ-помех класса А2 BH: 12-импульсный + IRM для сети IT + фильтр ВЧ-помех класса А1 BM: 12-импульсный + датчик остаточного тока для сетей TN/TT + клеммы NAMUR + фильтр ВЧ-помех класса А1 <sup>1)</sup>
Тормоз	18	B: тормозной IGBT установлен X: тормозной IGBT отсутствует C: Safe Torque Off с реле безопасности Pilz D: Safe Torque Off с реле безопасности Pilz и тормозной IGBT R: клеммы режима рекуперации M: кнопка аварийного останова IEC (с реле безопасности Pilz) N: кнопка аварийного останова IEC с тормозным IGBT и клеммами тормоза P: кнопка аварийного останова IEC с клеммами рекуперации
Дисплей	19	G: графическая панель местного управления (LCP)
Покрытие печатной платы	20	C: печатная плата с покрытием

Описание	Поз.	Возможные варианты
Доп. устройство сети питания	21	X: без доп. устройства сети 3: сетевой расцепитель и предохранитель 5: сетевой расцепитель, предохранитель и разделение нагрузки 7: предохранитель A: предохранитель и разделение нагрузки D: разделение нагрузки E: сетевой расцепитель, контактор и предохранители F: сетевой автоматический выключатель, контактор и предохранители G: сетевой расцепитель, контактор, клеммы разделения нагрузки и предохранители H: сетевой автоматический выключатель, контактор и предохранители J: сетевой автоматический выключатель и предохранители K: сетевой автоматический выключатель, клеммы разделения нагрузки и предохранители
Силовые клеммы и пускатели двигателя	22	X: без доп. устройств E: силовые клеммы, защищенные предохранителями 30 А F: силовые клеммы на 30 А с защитой предохранителем и ручной пускатель двигателя 2,5–4 А G: силовые клеммы на 30 А с защитой предохранителем и ручной пускатель двигателя 4–6,3 А H: силовые клеммы на 30 А с защитой предохранителем и ручной пускатель двигателя на 6,3–10 А J: силовые клеммы на 30 А с защитой предохранителем и ручной пускатель двигателя на 10–16 А K: два ручных пускателя двигателя 2,5–4 А L: два ручных пускателя двигателя 4–6,3 А M: два ручных пускателя двигателя 6,3–10 А N: два ручных пускателя двигателя 10–16 А
Дополнительный источник питания 24 В и внешнее устройство контроля температуры	23	X: без доп. устройств H: источник питания 5 А, 24 В (для нужд заказчика) J: внешнее устройство контроля температуры G: источник питания 5 А, 24 В (для нужд заказчика) и внешнее устройство контроля температуры
Выпуск ПО	24–27	Действующее ПО
Язык программного обеспечения	28	X: стандартный пакет языков

**13**

 Таблица 13.4 Код типа для оформления заказа на корпуса F1–F4 и F8–F13<sup>2)</sup>

1) Требуется подключение плат VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 и VLT® Extended Relay Card MCB 113.

### 13.1.3 Заказ дополнительного оборудования для всех корпусов VLT® AutomationDrive FC 302

Описание	Поз.	Возможные варианты
Доп. устройства А	29–30	AX: без доп. устройства А A0: VLT® PROFIBUS DP MCA 101 (стандарт) A4: VLT® DeviceNet MCA 104 (стандарт) A6: VLT® CANopen MCA 105 (стандарт) A8: VLT® EtherCAT MCA 124 AT: VLT® PROFIBUS Converter MCA 113 AU: VLT® PROFIBUS Converter MCA 114 AL: VLT® PROFINET MCA 120 AN: VLT® EtherNet/IP MCA 121 AQ: VLT® Modbus TCP MCA 122 AY: VLT® Powerlink MCA 123

Описание	Поз.	Возможные варианты
Доп. устройства В	31–	BX: без доп. устройств
	32	B2: VLT® PTC Thermistor Card MCB 112
		B4: VLT® Sensor Input MCB 114
		B6: VLT® Safety Option MCB 150
		B7: VLT® Safety Option MCB 151
		B8: VLT® Safety Option MCB 152
		BK: VLT® General Purpose I/O MCB 101
		BP: VLT® Relay Card MCB 105
		BR: VLT® Encoder Input MCB 102 MCB 102
		BU: VLT® Resolver Input MCB 103
BZ: VLT® Safe PLC I/O MCB 108		
Доп. устройства С	33–	CX: без доп. устройств
	34	C4: VLT® Motion Control Option MCO 305
Доп. устройства С1	35	X: без доп. устройств
		R: VLT® Extended Relay Card MCB 113
Программное обеспечение доп. устройств С	36–	XX: стандартный контроллер
	37	10: VLT® Synchronizing Controller MCO 350 (необходима опция С4) 11: VLT® Position Controller MCO 351 (необходима опция С4)
Доп. устройства D	38–	DX: без доп. устройств
	39	D0: VLT® 24 V DC Supply MCB 107

Таблица 13.5 Коды типа для оформления заказа дополнительного оборудования FC 302

## 13.2 Номера для заказа дополнительных устройств/комплектов

### 13.2.1 Номера для заказа дополнительных устройств А: сетевые шины

Описание	Номер для заказа	
	Без покрытия	С покрытием
VLT® PROFIBUS DP MCA 101	130B1100	130B1200
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
VLT® CANopen MCA 105	130B1103	130B1205
VLT® PROFIBUS Converter MCA 113	–	130B1245
VLT® PROFIBUS Converter MCA 114	–	130B1246
VLT® PROFINET MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® EtherNet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296
VLT® Powerlink MCA 123	130B1489	130B1490
VLT® EtherCAT MCA 124	130B5546	130B5646

Таблица 13.6 Номера для заказа дополнительных устройств А

Информацию о совместимости периферийной шины и дополнительных устройств для прикладных задач с более старыми версиями программного обеспечения можно получить у поставщика Danfoss.

### 13.2.2 Номера для заказа дополнительных устройств В: Функциональные расширения

Описание	Номер для заказа	
	Без покрытия	С покрытием
VLT® General Purpose I/O MCB 101	130B1125	130B1212
VLT® Encoder Input MCB 102	130B1115	130B1203
VLT® Resolver Input MCB 103	130B1127	130B1227
VLT® Relay Card MCB 105	130B1110	130B1210
VLT® Safe PLC I/O MCB 108	130B1120	130B1220
VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	–	130B1137
VLT® Sensor Input MCB 114	130B1172	130B1272
VLT® Safety Option MCB 150	–	130B3280
VLT® Safety Option MCB 151	–	130B3290
VLT® Safety Option MCB 152	–	130B9860

Таблица 13.7 Номера для заказа дополнительных устройств В

### 13.2.3 Номера для заказа дополнительных устройств С: платы управления перемещением и релейные платы

Описание	Номер для заказа	
	Без покрытия	С покрытием
VLT® Motion Control Option MCO 305	130B1134	130B1234
VLT® Synchronizing Controller MCO 350	130B1152	130B1252
VLT® Position Controller MCO 351	130B1153	120B1253
VLT® Center Winder MCO 352	130B1165	130B1166
VLT® Extended Relay Card MCB 113	130B1164	130B1264

Таблица 13.8 Номера для заказа дополнительных устройств С

### 13.2.4 Номера для заказа дополнительных устройств D: резервный источник питания 24 В

Описание	Номер для заказа	
	Без покрытия	С покрытием
VLT® 24 V DC Supply MCB 107	130B1108	130B1208

Таблица 13.9 Номера для заказа дополнительных устройств D

### 13.2.5 Коды для заказа программного обеспечения

Описание	Номер для заказа
VLT® Средство конфигурирования МСТ 10 — 1 пользователь.	130B1000
VLT® Средство конфигурирования МСТ 10 — 5 пользователей.	130B1001
VLT® Средство конфигурирования МСТ 10 — 10 пользователей.	130B1002
VLT® Средство конфигурирования МСТ 10 — 25 пользователей.	130B1003
VLT® Средство конфигурирования МСТ 10 — 50 пользователей.	130B1004
VLT® Средство конфигурирования МСТ 10 — 100 пользователей.	130B1005
VLT® Средство конфигурирования МСТ 10 — неограниченное число пользователей.	130B1006

Таблица 13.10 Коды для заказа программного обеспечения

## 13.2.6 Номера для заказа комплектов

Тип	Описание	Номер для заказа
Различные устройства		
USB-порт в двери, E1 и F1-F13	Набор удлинителей USB для доступа к управлению преобразователем частоты через портативный компьютер без открытия корпуса преобразователя.	E1-E2 – 130B1156 F1-F13 – 176F1784
Верхний ввод — кабели двигателя, F1/F3	Позволяет устанавливать кабели двигателя через верхнюю часть корпуса двигателя. Должен использоваться с комплектом общих клемм двигателя. Только для корпусов F1/F3.	Шкаф 400 мм (15,7 дюйма) — 176F1838 Шкаф 600 мм (23,6 дюйма) — 176F1839
Верхний ввод — кабели двигателя, F2/F4	Позволяет устанавливать кабели двигателя через верхнюю часть корпуса двигателя. Должен использоваться с комплектом общих клемм двигателя. Только для корпусов F2/F4.	Шкаф 400 мм (15,7 дюйма) — 176F1840 Шкаф 600 мм (23,6 дюйма) — 176F1841
Верхний ввод — кабели двигателя, F8-F13	Позволяет устанавливать кабели двигателя через верхнюю часть корпуса двигателя. Должен использоваться с комплектом общих клемм двигателя. Только для корпусов F8-F13.	Обращайтесь на завод
Верхний ввод — кабели двигателя, F1-F2	Позволяет устанавливать кабели сетевого питания через верхнюю часть шкафа на стороне питания. Комплект может быть заказан с комплектом клемм двигателя. Только для корпусов F1-F2.	Шкаф 400 мм (15,7 дюйма) — 176F1832 Шкаф 600 мм (23,6 дюйма) — 176F1833
Верхний ввод — кабели сети питания, F3-F4 с расцепителем	Позволяет устанавливать кабели сетевого питания через верхнюю часть шкафа на стороне питания. Комплект может быть заказан с комплектом клемм двигателя. Только для корпусов F3-F4 с расцепителем.	Шкаф 400 мм (15,7 дюйма) — 176F1834 Шкаф 600 мм (23,6 дюйма) — 176F1835
Верхний ввод — кабели сети питания, F3-F4	Позволяет устанавливать кабели сетевого питания через верхнюю часть шкафа на стороне питания. Комплект может быть заказан с комплектом клемм двигателя. Только для корпусов F3-F4.	Шкаф 400 мм (15,7 дюйма) — 176F1836 Шкаф 600 мм (23,6 дюйма) — 176F1837
Верхний ввод — кабели сети питания, F8-F13	Позволяет устанавливать кабели сетевого питания через верхнюю часть шкафа на стороне питания. Комплект может быть заказан с комплектом клемм двигателя. Только для корпусов F8-F13.	Обращайтесь на завод
Верхний ввод — кабели периферийной шины, E2	Позволяет устанавливать кабели периферийной шины через верхнюю часть преобразователя частоты. При установке комплект имеет степень защиты IP20/шасси, но для повышения номинала защиты можно использовать другой ответный коннектор. Только для корпуса E2.	176F1742
Общие клеммы двигателя, F1-F4	Предоставляет шины и оборудование, необходимое для подключения клемм двигателя от подключаемых параллельно инверторов к одной клемме (на каждую фазу) для поддержки установки набора для верхнего ввода со стороны двигателя. Этот комплект равнозначен опции общих клемм двигателя у привода. Этот комплект не требуется для установки комплекта верхнего ввода со стороны двигателя, если при заказе привода была указана опция общих клемм двигателя. Также рекомендуется использовать для подключения выхода преобразователя частоты к выходному фильтру или выходному контактору. Общие клеммы двигателя устраняют необходимость в использовании кабелей равной длины от каждого из инверторов к общей точке на выходном фильтре (или двигателе).	Шкаф 400 мм (15,7 дюйма) — 176F1845 Шкаф 600 мм (23,6 дюйма) — 176F1846
Корпус NEMA 3R, E2	Предназначен для использования с IP00/IP20/шасси для обеспечения классов защиты NEMA 3R или NEMA 4. Такие корпуса предназначены для использования вне помещений, обеспечивая определенную защиту от погодных условий. Только для корпусов E2.	Сварной корпус — 176F0298 Корпус Rittal — 176F1852

