



Руководство по проектированию **VLT[®] AutomationDrive FC 300**

90–1200 кВт



Оглавление

1 Как пользоваться этим Руководством по проектированию	9
1.1 Как пользоваться этим Руководством по проектированию — FC 300	9
1.2 Список литературы	9
1.3 Разрешения	10
1.4 Символы	10
1.5 Сокращения	10
1.6 Определения	11
1.7 Коэффициент мощности	14
2 Техника безопасности и соответствие нормам	15
2.1 Меры предосторожности	15
2.2 Внимание	15
2.3 Маркировка CE	15
2.4 Типы корпусов	17
2.5 Агрессивная окружающая среда	18
3 Общие сведения об изделии	20
3.1 Обзор изделия	20
3.2 Средства управления	22
3.2.1 Принцип управления	23
3.2.2 Структура управления в VVC ^{plus} Усовершенствованное векторное управление	27
3.2.3 Структура управления в режиме регулирования магнитного потока без датчика	28
3.2.4 Структура управления в по магнитному потоку с обратной связью от двигателя	28
3.2.5 Внутреннее управление током в режиме VVC ^{plus}	29
3.2.6 Управление Местное (Hand On) и дистанционное (Auto On) управление	29
3.3 Формирование задания	31
3.3.1 Пределы задания	32
3.3.2 Масштабирование предварительно установленных заданий и заданий для шины	33
3.3.3 Масштабирование заданий и сигналов ОС на аналоговом и импульсном входах	33
3.3.4 Зона нечувствительности около нуля	34
3.4 ПИД-регул.	38
3.4.1 ПИД-регулятор скор.	38
3.4.2 Параметры ПИД-регулятора скорости	38
3.4.3 Пример программирования регулятора скорости	39
3.4.4 Порядок программирования ПИД-регулятора скорости	39
3.4.5 Настройка ПИД-регулятора скорости	41

3.4.6 ПИД-регул. проц.	42
3.4.7 Параметры ПИД-регулятора процесса	43
3.4.8 Пример ПИД-регулятора процесса	44
3.4.9 Порядок программирования ПИД-регулятора процесса	45
3.4.10 Оптимизация регулятора процесса	46
3.4.11 Метод настройки Циглера — Николса	47
3.5 Общие вопросы ЭМС	48
3.5.1 Общие вопросы защиты от излучений в соответствии с требованиями ЭМС	48
3.5.2 Результаты испытаний на ЭМС	50
3.5.3 Требования по излучению	51
3.5.4 Требования к помехозащищенности	52
3.6 Гальваническая развязка (PELV)	53
3.7 Ток утечки на землю	54
3.8 Функции торможения	55
3.8.1 Механический удерживающий тормоз	55
3.8.2 Динамическое торможение	55
3.8.3 Выбор тормозного резистора	56
3.9 Управление механическим тормозом	59
3.9.1 Механический тормоз подъемного механизма	60
3.10 Программируемый логический контроллер	62
3.11 Экстремальные условия работы	63
3.12 Безопасный останов	65
3.12.1 Безопасное отключение крутящего момента	65
3.12.2 Функция безопасного отключения крутящего момента (только в FC 302)	65
3.12.3 Условия исполнения обязательств	66
3.12.4 Дополнительная информация	66
3.12.5 Установка внешнего устройства безопасности в сочетании с MCB 112	66
4 Выбор	68
4.1 Электрические характеристики, 380–500 В	68
4.2 Электрические характеристики, 525–690 В	78
4.2.1 Электрические характеристики, 525–690 В перем. тока, 12-импульсный	86
4.3 Общие технические требования	89
4.4 КПД	95
4.5 Акустический шум	95
4.6 Условия du/dt	96
4.7 Особые условия	97
4.7.1 Снижение номинальных характеристик вручную	97
4.7.2 Снижение номинальных характеристик в зависимости от температуры окружающей среды	98
4.7.3 Автоматическое снижение номинальных параметров	100

5 Заказ	101
5.1 Форма для заказа	101
5.1.1 Код типа	101
5.1.2 Конфигуратор привода	101
5.2 Номера для заказа	107
5.2.1 Дополнительные устройства и принадлежности	107
5.2.2 Тормозные резисторы	108
5.2.3 Усовершенствованные фильтры гармоник	110
5.2.4 Модули синусоидальных фильтров, 380–690 В перем. тока	117
5.2.5 Фильтры dU/dt	119
6 Механический монтаж	121
6.1 Перед монтажом	121
6.1.1 Приемка преобразователя частоты	121
6.1.2 Транспортировка и распаковка	121
6.1.3 Подъем	122
6.1.4 Габаритные размеры	124
6.1.5 Габаритные размеры, 12-импульсные блоки	137
6.2 Механический монтаж	143
6.2.1 Необходимый инструмент	143
6.2.2 Общие соображения	143
6.2.3 Расположение клемм — типоразмер D	145
6.2.4 Расположение клемм — типоразмер E	157
6.2.5 Расположение клемм — типоразмер F	163
6.2.6 Расположение клемм — типоразмер F, 12-импульсный	168
6.2.7 Ввод с использованием уплотнения/кабелепровода — IP21 (NEMA 1) и IP54 (NEMA12)	174
6.2.8 Ввод с использованием уплотнения/кабелепровода, 12-импульсный — IP21 (NEMA 1) и IP54 (NEMA12)	177
6.2.9 Охлаждение и потоки воздуха	180
6.2.10 Установка на стене/панели	183
6.2.11 Установка на подставке для корпусов типоразмера D	183
6.2.12 Установка подставки для корпусов типоразмера E	184