Тип	Описание	Номер для заказа
Подставка, E1–E2	Комплект подставки имеет высоту 400 мм (15,8 дюйма) и предназначен для монтажа преобразователя на полу. На передней стороне подставки имеются отверстия для впуска охлаждающего воздуха к силовым компонентам. Только для корпусов E1–E2.	176F6739
Панель дополнительных входов, E1–E2	Используется для добавления плавких предохранителей, расцепителей/предохранителей, фильтров ВЧ-помех, фильтров ВЧ-помех/предохранителей и фильтров ВЧ-помех/расцепителей/предохранителей. Только для корпусов E1–E2.	Обращайтесь на завод
Переоборудование IP20, E2	Обеспечивает преобразователь частоты с пылевлагозащитой уровня IP20/защищенные шасси. Только для корпуса E2.	176F1884
<b>Комплекты для охлаждения через тыльный канал</b>		
Вход сзади/выход сзади, E1	Позволяет охлаждающему воздуху входить внутрь и выходить наружу через заднюю часть преобразователя частоты. Комплект содержит верхнюю крышку и крышку основания для корпусов E1 со степенью защиты IP21/54 (Type1/12).	176F1946
Вход сзади/выход сзади, E2	Позволяет охлаждающему воздуху входить внутрь и выходить наружу через заднюю часть преобразователя частоты. Комплект содержит верхнюю крышку и крышку основания для корпусов E2 со степенью защиты IP00 (шасси).	Сварной корпус — 176F1861 Корпус Rittal — 176F1783
Вход сзади/выход сзади, F1–F13	Позволяет охлаждающему воздуху входить внутрь и выходить наружу через заднюю часть преобразователя частоты. Пластины уже включены в комплект поставки преобразователя частоты. Свяжитесь с заводом-изготовителем для получения инструкций по установке.	Обращайтесь на завод
Вход снизу/выход сверху, E2	Позволяет охлаждающему воздуху входить внутрь в основании корпуса и выходить наружу через верхнюю часть преобразователя частоты. Этот комплект используется только для корпуса E2.	Шкаф 2000 мм (78,7 дюйма) — 176F1850 Шкаф 2200 мм (86,6 дюйма) — 176F0299
Выход сверху, E2	Позволяет охлаждающему воздуху выходить из корпуса через его верхнюю часть. Этот комплект используется только для корпуса E2.	176F1776
<b>Панель местного управления</b>		
LCP 101	Цифровая панель местного управления (NLCP)	130B1124
LCP 102	Графическая панель местного управления (GLCP)	130B1107
Кабель для LCP	Отдельный кабель для LCP, 3 м (9 футов)	175Z0929
Комплект LCP, IP21	Монтажный комплект для панели, включающий графическую панель местного управления, крепеж, кабель 3 м (9 футов) и прокладку	130B1113
Комплект LCP, IP21	Монтажный комплект для панели, включающий цифровую панель местного управления, крепеж и прокладку	130B1114
Комплект LCP, IP21	Монтажный комплект для всех панелей LCP всех типов, включающий крепеж, кабель 3 м (9 футов) и прокладку	130B1117

Таблица 13.11 Комплекты, доступные для корпусов E1–E2 и F1–F13

### 13.3 Номера для заказа фильтров и тормозных резисторов

См. спецификации размеров и номера заказов для фильтров и тормозных резисторов в следующих руководствах по проектированию:

- *Руководство по проектированию VLT® Brake Resistor MCE 101.*
- *Руководстве по проектированию VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010.*
- *Руководство по проектированию выходных фильтров.*

### 13.4 Запасные части

См. веб-сайт VLT® Shop или конфигуратор преобразователя частоты ([www.danfoss.com/drives](http://www.danfoss.com/drives)), чтобы найти необходимые запасные части для вашей системы.

## 14 Приложение

### 14.1 Сокращения и символы

60° AVM	Асинхронная векторная модуляция 60°
A	Ампер
AC	Переменный ток
AD	Электростатический разряд через воздух
АОЭ	Автоматическая оптимизация энергопотребления
AI	Аналоговый вход
AIC	Ампер тока отключения
ААД	Автоматическая адаптация двигателя
AWG	Американский сортамент проводов
°C	Градусы Цельсия
CB	Автоматический выключатель
CD	Постоянный разряд
CDM	Комплектный модуль привода: преобразователь частоты, секция питания и вспомогательные устройства
CE	Соответствие стандартам безопасности Евросоюза
CM	Синфазный режим
CT	Постоянный крутящий момент
DC	Постоянный ток
DI	Цифровой вход
DM	Дифференциальный режим
D-TYPE	В зависимости от типа привода
ЭМС	Электромагнитная совместимость
ЭДС	Электродвижущая сила
ЭТР	Электронное тепловое реле
°F	Градусы Фаренгейта
$f_{\text{LOG}}$	Частота двигателя в случае активизации функции фиксации частоты
$f_{\text{M}}$	Частота двигателя
$f_{\text{MAX}}$	Максимальная выходная частота, выдаваемая на выходе преобразователя частоты
$f_{\text{MIN}}$	Минимальная частота двигателя на выходе преобразователя частоты
$f_{\text{M,N}}$	Номинальная частота двигателя
FC	Преобразователь частоты (привод)
FSP	Насос с фиксированной скоростью
HIPERFACE®	HIPERFACE® является зарегистрированным товарным знаком компании Stegmann
HO	Повышенная перегрузка (HO)
л. с.	Мощность в лошадиных силах
HTL	Импульсы энкодера HTL (10–30 В) — высоковольтная транзистор-транзисторная логика (High-voltage Transistor Logic, HTL)
Гц	Герц
$I_{\text{INV}}$	Номинальный выходной ток инвертора
$I_{\text{LIM}}$	Предел по току
$I_{\text{M,N}}$	Номинальный ток двигателя

$I_{\text{VLT,MAX}}$	Максимальный выходной ток
$I_{\text{VLT,N}}$	Номинальный выходной ток, обеспечиваемый преобразователем частоты
кГц	Килогерц
LCP	Local control panel = панель местного управления
Младший бит	Младший значащий бит
м	метр
мА	Миллиампер
MCM, mcm	Млн круглых мил
MCT	Служебная программа управления движением
мГ	Индуктивность в миллигенри
мм	Миллиметр
мс	Миллисекунда
Старший бит	Старший значащий бит
$\eta_{\text{VLT}}$	КПД преобразователя частоты определяется отношением выходной мощности и входной мощности
нФ	Емкость в нанофарадах
NLCP	Цифровая панель местного управления
Н·м	Ньютон-метр
NO	Нормальная перегрузка (NO)
$n_s$	Синхронная скорость двигателя.
Оперативные e/ автономные параметры	Оперативные параметры вступают в действие сразу же после изменения их значений
$P_{\text{торм., длит.}}$	Номинальная мощность тормозного резистора (средняя за время длительного торможения)
PCB	Печатная плата
PCD	Технологические данные
PDS	Система силового привода: CDM и двигатель
PELV	Защитное сверхнизкое напряжение
$P_m$	Номинальная выходная мощность преобразователя частоты при высокой перегрузке
$P_{\text{M,N}}$	Номинальная мощность двигателя
Двигатель с ПМ	С двигателем с постоянными магнитами
ПИД-регулятор процесса	Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор, поддерживает необходимую скорость, давление, температуру и т. д.
$R_{\text{торм., ном.}}$	Номинальное сопротивление резистора, при котором обеспечивается мощность торможения на валу двигателя, равная 150/160 %, в течение 1 минуты.
RCD	Датчик остаточного тока
Рекуперация	Клеммы рекуперации



R <sub>мин.</sub>	Минимальное допустимое преобразователем частоты значение сопротивления тормозного резистора
эфф.	Эффективное (среднеквадратическое) значение
об/мин	Число оборотов в минуту
R <sub>рек.</sub>	Рекомендуемое сопротивление тормозных резисторов Danfoss
c	Секунда
SCCR	Номинальный ток короткого замыкания
SFAVM	Асинхронная векторная модуляция с ориентацией по магнитному потоку статора
STW	Слово состояния
SMPS	Импульсный источник электропитания
THD	Общее гармоническое искажение
T <sub>цм</sub>	Предел момента
ТТЛ	Импульсы энкодера TTL (5 В) — транзисторная логика
U <sub>м,н</sub>	Номинальное напряжение двигателя
Соответстви е UL	Underwriters Laboratories (Организация в США, занимающаяся сертификацией в области безопасности оборудования)
V	Вольты
VSP	Насос с переменной скоростью
VT	Переменный крутящий момент
VVC <sup>+</sup>	Расширенное векторное управление напряжением

Таблица 14.1 Сокращения и символы

## 14.2 Определения

### Тормозной резистор

Тормозной резистор представляет собой модуль, способный поглощать мощность торможения, выделяемую при рекуперативном торможении. Регенеративная мощность торможения повышает напряжение в звене постоянного тока, а тормозной прерыватель обеспечивает передачу этой мощности в тормозной резистор.

### Момент опрокидывания

$$n_c = \frac{2 \times \text{пар.} \cdot 1 - 23 \times 60 \text{ c}}{\text{пар.} \cdot 1 - 39}$$

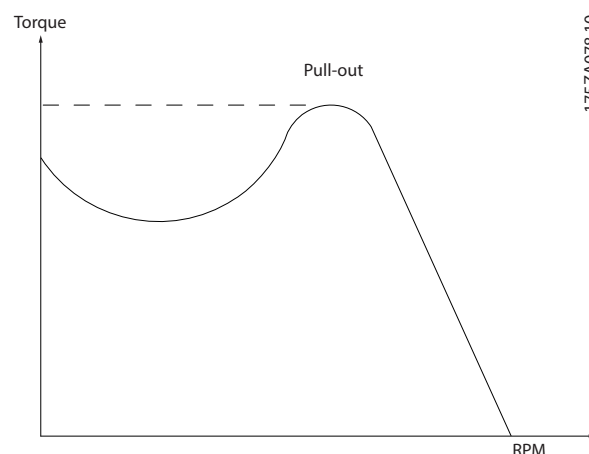


Рисунок 14.1 График момента опрокидывания

### Останов выбегом

Вал находится в режиме свободного вращения. Крутящий момент на двигателе отсутствует.

### Характеристики постоянного крутящего момента

Характеристики постоянного крутящего момента (constant torque, СТ), используемые во всевозможных применениях, например в ленточных транспортерах, поршневых насосах и подъемных кранах.

### Инициализация

Если выполняется инициализация (параметр 14-22 Режим работы), преобразователь частоты возвращается к заводским настройкам.

### Прерывистый рабочий цикл

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

### Коэффициент мощности

Истинный коэффициент мощности (лямбда) учитывает все гармоники и всегда меньше, чем коэффициент мощности (cos phi), учитывающий только первые гармоники тока и напряжения.

$$\cos \phi = \frac{P \text{ (кВт)}}{P \text{ (кВА)}} = \frac{U \lambda \times I \lambda \times \cos \phi}{U \lambda \times I \lambda}$$

Cos phi также называется коэффициентом реактивной мощности.

Значения лямбда и cos phi для преобразователей частоты Danfoss VLT<sup>®</sup> указаны в глава 7.3 Питание от сети.

Коэффициент мощности показывает, в какой мере преобразователь частоты нагружает питающую сеть. Чем ниже коэффициент мощности, тем больше I<sub>эфф.</sub> при одной и той же мощности преобразователя (кВт). Кроме того, высокий коэффициент мощности показывает, что токи гармоник малы.

Во всех преобразователях частоты Danfoss имеются реакторы цепи постоянного тока, встроенные в цепь постоянного тока, что обеспечивает высокий коэффициент мощности и уменьшает полный коэффициент гармоник (THD) в сетевом питании.

**Импульсный вход/инкрементный энкодер**

Внешний цифровой датчик, используемый для формирования сигнала обратной связи по скорости и направлению вращения двигателя. Энкодеры используются для получения высокоскоростной и точной обратной связи и в быстродействующих системах.

**Набор параметров**

Настройки параметров можно сохранять в виде 4 наборов. Возможен переход между 4 наборами параметров и редактирование одного набора параметров во время действия другого набора параметров.

**Компенсация скольжения**

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

**Интеллектуальное логическое управление (SLC)**

Интеллектуальное логическое управление — это последовательность заданных пользователем действий, которые выполняются в случае, если SLC признает соответствующие, определенные пользователем события истинными. *(Группа параметров 13-\*\* Интеллектуальная логика)*

**Шина стандарта FC**

Представляет собой шину RS485, работающую по протоколу FC или протоколу MC. См. *параметр 8-30 Протокол.*

**Термистор**

Температурно-зависимый резистор, устанавливается там, где необходимо контролировать температуру (в преобразователе частоты или в двигателе).

**Отключение**

Состояние, вводимое в аварийной ситуации, например в случае перегрева преобразователя частоты или когда преобразователь частоты защищает двигатель, технологический процесс или механизм. Перезапуск не допускается до тех пор, пока причина неполадки не будет устранена и пока состояние отключения не будет отменено.

**Отключение с блокировкой**

Состояние, вводимое в аварийной ситуации, когда преобразователь частоты осуществляет защиту собственных устройств и требует физического вмешательства. Отключение с блокировкой может быть отменено выключением сети питания, устранением причины неисправности и новым включением преобразователя частоты. Перезапуск не допускается до

тех пор, пока состояние отключения не будет отменено посредством активации сброса.

**Характеристики переменного крутящего момента:**

Характеристики переменного крутящего момента для управления насосами и вентиляторами.

**14.3 Монтаж и настройка RS485**

RS485 представляет собой двухпроводный интерфейс шины, совместимый с топологией многоабонентской сети. Узлы можно подключать как шину, а также через ответвительные кабели от магистральной шины. Всего к одному сегменту сети может быть подключено до 32 узлов.

Сегменты сети разделены ретрансляторами. Следует иметь в виду, что каждый ретранслятор действует как узел внутри сегмента, в котором он установлен. Каждый узел в составе данной сети должен иметь уникальный адрес, не повторяющийся в остальных сегментах. Заделайте каждый сегмент на обоих концах, используя либо конечный переключатель (S801) преобразователя частоты, либо оконечную резисторную схему со смещением. В качестве кабелей шины всегда используйте экранированную витую пару (STP) и следуйте общепринятым способам монтажа. Большое значение имеет обеспечение низкого импеданса заземления экрана в каждом узле, в том числе по высоким частотам. Поэтому к «земле» необходимо подключить экран с большой поверхностью с помощью, например, кабельного зажима или проводящего кабельного уплотнения. Для создания одинакового потенциала по всей сети, особенно в установках с кабелями большой длины, может потребоваться применение кабелей выравнивания потенциалов.

Для предотвращения несогласования импедансов всегда используйте во всей сети кабели одного типа. Всегда подключайте двигатель к преобразователям частоты только экранированным кабелем.

Кабель	Экранированная витая пара (STP)
Импеданс	120 Ом
Длина кабеля	Не более 1200 м (3937 футов) (включая ответвительные линии). Макс. 500 м (1640,5 фута) между станциями

Таблица 14.2 Кабель электродвигателя

Один или несколько преобразователей частоты могут быть подключены к одному контроллеру (или главному устройству) с помощью стандартного интерфейса RS485. Клемма 68 соединяется с сигнальным проводом P (TX+, RX+), а клемма 69 — с сигнальным проводом N (TX-, RX-). См. рисунки в *глава 10.16 Монтаж с учетом требований ЭМС.*

Если к главному устройству подключается более одного преобразователя частоты, используйте параллельное соединение.

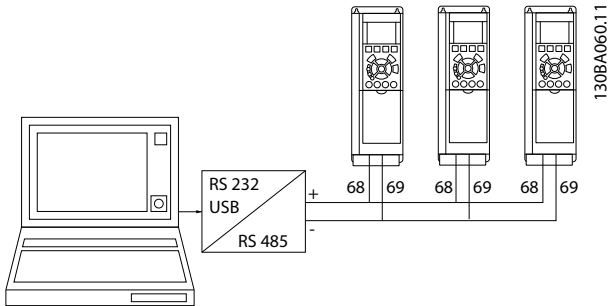


Рисунок 14.2 Параллельные соединения

Чтобы избежать появления в экране токов выравнивания потенциалов, заземлите экран кабеля с помощью клеммы 61, которая соединена с корпусом через резистивно-емкостную цепь (RC-link).

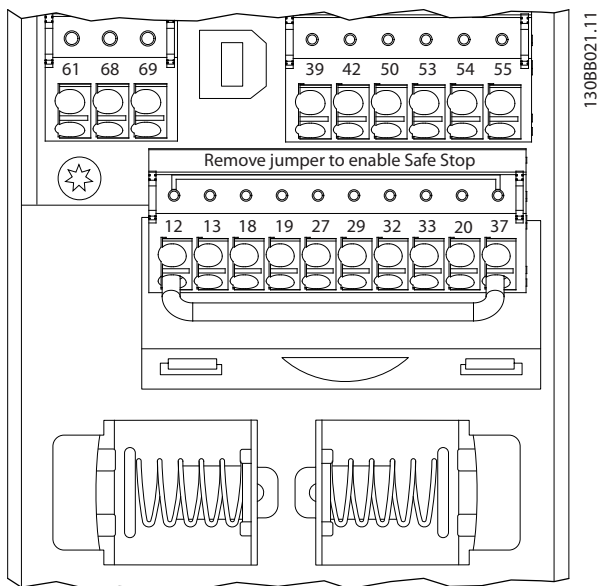


Рисунок 14.3 Клеммы платы управления

На обоих концах шина RS485 должна заканчиваться резисторами. Для этого установите переключатель S801 на плате управления в положение «ON» (Вкл.). Для получения дополнительных сведений см. глава 10.2 Схема подключений.

Должен быть выбран протокол связи параметр 8-30 Протокол.

### 14.3.1 Обеспечение ЭМС

Для устранения помех в сети RS485 рекомендуется соблюдать следующие меры предосторожности в отношении ЭМС.

Необходимо соблюдать надлежащие государственные и местные нормы и правила, касающиеся, например, подключения защитного заземления. Кабель связи RS485 должен прокладываться на удалении от кабелей двигателя и тормозного резистора, чтобы предотвратить взаимные ВЧ-помехи между кабелями. Обычно достаточно обеспечить расстояние в 200 мм. Однако там, где кабели проложены параллельно на большой протяженности, рекомендуется предусматривать максимально возможное расстояние между кабелями. Если не удастся избежать пересечения, кабель RS485 должен пересекаться с кабелями двигателя и тормозного резистора под углом 90°.

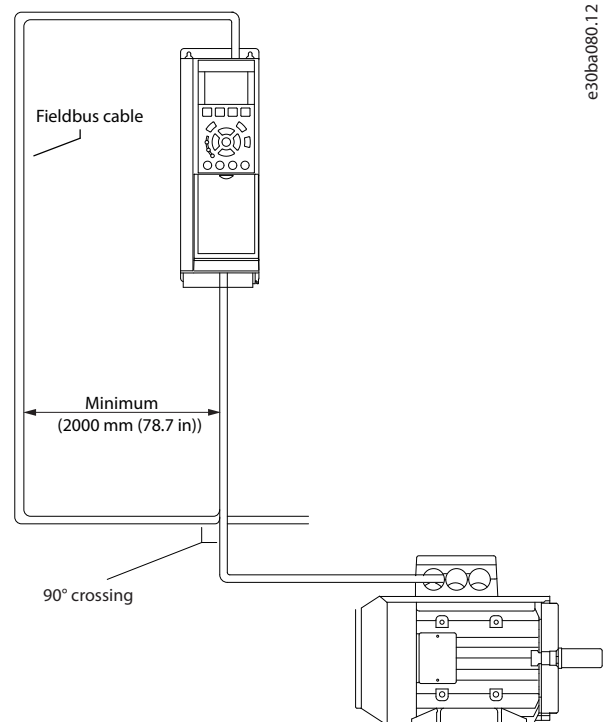


Рисунок 14.4 Обеспечение ЭМС

## 14.4 RS485: краткое описание протокола FC

### 14.4.1 Краткое описание протокола FC

Протокол FC, также называемый шиной FC или стандартной шиной, является стандартным протоколом Danfoss для периферийной шины. Он определяет

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

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

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

#### 14.4.2 Настройка преобразователя частоты

Чтобы разрешить FC-протокол для преобразователя частоты, установите следующие параметры.

Номер параметра	Настройка
Параметр 8-30 Протокол	FC
Параметр 8-31 Адрес	1–126
Параметр 8-32 Скорость передачи порта ПЧ	2400–115200
Параметр 8-33 Биты контроля четности / стоповые биты	Контроль по четности, 1 стоповый бит (по умолчанию)

Таблица 14.3 Параметры протокола FC

### 14.5 RS485: структура кадра телеграммы протокола FC

#### 14.5.1 Состав символа (байта)

Каждый передаваемый символ начинается со стартового бита. Затем передаются восемь бит данных, каждые восемь бит соответствуют одному байту. Каждый символ защищается с помощью четности битов. Этот бит устанавливается равным 1 после подтверждения четности. Четность достигается, когда имеется одинаковое число двоичных единиц в восьми битах данных и сумма соответствует биту четности. Символ

завершается стоповым битом, так что общее число битов равно 11.



Рисунок 14.5 Символ (байт)

#### 14.5.2 Структура телеграммы

Каждая телеграмма имеет свою структуру:

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

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

Телеграмма завершается управляющим байтом (BCC).



Рисунок 14.6 Структура телеграммы

#### 14.5.3 Длина телеграммы (LGE)

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

- Длина телеграмм, содержащих 4 байта данных, равна  $LGE = 4 + 1 + 1 = 6$  байт.
- Длина телеграмм, содержащих 12 байт данных, равна  $LGE = 12 + 1 + 1 = 14$  байт.
- Длина телеграммы, содержащей тексты, равна  $10^{1)+n}$  байт.

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

#### 14.5.4 Адрес преобразователя частоты (ADR)

Используются два разных формата адреса. Диапазон адресов преобразователя частоты составляет 1–31 или 1–126.

- Формат адреса 1–31

- Бит 7 = 0 (активен формат адреса 1–31)
- Бит 6 не используется.
- Бит 5 = 1: циркулярная рассылка, биты адреса (0–4) не используются.
- Бит 5 = 0: нет циркулярной рассылки.
- Бит 0–4 = адрес преобразователя частоты 1–31.
- Формат адреса 1–126
  - Бит 7 = 1 (активен формат адреса 1–126).
  - Бит 0–6 = адрес преобразователя частоты 1–126.
  - Биты 0–6 = 0 циркулярная рассылка.

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

#### 14.5.5 Управляющий байт (BCC)

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

### 14.5.6 Поле данных

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

3 типа телеграмм:

#### Блок данных процесса (PCD)

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

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

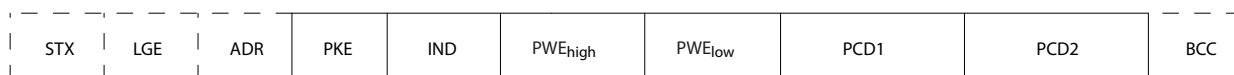


130BA269.10

Рисунок 14.7 PCD

#### Блок параметров

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

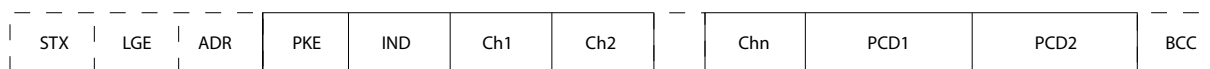


130BA271.10

Рисунок 14.8 Блок параметров

#### Текстовый блок

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



130BA270.10

Рисунок 14.9 Текстовый блок

### 14.5.7 Поле PKE

Поле PKE содержит два подполя:

- Команда параметра и ответ, АК.
- Номер параметра, PNU.

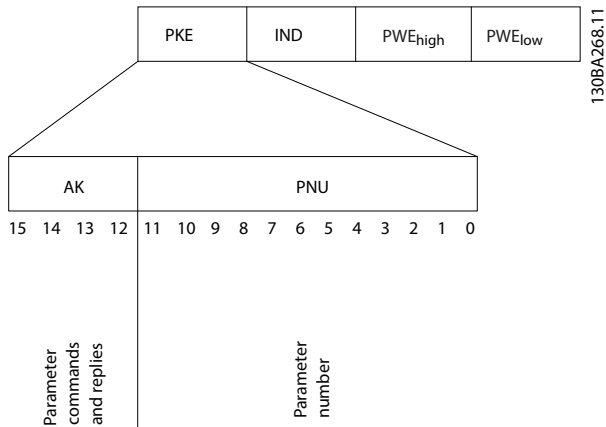


Рисунок 14.10 Поле PKE

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

Номер бита				Команда параметра
15	14	13	12	
0	0	0	0	Нет команды.
0	0	0	1	Считывание значения параметра.
0	0	1	0	Запись значения параметра в ОЗУ (слово).
0	0	1	1	Запись значения параметра в ОЗУ (двойное слово).
1	1	0	1	Запись значения параметра в ОЗУ и ЭСППЗУ (двойное слово).
1	1	1	0	Запись значения параметра в ОЗУ и ЭСППЗУ (слово).
1	1	1	1	Чтение/запись текста.

Таблица 14.4 Команды параметра: главное⇒подчиненное

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

Таблица 14.5 Ответ: подчиненное⇒главное

Если команда не может быть выполнена, подчиненное устройство посылает ответ

«0111 Команда не может быть выполнена»

— и записывает в значение параметра (PWE) следующее сообщение о неисправности:

Низкое PWE (16-ричн.)	Сообщение о неисправности
0	Используемый номер параметра не существует.
1	Отсутствует доступ для записи в заданный параметр.
2	Значение данных превышает пределы, установленные параметром.
3	Используемый подиндекс не существует.
4	Параметр не относится к типу массива.
5	Тип данных не соответствует указанному параметру.
11	В текущем режиме преобразователя частоты изменение данных в заданном параметре невозможно. Некоторые параметры можно изменять только при выключенном двигателе.
82	Отсутствует доступ по шине к заданному параметру.
83	Изменение данных невозможно, поскольку выбран заводской набор параметров.

Таблица 14.6 Сообщение о неисправности

### 14.5.8 Номер параметра (PNU)

В битах 0–11 пересылаются номера параметров. Функция соответствующего параметра определена в описании параметров в *руководстве по программированию*.

### 14.5.9 Индекс (IND)

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

В качестве индекса используется только младший байт.

### 14.5.10 Значение параметра (PWE)

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

Если подчиненное устройство реагирует на запрос значения параметра (команда чтения), текущее значение параметра посылается в блоке PWE и возвращается главному устройству. Если параметр содержит не численное значение, а несколько вариантов выбора данных, например *параметр 0-01 Language [0] Английский* или *[4] Danish (Датский)*, то значение данных выбирается путем ввода величины в блок PWE. Последовательная связь позволяет только считывать параметры, содержащие данные типа 9 (текстовая строка).

*Параметр 15-40 FC Type–параметр 15-53 Power Card Serial Number* содержат данные типа 9.

Например, размер блока и диапазон напряжения сети можно посмотреть в *параметр 15-40 FC Type*. При пересылке текстовой строки (чтение) длина телеграммы переменная, поскольку тексты имеют разную длину. Длина телеграммы указывается во втором байте телеграммы (LGE). При использовании передачи текста символ индекса определяет, является ли команда командой чтения или записи.

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

Некоторые параметры содержат текст, который записывается по периферийной шине. Чтобы записать текст с помощью блока PWE, для команды параметра (AK) следует задать 16-ричное значение F. Старший бит символа индекса должен быть равен 5.

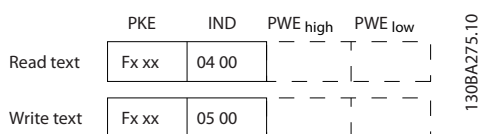


Рисунок 14.11 PWE

14

### 14.5.11 Поддерживаемые типы данных

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

Типы данных	Описание
3	Целое 16
4	Целое 32
5	Без знака 8
6	Без знака 16
7	Без знака 32
9	Текстовая строка
10	Строка байтов
13	Разность времени

Типы данных	Описание
33	Зарезервировано
35	Последовательность битов

Таблица 14.7 Поддерживаемые типы данных

### 14.5.12 Преобразование

Различные атрибуты каждого параметра указаны в разделе заводских настроек. Значения параметров передаются только как целые числа. Поэтому для передачи дробной части числа используются коэффициенты преобразования.

Коэффициент преобразования *Параметр 4-12 Motor Speed Low Limit [Hz]* равен 0,1.

Если нужно предварительно установить минимальную частоту равной 10 Гц, то должно быть передано число 100. Коэффициент преобразования 0,1 означает, что переданная величина умножается на 0,1. Таким образом, величина 100 будет восприниматься как 10,0.

Примеры:

- 0 s⇒индекс преобразования 0
- 0,00 с⇒индекс преобразования -2
- 0 м/с⇒индекс преобразования -3
- 0,00 мс⇒индекс преобразования -5

Индекс преобразования	Коэффициент преобразования
100	
75	
74	
67	
6	1000000
5	100000
4	10000
3	1000
2	100
1	10
0	1
-1	0,1
-2	0,01
-3	0,001
-4	0,0001
-5	0,00001
-6	0,000001
-7	0,0000001

Таблица 14.8 Таблица преобразования



### 14.5.13 Слова состояния процесса (PCD)

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

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

Таблица 14.9 Последовательность PCD

## 14.6 RS485: примеры параметров протокола FC

### 14.6.1 Запись значения параметра

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

PKE = E19E 16-ричн. — запись одного слова в *параметр 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]*.

IND = 0000 16-ричн.

PWE<sub>high</sub> = 0000 16-ричн.

PWE<sub>low</sub> = 03E8 16-ричн. — значение данных 1000, соответствующее частоте 100 Гц, см. глава 14.5.12 Преобразование.

E19E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

Рисунок 14.12 Телеграмма

130BA092.10

### **УВЕДОМЛЕНИЕ**

*Параметр 4-14 Motor Speed High Limit [Hz]* представляет собой одно слово, а командой параметра для записи в ЭСППЗУ является E. Номером параметра *параметр 4-14 Верхний предел скорости двигателя [Гц]* является 19E в 16-ричном формате.

119E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

Рисунок 14.13 Ответ главного устройства подчиненному устройству

130BA093.10

### 14.6.2 Считывание значения параметра

Чтение значения в *параметр 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time*.

PKE = 1155 16-ричн. — чтение значения параметра в *параметр 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time*

IND = 0000 16-ричн.

PWE<sub>high</sub> = 0000 16-ричн.

PWE<sub>low</sub> = 0000 16-ричн.

1155	H	0000	H	0000	H	0000	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

Рисунок 14.14 Значение параметра

130BA094.10

Если значение в *параметр 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* равно 10 секундам, ответ от подчиненного устройства главному имеет вид:

1155	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE <sub>high</sub>		PWE <sub>low</sub>	

Рисунок 14.15 Ответ подчиненного устройства главному

130BA267.10

3E8 (16-ричн.) соответствует десятичному числу 1000. Индекс преобразования для *параметр 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* равен -2.

*Параметр 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* относится к типу Без знака 32.

## 14.7 RS485: краткое описание Modbus RTU

### 14.7.1 Допущения

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

### 14.7.2 Необходимые сведения

Встроенный протокол Modbus RTU (дистанционный терминал) предназначен для осуществления связи с любым контроллером, который поддерживает интерфейсы, указанные в этом руководстве.

Предполагается, что читатель полностью осведомлен о возможностях и ограничениях контроллера.

### 14.7.3 Общие сведения о Modbus RTU

Вне зависимости от типа физических коммуникационных сетей, в кратком описании протокола Modbus RTU рассматривается процесс, который использует контроллер для запроса доступа к другому устройству. В этом процессе описывается, как Modbus RTU реагирует на запросы другого устройства, как будут обнаруживаться ошибки и как о них будет сообщаться. Кроме того, устанавливается общий формат для компоновки и содержимого полей сообщения.

Во время обмена данными через сеть Modbus RTU протокол определяет следующее.

- Как каждый контроллер узнает адрес своего устройства.
- Распознает сообщение, направленное ему.
- Определяет, какие действия предпринять.
- Извлекает данные или прочие сведения, содержащиеся в сообщении.

Если требуется ответ, контроллер формирует ответное сообщение и отправляет его.

Контроллеры осуществляют связь по принципу «главный-подчиненный», при котором только одно устройство (главное) может инициировать операции связи (называемые запросами). Остальные устройства (подчиненные) отвечают, посылая запрошенные данные главному устройству или отвечая на запрос.

Главное устройство может обращаться к отдельным подчиненным устройствам или посылать циркулярное сообщение всем подчиненным устройствам.

Подчиненные устройства посылают ответное сообщение (называемое ответом) на запросы, которые им адресовались индивидуально. На циркулярные запросы главного устройства ответы не посылаются. Протокол Modbus RTU определяет формат запроса главного устройства путем ввода в запрос адреса устройства или циркулярного адреса, кода функции, определяющего требуемое действие, любые посылаемые данные и поле обнаружения ошибок. Ответное сообщение подчиненного устройства также формируется с использованием протокола Modbus. Оно содержит поля, подтверждающие выполненные действия, любые возвращаемые данные и поле обнаружения ошибок. Если при приеме сообщения появляется ошибка или если подчиненное устройство не может выполнить затребованное действие, подчиненное устройство формирует сообщение об ошибке и посылает его в ответе или возникает тайм-аут.

### 14.7.4 Drive с Modbus RTU

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

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

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

Для регулирования скорости обычно используется задание по шине. Кроме того, можно получить доступ к параметрам, прочитать их значения и, в некоторых случаях, записать значения в параметры; это позволяет реализовать различные возможности управления, включая управление уставкой преобразователя частоты во время использования его внутреннего ПИ-регулятора.

### 14.7.5 Drive с Modbus RTU

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

Параметр	Настройка
Параметр 8-30 Protocol	Modbus RTU
Параметр 8-31 Address	1–247
Параметр 8-32 Baud Rate	2400–115200
Параметр 8-33 Parity / Stop Bits	Контроль по четности, 1 стоповый бит (по умолчанию)

### 14.7.6 Drive с Modbus RTU

Контроллеры настраиваются на передачу по сети Modbus с использованием режима RTU, в котором каждый байт в сообщении содержит 2 4-битных шестнадцатеричных символа. Формат для каждого байта показан в Таблица 14.10.

Стартовый бит	Байт данных								Останов/контроль четности	Останов

Таблица 14.10 Примерный формат

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

Таблица 14.11 Сведения о битах

## 14.8 RS485: структура телеграммы Modbus RTU

### 14.8.1 Структура сообщения Modbus RTU

Передающее устройство помещает сообщение Modbus RTU в кадр с известными начальной и конечной точками. Принимающие устройства могут начать с начала сообщения, прочитать адресную часть, определить, какому устройству адресуется сообщение (или всем устройствам, если является циркулярным), и распознать, когда сообщение закончено. Частичные сообщения выявляются и определяются как ошибочные. Передаваемые символы в каждом поле должны быть шестнадцатеричного формата от 00 до FF. Преобразователь частоты непрерывно контролирует сетевую шину, в том числе и во время интервалов «молчания». Когда получено первое поле (поле адреса), каждый преобразователь частот или устройство декодирует его, чтобы определить, кому адресовано сообщение. Сообщения Modbus RTU с адресом 0 являются циркулярными. В случае циркулярных

сообщений ответ не разрешается. Типичный кадр сообщения показан в Таблица 14.12.

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

Таблица 14.12 Типичная структура телеграммы Modbus RTU

### 14.8.2 Поля начала/останова

Сообщения начинаются с периода молчания продолжительностью не менее 3,5 интервалов передачи символа, который реализуется как несколько символьных интервалов при выбранной скорости передачи данных в сети (показывается как начало T1-T2-T3-T4). Первым передаваемым полем является адрес устройства. За последним переданным символом аналогичный период длительностью не менее 3,5 символьных интервалов означает конец сообщения. После этого периода может начаться новое сообщение. Весь кадр сообщения должен передаваться в виде непрерывного потока. Если до завершения кадра происходит период молчания длительностью более 1,5 символьных интервала, принимающее устройство сбрасывает неполное сообщение и предполагает, что следующий байт является полем адреса нового сообщения. Аналогичным образом, если новое сообщение начинается до того, как истечет период длительностью 3,5 символьных интервалов после предыдущего сообщения, принимающее устройство считает это продолжением предыдущего сообщения, вызывая тайм-аут (отсутствие отклика от подчиненного устройства), поскольку значение в конечном поле CRC (циклический контроль по избыточности) не действительно для объединенных сообщений.

### 14.8.3 Адресное поле

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

## 14.8.4 Поле функции

Поле функции в кадре сообщения содержит 8 бит. Допустимые коды находятся в диапазоне 1–FF. Поля функций используются для передачи сообщений между главным и подчиненным устройствами. Когда сообщение посылается от главного устройства к подчиненному, поле кода функции сообщает подчиненному устройству, какое действие требуется выполнить. Когда подчиненное устройство отвечает главному, оно использует поле кода функции, чтобы указать, что ответ является либо нормальным (ошибки нет), либо произошла какая-либо ошибка (исключительный ответ). При нормальном ответе подчиненное устройство просто повторяет первоначальный код функции. Для исключительного ответа подчиненное устройство возвращает код, который эквивалентен первоначальному коду со старшим значащим битом, установленным на логическую «1». Кроме того, подчиненное устройство помещает уникальный код в поле данных ответного сообщения. Это извещает главное устройство о том, какая произошла ошибка, или сообщает причину исключения. См. *глава 14.9.1 Коды функций, поддерживаемые Modbus RTU.*

## 14.8.5 Поле данных

Поле данных формируется с помощью групп из двух шестнадцатеричных цифр в диапазоне от 00 до FF. Эти последовательности состоят из одного символа RTU. Поле данных сообщений, посылаемых главным устройством подчиненному, содержит дополнительную информацию, которую должно использовать подчиненное устройство для совершения действия, определяемого кодом функции. Такая информация может содержать такие элементы, как адреса катушки или регистра, количество элементов и счет текущих байтов данных в этом поле.

## 14.8.6 Поле контроля CRC

Сообщения содержат поле обнаружения ошибок с действием по методу циклического контроля избыточности (CRC). Поле CRC проверяет содержимое всего сообщения. Поле CRC используется независимо от методов проверки четности отдельных символов сообщения. Значение CRC вычисляется передающим устройством, которое затем прилагает поле проверки CRC в качестве последнего поля сообщения. Принимающее устройство пересчитывает CRC во время приема сообщения и сравнивает вычисленное значение с значением, полученным в поле CRC. Если эти два значения не равны, результатом будет таймаут шины. Поле обнаружения ошибок содержит двоичное число из 16 бит, составленное из двух 8-битовых байтов. После проверки на ошибки сначала добавляется младший

байт, а затем старший. Старший байт CRC — последний байт, посылаемый в сообщении.

## 14.8.7 Адресация катушек и регистров

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

Номер катушки	Описание	Направление сигнала
1–16	Командное слово преобразователя частоты (см. Таблица 14.14).	От главного устройства к подчиненному
17–32	Диапазон заданий скорости или уставки преобразователя частоты 0x0–0xFFFF (-200% ... ~200%).	От главного устройства к подчиненному
33–48	Слово состояния преобразователя частоты (см. Таблица 14.14).	От главного устройства к подчиненному
49–64	Режим-разомкнутого контура: Выходная частота преобразователя частоты. Режим с замкнутым контуром: Сигнал обратной связи преобразователя частоты.	От подчиненного устройства к главному
65	Управление записью параметра (от главного к подчиненному).	От главного устройства к подчиненному
	0 = изменения параметров записываются в ОЗУ преобразователя частоты.	
	1 = изменения параметров записываются в ОЗУ и ЭСППЗУ преобразователя частоты.	
66–65536	Зарезервировано.	

Таблица 14.13 Катушки и регистры временного хранения

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

Таблица 14.14 Командное слово преобразователя частоты (профиль FC)

Катушка	0	1
33	Управление не готово	Готовность к управлению
34	Привод не готов	Привод готов
35	Останов выбегом	Защита замкнута
36	Нет авар. сигналов	Аварийный сигнал
37	Не используется	Не используется
38	Не используется	Не используется
39	Не используется	Не используется
40	Нет предупреждения	Предупреждение
41	Не на задании	На задании
42	Ручной режим	Автоматический режим
43	Вне диапазо. скорости	В частотном диапазоне
44	Остановлен	Работа
45	Не используется	Не используется
46	Нет предупр. о напряжении	Предупр. о напряжении
47	Не в пределе по току	Предел по току
48	Нет предупр. о перегреве	Предупр. о перегреве

Таблица 14.15 Слово состояния преобразователя частоты (профиль FC)

Номер регистра	Описание
00001–00006	Зарезервировано.
00007	Последний код ошибки от интерфейса объекта данных FC.
00008	Зарезервировано.
00009	Индекс параметра <sup>1)</sup> .
00010–00990	Группа параметров 000 (параметры от 001–099).
01000–01990	Группа параметров 100 (параметры 100–199).
02000–02990	Группа параметров 200 (параметры 200–299).
03000–03990	Группа параметров 300 (параметры 300–399).
04000–04990	Группа параметров 400 (параметры 400–499).
...	...
49000–49990	Группа параметров 4900 (параметры 4900–4999).
50000	Входные данные: регистр командного слова преобразователя частоты (CTW).
50010	Входные данные: регистр задания по шине (REF).
...	...
50200	Выходные данные: регистр слова состояния преобразователя частоты (STW).
50210	Выходные данные: регистр основного текущего значения параметра (main actual value, MAV) преобразователя частоты.

Таблица 14.16 Регистры временного хранения

1) Применяется для определения номера индекса, используемого при доступе к индексируемому параметру.

## 14.9 RS485: коды функций в сообщениях Modbus RTU

### 14.9.1 Коды функций, поддерживаемые Modbus RTU

Протокол Modbus RTU поддерживает использование следующих кодов функций в *Таблица 14.17* в поле функции сообщения.

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

Таблица 14.17 Коды функций

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

Таблица 14.18 Коды функций

### 14.9.2 Исключительные коды Modbus

Полное описание структуры ответа с исключительным кодом см. в разделах с по *глава 14.8 RS485: структура телеграммы Modbus RTU*.

Код	Название	Смысл
1	Недопустимая функция	Код функции, полученный в запросе, является недопустимым действием для сервера (или подчиненного устройства). Это может быть связано с тем, что код функции применяется только к более новым устройствам и не был внедрен в выбранном устройстве. Он также может указывать на то, что сервер (или подчиненное устройство) находится в ошибочном состоянии для обработки запроса данного типа, например, он не настроен и получает запрос на возвращение значений регистра.
2	Недопустимый адрес данных	Адрес данных, полученный в запросе, является недопустимым адресом для сервера (или подчиненного устройства). В частности, сочетание номера задания и длины передачи является недопустимым. Для контроллера со 100 регистрами запрос со смещением 96 и длиной 4 будет успешно обработан, запрос со смещением 96 и длиной 5 создает исключение 02.
3	Недопустимое значение данных	Значение в поле данных запроса является недопустимым значением для сервера (или подчиненного устройства). Этот код указывает на ошибку в структуре остатка сложного запроса, например неправильную примененную длину. Это НЕ значит конкретно, что элемент данных, отправленный для сохранения в регистре, имеет значение, не подходящее для прикладной программы, поскольку протокол Modbus не знает о том, что означает определенное значение определенного регистра.
4	Ошибка подчиненного устройства	Возникла неисправимая ошибка во время попытки сервера (или подчиненного устройства) выполнить запрашиваемое действие.

Таблица 14.19 Исключительные коды Modbus

## 14.10 RS485: параметры Modbus RTU

### 14.10.1 Операции с параметрами

Номер параметра (PNU) переносится из адреса регистра, содержащегося в читаемом или записываемом сообщении Modbus. Номер параметра передается в сообщении Modbus как ДЕСЯТИЧНОЕ ЧИСЛО, равное 10 x номер параметра.

### 14.10.2 Хранение данных

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

### 14.10.3 IND

Индекс массива устанавливается в регистре временного хранения 9 при вызове параметров массива.

### 14.10.4 Текстовые блоки

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

### 14.10.5 Коэффициент преобразования

Поскольку значение параметра можно пересылать только как целое число, для передачи дробной части числа после десятичной запятой следует использовать коэффициент преобразования. См. *глава 14.6 RS485: примеры параметров протокола FC*.

### 14.10.6 Значения параметров

#### Стандартные типы данных

Стандартными типами данных являются int16, int32, uint8, uint16 и uint32. Они хранятся как регистры 4x (40001–4FFFF). Чтение параметров производится с помощью функции 03 16-ричн., чтение регистров временного хранения. Запись параметров осуществляется с помощью функции 6 16-ричн., установка одного регистра для одного регистра (16 бит), и функции 10 16-ричн., установка нескольких регистров для двух регистров (32 бита). Диапазон считываемых размеров: от 1 регистра (16 битов) до 10 регистров (20 символов).

#### Нестандартные типы данных

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

### 14.11 RS485: профиль управления FC

#### 14.11.1 Командное слово, соответствующее профилю FC

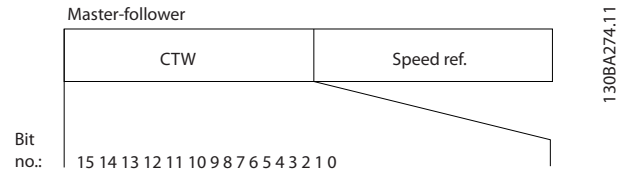


Рисунок 14.16 CW от главного устройства к подчиненному

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

#### Расшифровка управляющих битов

##### Биты 00/01

Биты 00 и 01 используются для выбора одного из четырех значений задания, предварительно запрограммированных в параметре *параметр 3-10 Preset Reference* в соответствии с *Таблица 14.20*.



Запрограммированное значение задания	Параметр	Бит 01	Бит 00
1	[0] <i>параметр 3-10 Preset Reference</i>	0	0
2	[1] <i>параметр 3-10 Preset Reference</i>	0	1
3	[2] <i>параметр 3-10 Preset Reference</i>	1	0
4	[3] <i>параметр 3-10 Preset Reference</i>	1	1

Таблица 14.20 Биты управления

**УВЕДОМЛЕНИЕ**

Сделайте выбор в *параметр 8-56 Preset Reference Select*, чтобы определить, как бит 00/01 логически объединяется с соответствующей функцией на цифровых входах.

**Бит 02, торможение постоянным током**

Бит 02 = 0 приводит к торможению постоянным током и к останову. Установите ток торможения и длительность в параметрах *параметр 2-01 DC Brake Current* и *параметр 2-02 DC Braking Time*.

Бит 02 = 1 вызывает изменение скорости.

**Бит 03, останов с выбегом**

Бит 03=0: преобразователь частоты немедленно запирает выходные транзисторы и двигатель останавливается выбегом.

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

Сделайте выбор в *параметр 8-50 Coasting Select*, чтобы определить, как бит 03 логически объединяется с соответствующей функцией на цифровых входах.

**Бит 04, быстрый останов**

Бит 04 = 0: вызывает снижение скорости вращения двигателя до останова (устанавливается в параметре *параметр 3-81 Quick Stop Ramp Time*).

**Бит 05, фиксация выходной частоты**

Бит 05 = 0: фиксируется текущая выходная частота (в Гц). Изменить зафиксированную выходную частоту можно только с помощью цифровых входов в *параметр 5-10 Terminal 18 Digital Input* – *параметр 5-15 Terminal 33 Digital Input*.

**УВЕДОМЛЕНИЕ**

Если действует функция фиксации выхода, останов преобразователя частоты возможен только при выполнении следующих условий:

- Бит 03 Останов выбегом.
- Бит 02 Торможение пост. током.
- Цифровой вход (*параметр 5-10 Terminal 18 Digital Input* – *параметр 5-15 Terminal 33 Digital Input*) запрограммирован на *Торможение постоянным током, Останов выбегом* или *Сброс или Останов выбегом*.

**Бит 06, останов/пуск с изменением скорости**

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

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

Сделайте выбор в *параметр 8-53 Start Select*, чтобы определить, как бит 06 (изменение скорости для останова/запуска) логически объединяется с соответствующей функцией на цифровых входах.

**Бит 07, сброс**

Бит 07 = 0: нет сброса.

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

**Бит 08, фиксация частоты**

Бит 08 = 1: выходная частота зависит от параметра *параметр 3-19 Jog Speed [RPM]*.

**Бит 09, выбор изменения скорости 1/2**

Бит 09 = 0: изменение скорости 1 включено (параметры *параметр 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time* – *параметр 3-42 Ramp 1 Ramp Down Time*).

Бит 09 = 1: изменение скорости 2 (параметры *параметр 3-51 Ramp 2 Ramp Up Time* – *параметр 3-52 Ramp 2 Ramp Down Time*) включено.

**Бит 10, данные недействительны/данные действительны**

Указывает преобразователю частоты, использовать или игнорировать командное слово. Бит 10 = 0: командное слово игнорируется.

Бит 10 = 1: командное слово используется. Эта функция имеет большое значение, поскольку независимо от типа используемой телеграммы в ней всегда содержится командное слово. Таким образом, командное слово можно отключить, если не требуется его использование при обновлении или чтении параметров.

**Бит 11, реле 01**

Бит 11 = 0: реле не активируется.

Бит 11 = 1: реле 01 активируется, когда значение [36] Кмнд. слово бит 11 выбрано в параметре *параметр 5-40 Function Relay*.

**Бит 12, реле 04**

Бит 12 = 0: реле 04 не активировано.

Бит 12 = 1: реле 04 активируется, когда значение [37] Кмнд. слово, бит 12 выбрано в параметре *параметр 5-40 Function Relay*.

**Бит 13/14, выбор набора параметров**

Используйте биты 13 и 14 для выбора любого из четырех меню наборов параметров в соответствии с *Таблица 14.21*.

Набор параметров	Бит 14	Бит 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

Таблица 14.21 Выбор набора параметров

Эта функция возможна только в том случае, если [9] Несколько наборов выбрано в *параметр 0-10 Active Set-up*.

Сделайте выбор в *параметр 8-55 Set-up Select*, чтобы определить, как бит 13/14 логически объединяется с соответствующей функцией на цифровых входах.

**Бит 15, реверс**

Бит 15 = 0: нет реверса.

Бит 15 = 1: реверс. При заводской настройке значение для параметра реверса *параметр 8-54 Reversing Select* установлено значение [0] Цифровой вход. Бит 15 вызывает реверс только в том случае, если выбран один из следующих вариантов:

- Последовательная связь
- Логическое «ИЛИ»
- Логическое «И»

14.11.2 Слово состояния, соответствующее профилю FC

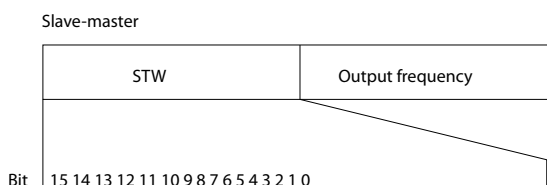


Рисунок 14.17 STW от подчиненного устройства к главному

Бит	Бит = 0	Бит = 1
00	Управление не готово	Готовность к управлению
01	Привод не готов	Привод готов
02	Выбег	Разрешено
03	Нет ошибки	Отключение
04	Нет ошибки	Ошибка (нет отключения)
05	Зарезервировано	–
06	Нет ошибки	Отключение с блокировкой
07	Нет предупреждения	Предупреждение
08	Скорость вращения ≠ задание	Скорость вращения = задание
09	Местное управление	Упр. по шине
10	Частота вне диапазона	Частота в заданных пределах
11	Не используется	В работе
12	Привод в норме	Останов, автоматический пуск
13	Напряжение в норме	Превышение напряжения
14	Крутящий момент в норме	Превышение крутящего момента
15	Таймер в норме	Превышение таймера

**Бит 00, управление не готово/готово**

Бит 00 = 0: преобразователь частоты отключается.

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

**Бит 01, преобразователь частоты готов**

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

**Бит 02, останов выбегом**

Бит 02 = 0: преобразователь частоты освобождает двигатель.

Бит 02 = 1: преобразователь частоты запускает двигатель командой пуска.

**Бит 03, нет ошибки/отключение**

Бит 03=0: преобразователь частоты не находится в состоянии неисправности.

Бит 03 = 1: преобразователь частоты отключается. Для восстановления работы нажмите [Reset] (Сброс).

**Бит 04, нет ошибки/ошибка (без отключения)**

Бит 04 = 0: преобразователь частоты не находится в состоянии неисправности.

Бит 04 = 1: преобразователь частоты отображает ошибку, но не отключается.

**Бит 05, не используется**

В слове состояния бит 05 не используется.

**Бит 06, нет ошибки / отключение с блокировкой**

Бит 06 = 0: преобразователь частоты не находится в состоянии неисправности.

Бит 06 = 1: преобразователь частоты отключается и блокируется.

**Бит 07, нет предупреждения/предупреждение**

Бит 07 = 0: предупреждений нет.

Бит 07 = 1: появилось предупреждение.

**Бит 08, скорость  $\neq$  задание/скорость = задание**

Бит 08 = 0: двигатель работает, но текущая скорость отличается от предустановленного задания скорости. Такая ситуация возможна, например, когда происходит разгон/замедление при пуске/останове.

Бит 08 = 1: скорость двигателя соответствует предустановленному заданию скорости.

**Бит 09, местное управление/управление по шине**

Бит 09 = 0: нажата кнопка [Stop/reset] (Стоп/сброс) на блоке управления или в параметре *параметр 3-13 Reference Site* выбрано значение [2] *Местное*. Преобразователем частоты нельзя управлять по последовательной связи.

Бит 09 = 1 означает, что преобразователь частоты может управляться по периферийной шине/последовательной связи.

**Бит 10, предел частоты вне диапазона**

Бит 10 = 0: выходная частота достигла значения, установленного в параметре *параметр 4-11 Motor Speed Low Limit [RPM]* или *параметр 4-13 Motor Speed High Limit [RPM]*.

Бит 10 = 1: выходная частота находится в заданных пределах.

**Бит 11, не работает/работает**

Бит 11 = 0: двигатель не работает.

Бит 11 = 1: преобразователь частоты подает сигнал пуска или выходная частота превышает 0 Гц.

**Бит 12, привод в норме/остановлен, автозапуск**

Бит 12 = 0: временный перегрев инвертора отсутствует.

Бит 12 = 1: инвертор остановлен из-за перегрева, но блок не отключается и возобновляет работу, как только перегрев прекращается.

**Бит 13, напряжение в норме/выход за предел**

Бит 13 = 0: нет предупреждений о напряжении.

Бит 13 = 1: Напряжение постоянного тока в цепи постоянного тока преобразователя частоты слишком мало или велико.

**Бит 14, крутящий момент в норме/выход за предел**

Бит 14 = 0: ток двигателя меньше, чем ток предельного момента, установленный в параметре *параметр 4-18 Current Limit*.

Бит 14 = 1: превышен предел крутящего момента, установленного в *параметр 4-18 Current Limit*.

**Бит 15, таймер в норме/выход за предел**

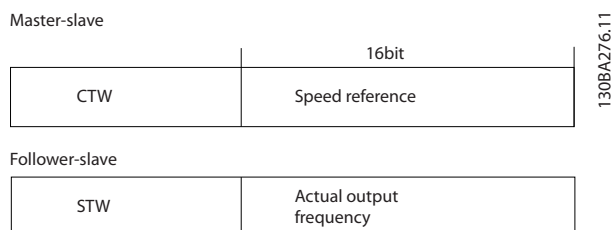
Бит 15 = 0: таймеры для тепловой защиты двигателя и тепловой защиты преобразователя частоты не перешли предел 100 %.

Бит 15 = 1: один из таймеров превысил предел 100 %.

Если утрачено соединение между дополнительным модулем InterBus и преобразователем частоты либо произошло нарушение внутренней связи, все биты в STW устанавливаются равными 0.

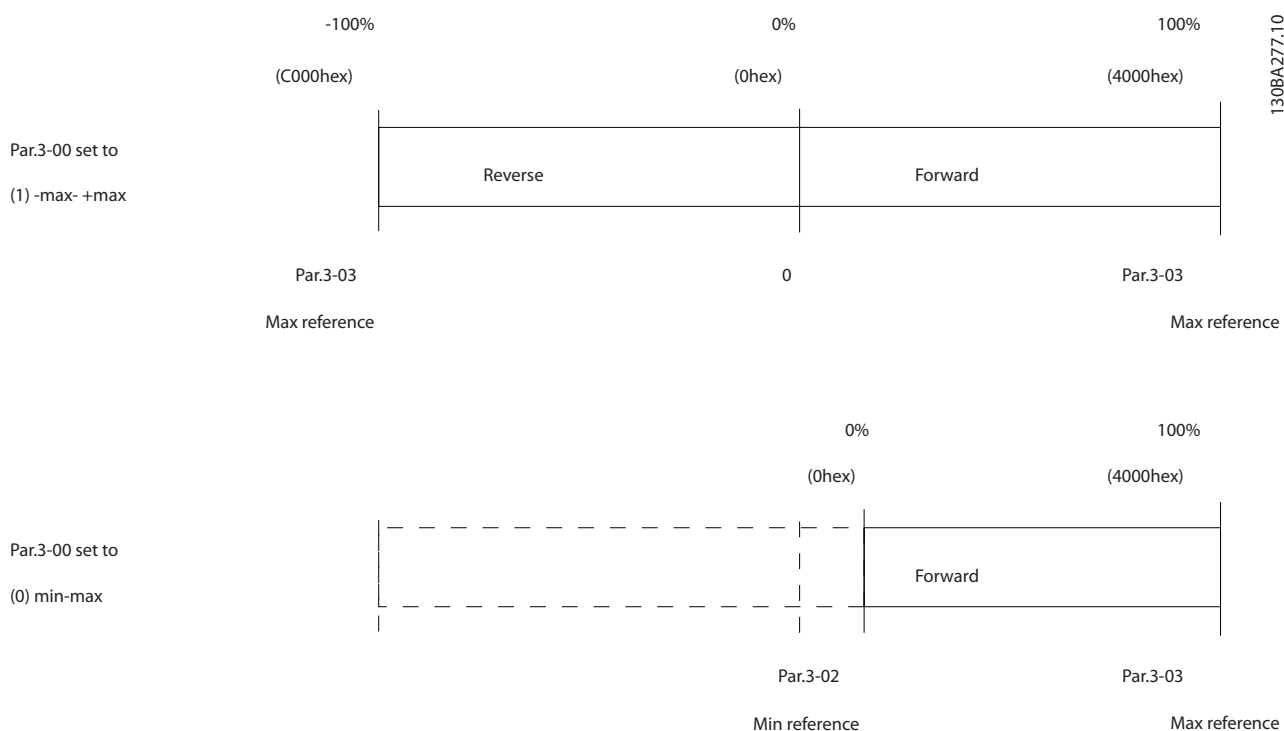
### 14.11.3 Значение задания скорости передачи по шине

Значение задания скорости передается в преобразователь частоты как относительное значение в процентах. Значение пересылается в виде 16-битного слова; в целых числах (0–32767) значение 16384 (4000 в 16-ричном формате) соответствует 100 %. Отрицательные числа форматируются с помощью двоичного дополнения. Текущая выходная частота (MAV) масштабируется таким же образом, как и задание по шине.



**Рисунок 14.18 Значение задания скорости передачи по шине**

Задание и MAV масштабируются, как показано на *Рисунок 14.19*.



**Рисунок 14.19 Задание и MAV**

#### 14.11.4 Командное слово, соответствующее профилю PROFdrive (CTW)

Командное слово используется для передачи команд от главного устройства к подчиненному устройству.

Бит	Бит = 0	Бит = 1
00	ВЫКЛ 1	ВКЛ 1
01	ВЫКЛ 2	ВКЛ 2
02	ВЫКЛ 3	ВКЛ 3
03	Выбег	Нет выбега
04	Быстрый останов	Изменение скорости
05	Фиксация выходной частоты	Использование изменения скорости
06	Останов с изменением скорости	Пуск
07	Нет функции	Сброс
08	Фикс. частота 1 ВЫКЛ	Фикс. частота 1 ВКЛ
09	Фикс. частота 2 ВЫКЛ	Фикс. частота 2 ВКЛ
10	Данные не действительны	Данные действительны
11	Нет функции	Снижение задания
12	Нет функции	Увеличение задания
13	Настройка параметров	Младший разряд выбора
14	Настройка параметров	Старший разряд выбора
15	Нет функции	Реверс

Таблица 14.22 Значения битов для командного слова, профиль PROFdrive

#### Расшифровка управляющих битов

##### Бит 00, ВЫКЛ 1/ВКЛ 1

Нормальный останов с изменением скорости в соответствии со значениями времени текущего изменения скорости.

Бит 00 = 0 приводит к останову и к срабатыванию выходного реле 1 или 2 при условии, что выходная частота равна 0 Гц и при этом значение [31] Реле 123 выбрано в параметре *параметр 5-40 Реле функций*. Когда бит 00 = 1, преобразователь частоты находится в Состоянии 1: включение запрещено.

##### Бит 01, ВЫКЛ 2/ВКЛ 2

Останов выбегом

Когда бит 01 = 0, происходит останов выбегом и срабатывает выходное реле 1 или 2 при условии, что выходная частота равна 0 Гц и при этом значение [31] Реле 123 выбрано в параметре *параметр 5-40 Реле функций*.

Когда бит 01 = 1, преобразователь частоты находится в Состоянии 1: включение запрещено. См. to Таблица 14.23 в конце этого раздела.

##### Бит 02, ВЫКЛ 3/ВКЛ 3

Быстрый останов использованием время изменения скорости, указанное в *параметр 3-81 Время замедл.для быстр.останова*.

Когда бит 02 = 0, выполняется быстрый останов и приводится в действие выходное реле 1 или 2, если выходная частота равна 0 Гц и при этом значение [31] реле 123 выбрано в параметре *параметр 5-40 Реле функций*.

Когда бит 02 = 1, преобразователь частоты находится в Состоянии 1: включение запрещено.

##### Бит 03, выбег/нет выбега

Значение бита останова с выбегом (бита 03), равно 0, приводит к останову.

Бит 03 = 1 указывает на то, что преобразователь частоты готов к запуску при условии, что выполняются другие условия запуска.

#### УВЕДОМЛЕНИЕ

Выбор значения в параметре *параметр 8-50 Выбор выбега* определяет, как бит 03 соотносится с соответствующей функцией цифровых входов.

##### Бит 04, быстрый останов/изменение скорости

Быстрый останов использованием время изменения скорости, указанное в *параметр 3-81 Время замедл.для быстр.останова*.

Когда бит 04 = 0, происходит быстрый останов. Бит 04 = 1 указывает на то, что преобразователь частоты способен вызвать запуск при условии, что выполняются другие условия запуска.

#### УВЕДОМЛЕНИЕ

Выбор значения в параметре *параметр 8-51 Выбор быстрого останова* определяет, как бит 04 соотносится с соответствующей функцией цифровых входов.

##### Бит 05, фиксировать выходную частоту/использовать изменение скорости

Когда бит 05 = 0, текущая выходная частота сохраняется даже в случае изменения значения задания.

Бит 05 = 1 указывает на то, что преобразователь частоты способен заново выполнить свою регулируемую функцию. Работа происходит в соответствии с установленным заданием.

##### Бит 06, останов/пуск с изменением скорости

Нормальный останов с замедлением при использовании значения времени замедления фактически выбранного режима изменения скорости. Кроме того, приводится в действие выходное реле 01 или 04, если выходная частота равна 0 Гц и если выбрано значение [31] Реле 123 в параметре *параметр 5-40 Реле функций*.

Бит 06 = 0 приводит к останову.

Бит 06 = 1 указывает на то, что преобразователь частоты способен вызвать запуск при условии, что выполняются другие условия запуска.

## УВЕДОМЛЕНИЕ

Выбор значения в параметре *параметр 8-53 Выбор пуска* определяет, как бит 06 соотносится с соответствующей функцией цифровых входов.

### Бит 07, нет функции/сброс

Сброс после выключения.

Подтверждение события, хранящегося в буфере отказов.

Когда бит 07 = 0, сброс не происходит.

Когда бит 07 переходит в состояние 1 при изменении наклона рабочей характеристики, сброс происходит после выключения.

### Бит 08, фиксированная частота 1 ВЫКЛ/ВКЛ

Активирует предварительно запрограммированную скорость в *параметр 8-90 Фикс. скор. 1, уст. по шине*.

ФИКСАЦИЯ ЧАСТОТЫ 1 активируется только если бит 04 = 0, а бит 00–03 = 1.

### Бит 09, фиксированная частота 2 ВЫКЛ/ВКЛ

Активирует предварительно запрограммированную скорость в *параметр 8-91 Фикс. скор. 2, уст. по шине*.

ФИКСАЦИЯ ЧАСТОТЫ 2 активируется только если бит 04 = 0, а бит 00–03 = 1.

### Бит 10, данные не действительны/действительны

Указывает преобразователю частоты, используется или игнорируется командное слово.

Бит 10 = 0 приводит к тому, что командное слово игнорируется.

Бит 10=1 приводит к тому, что командное слово используется. Эта функция имеет большое значение, поскольку независимо от типа используемой телеграммы в ней всегда содержится командное слово. Например, командное слово можно отключить, если оно не требуется при обновлении или чтении параметров.

### Бит 11, нет функции/снижение задания

Уменьшает значение задания скорости на величину, заданную в параметре *параметр 3-12 Значение разгона/замедления*.

Когда бит 11 = 0, значение задания не изменяется. Когда бит 11 = 1, значение задания уменьшается.

### Бит 12, нет функции/увеличение задания

Увеличивает значение задания скорости на величину, заданную в параметре *параметр 3-12 Значение разгона/замедления*.

Когда бит 12 = 0, значение задания не изменяется.

Когда бит 12 = 1, значение задания увеличивается.

Если одновременно активизированы и замедление, и ускорение (биты 11 и 12 = 1), то приоритет отдается замедлению, и значение задания скорости уменьшается.

### Биты 13/14, выбор набора параметров

Выбор одного из четырех наборов параметров в соответствии с *Таблица 14.23*.

Эта функция возможна только в том случае, если выбран вариант [9] *Несколько наборов* в параметре *параметр 0-10 Активный набор*. Выбор значения в параметре *параметр 8-55 Выбор набора* определяет, как

биты 13 и 14 соотносятся с соответствующей функцией цифровых входов. Замена набора параметров во время работы возможна только в том случае, если наборы связаны в параметре *параметр 0-12 Этот набор связан с*.

Набор параметров	Бит 13	Бит 14
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	1	1

Таблица 14.23 Биты 13/14, выбор набора

### Бит 15, нет функции/реверс

Бит 15 = 0 вызывает отсутствие реверса.

Бит 15 = 1 вызывает реверс.

Примечание. При заводской настройке для параметра реверса *параметр 8-54 Выбор реверса* установлено значение [0] *Цифровой вход*.

## УВЕДОМЛЕНИЕ

Бит 15 вызывает реверс только в том случае, если выбран один из следующих вариантов:

- Последовательная связь
- Логическое «ИЛИ»
- Логическое «И»

### 14.11.5 Слово состояния, соответствующее профилю PROFIdrive (STW)

Слово состояния уведомляет главное устройство о состоянии подчиненного устройства.

Бит	Бит = 0	Бит = 1
00	Управление не готово	Готовность к управлению
01	Привод не готов	Привод готов
02	Выбег	Разрешено
03	Нет ошибки	Отключение
04	ВЫКЛ 2	ВКЛ 2
05	ВЫКЛ 3	ВКЛ 3
06	Пуск возможен	Пуск не возможен
07	Нет предупреждения	Предупреждение
08	Скорость вращения ≠ задание	Скорость вращения = задание
09	Местное управление	Упр. по шине
10	Частота вне диапазона	Частота в заданных пределах
11	Не используется	В работе
12	Привод в норме	Останов, автоматический пуск
13	Напряжение в норме	Превышение напряжения

Бит	Бит = 0	Бит = 1
14	Крутящий момент в норме	Превышение крутящего момента
15	Таймер в норме	Превышение таймера

Таблица 14.24 Значения битов для слова состояния, профиль PROFIdrive

### Объяснение битов состояния

#### Бит 00, управление не готово/готово

Если бит 00 = 0, то бит 00, 01 или 02 командного слова равен 0 (ВЫКЛ 1, ВЫКЛ 2 или ВЫКЛ 3), или преобразователь частоты выключается (защитное отключение).

Когда бит 00 = 1, управление преобразователя частоты готово к работе, но возможно отсутствие питания в блоке (при питании системы управления от внешнего источника 24 В).

#### Бит 01, VLT® не готов/готов

То же значение, что и у бита 00, но с подачей напряжения от источника электропитания. Когда преобразователь частоты получает необходимые пусковые сигналы, он готов.

#### Бит 02, выбег/включение

Если бит 02 = 0, то бит 00, 01 или 02 командного слова равен 0 (ВЫКЛ 1, ВЫКЛ 2, ВЫКЛ 3 или останов выбегом) или преобразователь частоты выключается (защитное отключение).

Когда бит 02 = 1, бит 00, 01 или 02 командного слова равен 1, защитного отключения преобразователя частоты не происходит.

#### Бит 03, нет ошибки/отключение

Когда бит 03 = 0, состояние ошибки преобразователя частоты отсутствует.

Бит 03 = 1 означает, что преобразователь частоты отключен и для возобновления его работы требуется сигнал сброса.

#### Бит 04, ВКЛ 2/ВЫКЛ 2:

Когда бит 01 командного слова = 0, бит 04 = 0.

Когда бит 01 командного слова = 1, бит 04 = 1

#### Бит 05, ВКЛ 3/ВЫКЛ 3:

Когда бит 02 командного слова = 0, бит 05 = 0.

Когда бит 02 командного слова = 1, бит 05 = 1.

#### Бит 06, пуск возможен/пуск не возможен

Если в параметр 8-10 Профиль командного слова выбрано значение [1] Профиль PROFIdrive, бит 06 равен 1 после подтверждения переключения, после активации ВЫКЛ2 или ВЫКЛ3, а также после переключения на питание от сети. Состояние запрета пуска сбрасывается установкой в командном слове значения «0» для бита 00 и значения «1» для битов 01, 02 и 10.

#### Бит 07, нет предупреждения/предупреждение:

Бит 07 = 0 означает отсутствие предупреждений.

Бит 07 = 1 означает, что предупреждение появилось.

#### Бит 08, скорость ≠ задание/скорость = задание

Когда бит 08 = 0, текущая скорость вращения двигателя отклоняется от установленного значения задания скорости. Это может происходить, например, когда скорость изменяют во время пуска/останова путем ускорения/замедления.

Когда бит 08 = 1, текущая скорость вращения двигателя соответствует установленному значению задания скорости.

#### Бит 09, местное управление/управление по шине

Бит 09 = 0 указывает на то, что преобразователь частоты остановлен нажатием кнопки [Stop] (Стоп) на LCP, либо на выбор значения [0] *Связанное Ручн/Авто* или [2] *Местное* в параметре *параметр 3-13 Место задания*.

Когда бит 09 = 1, возможно управление преобразователем частоты через последовательный интерфейс.

#### Бит 10, частота вне диапазона/частота в диапазоне

Когда бит 10 = 0, выходная частота находится вне диапазона, установленного параметрами *параметр 4-52 Предупреждение: низкая скорость* и *параметр 4-53 Предупреждение: высокая скорость*. Бит 10 = 1 означает, что выходная частота находится в установленных пределах.

#### Бит 11, не работает/работает

Когда бит 11 = 0, двигатель не работает.

Бит 11 = 1 означает, что на преобразователь частоты поступил пусковой сигнал или что выходная частота превышает 0 Гц.

#### Бит 12, преобразователь частоты в норме/остановлен, автозапуск

Бит 12 = 0 указывает на отсутствие временной перегрузки инвертора.

Бит 12 = 1 означает, что инвертор остановлен вследствие перегрузки. Однако преобразователь частоты не выключен (не отключен в результате защитного отключения) и запустится заново по окончании перегрузки.

#### Бит 13, напряжение в норме/превышение напряжения

Бит 13 = 0 указывает на то, что напряжение преобразователя частоты находится в заданных пределах.

Бит 13 = 1 указывает на то, что напряжение постоянного тока в промежуточной цепи преобразователя частоты слишком мало или слишком велико.

#### Бит 14, крутящий момент в норме/превышение крутящего момента

Бит 14 = 0 указывает на то, что значение крутящего момента двигателя ниже предела, выбранного в *параметр 4-16 Двигатель.режим с огранич. момента* и *параметр 4-17 Генератор.режим с огранич.момента*.

Бит 14 = 1 указывает на превышение предела, выбранного в *параметр 4-16 Двигательн.режим с огранич. момента* или *параметр 4-17 Генераторн.режим с огранич.момента*

**Бит 15, таймер в норме/превышение таймера**

Бит 15 = 0 указывает на то, что показания таймеров тепловой защиты двигателя и тепловой защиты преобразователя частоты не превысили 100 %.

Бит 15 = 1 указывает на превышение значения 100 % одним из таймеров.



## Алфавитный указатель

## C

CANOpen..... 36

## D

DeviceNet..... 36, 229

DU/dt..... 195

## E

EtherCAT..... 37

EtherNet/IP..... 37

## M

## Modbus

Дополнительный модуль..... 37

Коды функций в сообщениях RTU..... 249

Краткое описание RTU..... 244

Структура сообщения..... 245

## O

## Отключение

Определение..... 236

Точки для преобразователей частоты 380–500 В..... 45

Точки для преобразователей частоты 525–690 В..... 52

## P

PELV..... 25, 60, 200

PLC..... 173

POWERLINK..... 37

PROFIBUS..... 36, 229

PROFINET..... 36

## R

## RS485

Значения параметров..... 250

Клеммы..... 175

Конфигурация проводки..... 221

Краткое описание..... 236

Монтаж..... 236

Схема подключений..... 166

## S

## Safe Torque Off

Конфигурация проводки..... 218

Краткое описание..... 29

Расположение клемм..... 175

Руководство по эксплуатации..... 5

Соответствие директиве о машинном оборудовании.... 9

Схема подключений..... 166

STO..... 5

см. также *Safe Torque Off*

## U

## UL

Знак листинга..... 10

Класс защиты корпуса..... 11

## V

VVC+..... 214, 216

## A

## Автоматическая адаптация двигателя (ААД)

Конфигурация проводки..... 217

Краткое описание..... 25

Автоматическая модуляция частоты коммутации..... 24

Автоматическая оптимизации энергопотребления (АОЭ)  
..... 24

Автоматический выключатель..... 179, 184, 193

Автоматический режим..... 207

Активное задание..... 208

Акустический шум..... 195

Анализ рядов Фурье..... 204

## Аналоговый

Конфигурация проводки для задания скорости..... 218

Описания входов/выходов и настройки по умолчанию.....  
176

Спецификации входа..... 60

Спецификации выхода..... 60

Асимметрия напряжения..... 23

## B

## Вентиляторы

с управлением по температуре..... 25

Внешний источник питания..... 171

Требуемая интенсивность циркуляции воздуха..... 161,  
162

Версии ПО..... 229

Взрывоопасная атмосфера..... 160

Влажность..... 159

Внешние размеры (иллюстрации)..... 65

Время нарастания..... 195

Время разрядки..... 7

## ВЧ-помехи

Использование переключателя с сетью IT..... 194

Фильтр..... 200

Выбег..... 251

Выпрямитель..... 207

Высота над уровнем моря..... 163

## Выход

Контактор..... 194, 203

Переключатель..... 23

Технические характеристики..... 60

Вычисления		Дополнительный модуль входов/выходов общего назначения.....	38
TNDi.....	204		
Масштабированное задание.....	208		
Отношение короткого замыкания.....	205		
Программное обеспечение для расчета гармоник.....	206		
Рабочий цикл резистора.....	191		
Тормозной момент.....	191		
Тормозной резистор.....	191		
<b>Г</b>		<b>Ж</b>	
Газы.....	159	Жилые районы.....	198
Гальваническая развязка.....	25, 60, 200		
Гармоники		<b>З</b>	
Краткое описание.....	204	Задание	
Определение коэффициента мощности.....	235	Активное задание.....	208
Подавление.....	206	Ввод скорости.....	218
Стандарты EN.....	205	Дистанционное задание.....	208
Стандарты IEC.....	205	Дистанционное формирование.....	208
Фильтр.....	41	Заземление.....	25, 172, 193
<b>Д</b>		Замкнутый контур.....	211, 212, 217
Датчик.....	175	Запасные части.....	233
Датчик остаточного тока.....	192, 193	Защита корпуса.....	11
Двигатель		Защита	
Ex-e.....	26, 38	Асимметрия напряжения питания.....	23
Вращение.....	187	Короткое замыкание.....	22
Изоляция.....	190	Номинальные характеристики.....	11
Кабели.....	169, 187, 193	Перегрузка.....	23
Класс защиты.....	160	Перегрузка по току.....	165
Конфигурация проводки для термистора.....	221	Перенапряжение.....	22
Момент опрокидывания.....	235	Степень защиты корпуса.....	14, 15
Обнаружение обрыва фазы.....	23	Тепловая двигателя.....	25
Обратная связь.....	215	Функция торможения.....	23
Ослабление подшипниковых токов.....	190	Защита от перегрузки по току.....	165
Параллельное подключение.....	188	Защита параллельных цепей.....	179
Паспортная табличка.....	27	Знак EAC.....	10
Полный крутящий момент.....	28	Знак RCM.....	10
Спецификации выходных параметров.....	58		
Схема подключений.....	166	<b>И</b>	
Тепловая защита.....	25, 187	Излучаемые помехи.....	198
Ток утечки.....	193	Изоляция.....	190
Директива ErP.....	10	Импульсный вход	
Директива о машинном оборудовании.....	10	Конфигурация проводки для пуска/останова.....	219
Дистанционное задание.....	208	Спецификации входа.....	60
Длина телеграммы (LGE).....	238	Инвертор.....	207
Дополнительная плата интерфейса Safe PLC.....	38	Интеллектуальное логическое управление	
Дополнительная плата резолвера.....	38	Конфигурация проводки.....	0 , 222
Дополнительные платы		Краткое описание.....	29
Наличие корпуса.....	14, 15	Источник питания 24 В пост. тока.....	175
Номенклатура и коды для оформления заказа.....	41, 229, 230		
Предохранители.....	180		
Релейные платы.....	39		
Сетевой протокол.....	36		
Управление перемещением.....	39		
Функциональные расширения.....	38		
Дополнительный вход датчика.....	39		

## К

## Кабели

Выравнивающие.....	173
двигателей.....	187
Макс. число и размер на фазу.....	45, 52
Отверстие.....	65
Подключение электропитания.....	167
Прокладка.....	173
Технические характеристики.....	45, 52, 59
Тип и номиналы.....	165
Тормоз.....	170
Управление.....	172
Экранирование.....	169, 201

Кабели управления.....	172, 176
------------------------	----------

Кабельный зажим.....	172
----------------------	-----

Квалифицированный персонал.....	6
---------------------------------	---

Кинетический резерв.....	28
--------------------------	----

Класс защиты корпуса NEMA.....	11
--------------------------------	----

## Клеммы

NAMUR.....	179
RS485.....	175
Аналоговый выход/выход.....	176
Клемма 37.....	175
реле.....	176
Описания элементов управления и настройки по умолчанию.....	174
Последовательная связь.....	175
Разделение нагрузки.....	170
Размеры для корпуса E1.....	68
Размеры для корпуса E2.....	75
Размеры для корпуса F1.....	84
Размеры для корпуса F10.....	131
Размеры для корпуса F11.....	136
Размеры для корпуса F12.....	144
Размеры для корпуса F13.....	151
Размеры для корпуса F2.....	91
Размеры для корпуса F3.....	97
Размеры для корпуса F4.....	109
Размеры для корпуса F8.....	121
Размеры для корпуса F9.....	125
Тормозной резистор.....	170
Цифровой вход/выход.....	175

Клеммы NAMUR.....	179
-------------------	-----

Клеммы управления.....	174
------------------------	-----

Код типа.....	225
---------------	-----

Код типа в форме заказа.....	225
------------------------------	-----

Компенсация скольжения.....	236
-----------------------------	-----

## Комплекты

Наличие корпуса.....	21
Номера для заказа.....	232
Описания.....	232

Конденсация.....	159
------------------	-----

Кондуктивные помехи.....	198
--------------------------	-----

Контроллер.....	40
-----------------	----

Контроллер перемещения (опция).....	39
-------------------------------------	----

Контроллер позиционирования.....	40
----------------------------------	----

Контроллер синхронизации.....	40
-------------------------------	----

Конфигурации монтажа.....	161
---------------------------	-----

Конфигурация проводки для внешнего сброса аварийной сигнализации.....	220
---	-----

Конфигурация проводки для пуска/останова.....	218, 219
---	----------

## Короткое замыкание

Защита.....	22, 179
Номинал SCCR.....	181
Определение.....	236
Расчет коэффициента.....	205
Торможение.....	30, 192

## Корпус E1

Внешние размеры.....	65
Панель уплотнений.....	66
Размеры клемм.....	68

## Корпус E2

Внешние размеры.....	74
Панель уплотнений.....	75
Размеры клемм.....	75

## Корпус F1

Внешние размеры.....	82
Панель уплотнений.....	83
Размеры клемм.....	84

## Корпус F10

Внешние размеры.....	129
Панель уплотнений.....	130
Размеры клемм.....	131

## Корпус F11

Внешние размеры.....	135
Панель уплотнений.....	136
Размеры клемм.....	136

## Корпус F12

Внешние размеры.....	143
Панель уплотнений.....	144
Размеры клемм.....	144

## Корпус F13

Внешние размеры.....	149
Панель уплотнений.....	150
Размеры клемм.....	151

## Корпус F2

Внешние размеры.....	89
Панель уплотнений.....	90
Размеры клемм.....	91

## Корпус F3

Внешние размеры.....	96
Панель уплотнений.....	97
Размеры клемм.....	97

## Корпус F4

Внешние размеры.....	108
Панель уплотнений.....	109
Размеры клемм.....	109

## Корпус F8

Внешние размеры.....	119
Панель уплотнений.....	120
Размеры клемм.....	121

Корпус F9		Охлаждение	
Внешние размеры.....	123	Интенсивность циркуляции воздуха корпусов... 161, 162	
Панель уплотнений.....	124	Обзор охлаждения в тыльном канале.....	161
Размеры клемм.....	125	Предупреждение о пыли.....	159
КПД		Требования.....	161
Вычисление.....	194	Охлаждение с помощью вентиляционного канала.....	161
Использование ААД.....	25	Охлаждение через тыльный канал.....	161
Технические характеристики.....	45, 52		
Формула КПД преобразователя частоты.....	234		
Крутящий момент		<b>П</b>	
Конфигурация проводки для крутящего момента и		Панель уплотнений.....	65
предела останова.....	223	Перегрев.....	236
Управление.....	213	Перегрузка	
Характеристика.....	58	Предельные значения.....	23
		Проблемы с гармониками.....	204
		Электронная тепловая перегрузка.....	26
<b>М</b>		Перезапуск.....	28
Маркировка CE.....	9	Переключатель	
Масштабированное задание.....	208	A53 и A54.....	60, 176
Механический тормоз		Расцепитель.....	43
Использование управления с разомкнутым контуром		Перенапряжение	
.....	31	Альтернативная функция торможения.....	192
Конфигурация проводки.....	222	Защита.....	22
Управление с использованием замкнутого контура.....	32	Торможение.....	40
Модуляция.....	24, 234, 235	Периодическая формовка.....	158
Момент опрокидывания.....	235	Персональный компьютер.....	171
Мониторинг взрывоопасных сред (ATEX).....	26, 160	ПИД-регулятор	
Монтаж		Контроллер.....	25, 210, 213
Квалифицированный персонал.....	6	Плата расширения релейных выходов.....	40
Требования.....	161	Плата термистора РТС.....	38
Электрический.....	165	Плата управления	
Монтаж на большой высоте над уровнем моря.....	202	Технические характеристики.....	62
Мощность		Точка отключения из-за перегрева.....	45, 52
Коэффициент.....	235	Характеристики RS485.....	60
Номинальные значения.....	13, 45, 52	Подавление резонанса.....	25
Подключения.....	167	Подключение к ПК.....	171
Потери.....	45, 52	Подключение сети.....	236
<b>Н</b>		Подхват вращающегося двигателя.....	28
Низковольтное оборудование		Подъем.....	31, 158
Директива.....	9	см. также <i>Подъемное оборудование</i>	
<b>О</b>		Подъемное оборудование.....	31, 32
Обогреватель		Пользовательский ввод.....	207
Использование.....	159	Последовательная связь.....	175
Схема подключений.....	166	Потенциометр.....	176, 220
Обратная связь		Правила экспортного контроля.....	11
Обработка.....	209		
Преобразование.....	210		
Сигнал.....	212		
Общая точка нескольких присоединений.....	204		
Общие сведения о протоколе.....	237		
Окружающая среда.....	58, 159		

Предохранители		Размеры	
NAMUR.....	183	Корпус E1.....	65
Вентилятор.....	182	Корпус E2.....	74
Для использования с силовыми подключениями.....	167	Корпус F1.....	82
Дополнительные.....	182	Корпус F10.....	129
Дополнительные платы.....	180	Корпус F11.....	135
Предупреждение о защите от перегрузки по току.....	165	Корпус F12.....	143
Реле Pilz.....	183	Корпус F13.....	149
Ручной контроллер двигателя.....	182	Корпус F2.....	89
Сетевой контактор.....	186	Корпус F3.....	96
Сетевой расцепитель.....	185	Корпус F4.....	108
Сеть питания.....	183	Корпус F8.....	119
Силовые/полупроводниковые.....	180	Корпус F9.....	123
Соответствие.....	179	Таблица.....	14, 15
Технические характеристики преобразователей частоты с номинальным напряжением 380–500 В.....	45	Разомкнутый контур.....	211
Технические характеристики преобразователей частоты с номинальным напряжением 525–690 В.....	52	Разрешение CSA/cUL.....	10
Управляющий трансформатор.....	183	Регулирование магнитного потока	
Предпусковой нагрев.....	28	Структура управления в режиме регулирования магнитного потока без датчика.....	215
Предупреждение о высоком напряжении.....	6	Структура управления по магнитному потоку с обратной связью от двигателя.....	215
Предупреждения.....	7, 165	Резистивное торможение.....	30
Преобразователь частоты		Рекуперация	
Конфигуратор.....	225	Клеммы.....	88, 95, 107, 118, 226
Краткое описание.....	14, 15	Краткое описание.....	35
Номенклатура и коды для оформления заказа.....	225	Наличие.....	14, 15
Номинальная мощность.....	14, 15	Реле	
Требования к зазорам.....	161	Дополнительная плата расширения релейных выходов.....	40
Провода.....	165	Дополнительный модуль.....	38
см. также <i>Кабели</i>		Клеммы.....	176
Производственные среды.....	198	Монтаж с учетом требований ADN.....	7
Пропуск частоты.....	28	Плата.....	39
Пространство для открытия дверей.....	65	Технические характеристики.....	61
Профиль FC.....	250	Ротор.....	24
		Руководство по программированию.....	5
<b>Р</b>		Руководство по эксплуатации.....	5
Работа на низкой скорости.....	163	Ручной режим.....	207
Рабочий цикл		<b>С</b>	
Вычисление.....	191	Сброс аварийной сигнализации.....	220
Определение.....	235	Сертификат TÜV.....	10
Радиатор		Сертификат UKrSEPRO.....	10
Точка отключения из-за перегрева.....	45, 52	Сертификация для применения на море.....	10
Требуемая интенсивность циркуляции воздуха.....	161, 162	Сетевой протокол.....	36, 173
Чистка.....	160	Сеть IT.....	194
Радиочастотные помехи.....	25	Сеть питания	
Разделение нагрузки		Колебания.....	25
Защита от короткого замыкания.....	22	Контактор.....	186
Клеммы.....	35, 170	Пропадание напряжения.....	27
Краткое описание.....	34	Расцепитель.....	185
Предупреждение.....	6	Технические характеристики.....	58
Схема подключений.....	166	Экран.....	7
		Синусоидный фильтр.....	40, 169

Скорость	
Конфигурация проводки для задания скорости.....	220
Конфигурация проводки для повышения/понижения скорости.....	220
Обратная связь от ПИД-регулятора.....	212
Управление.....	212
Скрутки.....	201
Снижение номинальных характеристик	
Автоматическая функция.....	24
Внешние воздухопроводы.....	162
Высота над уровнем моря.....	163
Описание и причины.....	162
Работа на низкой скорости.....	163
Таблицы.....	164
Технические характеристики.....	59, 161
Сокращения.....	235
Соответствие	
ADN.....	7
Директивы.....	9
Спецификации входа.....	59
Степень защиты IP.....	11
Схема подключений	
Клеммы NAMUR.....	179
Клеммы управления 12-импульсных устройств.....	178
Подключение электропитания.....	167
Преобразователь частоты.....	166
Типичные примеры применения.....	217
<b>Т</b>	
Температура.....	159
Термистор	
Конфигурация проводки.....	221
Определение.....	236
Прокладка кабелей.....	173
Расположение клемм.....	176
Техника безопасности	
Дополнительные платы.....	39
Инструкции.....	6, 165
Техобслуживание.....	160
Ток	
Внутренний регулятор тока.....	216
Искажение.....	205
Номинальный выходной ток.....	234
Ослабление помех двигателя.....	190
Основной ток.....	204
Переходные токи на землю.....	193
гармоник.....	204
утечки.....	192, 193
Формула предела по току.....	234
Ток утечки.....	6, 192
Торможение	
Динамическое торможение.....	30
Использование в качестве альтернативной функции торможения.....	192
Конфигурация проводки для механического тормоза.....	222
Механический удерживающий тормоз.....	30
Предельные значения.....	191
Статическое торможение.....	30
Управление с помощью функции торможения.....	192
Электромагнитный тормоз.....	31
Электромеханический тормоз.....	223
Торможение переменным током.....	30
Торможение постоянным током.....	30, 251
Тормозной резистор	
Выбор.....	190
Клеммы.....	170
Краткое описание.....	40
Номенклатура и коды для оформления заказа.....	233
Определение.....	235
Руководство по проектированию.....	5
Схема подключений.....	166
Техника безопасности.....	7, 192
Формула номинальной мощности.....	234
Трансформатор	
Влияние гармоник.....	204
Подключение.....	171
Требования к помехоустойчивости.....	199
Требования по излучению.....	198
<b>У</b>	
Управление	
Описание работы.....	207
Структуры.....	211
Типы.....	212, 213
Характеристики.....	62
Управление технологическим процессом.....	213
Условия окружающей среды	
Краткое описание.....	159
Технические характеристики.....	58
Условные обозначения.....	5
<b>Ф</b>	
Фильтр синфазных помех.....	41
Фильтры	
Номенклатура и коды для оформления заказа.....	233
Синусоидный фильтр.....	40, 169
Фильтр dU/dt.....	41
Фильтр ВЧ-помех.....	200
Фильтр гармоник.....	41
Фильтр синфазных помех.....	41
Формула	
Выходной ток.....	234
КПД преобразователя частоты.....	234
Номинальная мощность тормозного резистора.....	234
Предел по току.....	234

<p><b>Х</b></p> <p>Характеристики USB..... 62</p> <p>Хранение..... 158</p> <p>Хранение конденсаторов..... 158</p> <p><b>Ц</b></p> <p>Циркуляция воздуха</p> <p>    Внешние воздуховоды..... 162</p> <p>    Корпус..... 63, 64</p> <p>    Требуемая..... 161, 162</p> <p>    Тыльный канал..... 63, 64</p> <p>Цифровой</p> <p>    Описания входов/выходов и настройки по умолчанию..... 175</p> <p>    Спецификации входа..... 59</p> <p>    Спецификации выходных параметров..... 61</p> <p><b>Ч</b></p> <p>Частота коммутации</p> <p>    Использование с RCD..... 193</p> <p>    Подключение электропитания..... 169</p> <p>    Синусоидный фильтр..... 41, 169</p> <p>    Снижение номинальных характеристик..... 24</p> <p><b>Ш</b></p> <p>Шина постоянного тока</p> <p>    Клеммы..... 170</p> <p>    Описание работы..... 207</p> <p><b>Э</b></p> <p>Экранирование</p> <p>    Кабели..... 169, 172</p> <p>    Сеть питания..... 7</p> <p>    Скрученные концы..... 201</p> <p>Экранированные..... 176</p> <p>Электрический монтаж..... 176</p> <p>Электромагнитные помехи..... 25</p> <p>Электромеханический тормоз..... 223</p> <p>Электронная тепловая перегрузка..... 26</p> <p>Электронное тепловое реле (ЭТР)..... 165</p> <p>ЭМС</p> <p>    Директива..... 9</p> <p>    Меры предосторожности при установке RS485..... 237</p> <p>    Монтаж..... 203</p> <p>    Общие вопросы..... 196</p> <p>    Помехи..... 201</p> <p>    Результаты испытаний..... 198</p> <p>    Совместимость..... 200</p> <p>Энергия</p> <p>    Класс КПД..... 58</p>	<p>Энкодер</p> <p>    VLT® Encoder Input MCB 102..... 38</p> <p>    Конфигурация..... 223</p> <p>    Определение..... 236</p> <p>    Определение направления вращения энкодера..... 223</p> <p><b>Я</b></p> <p>Языковые пакеты..... 225</p>
--	---



.....  
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

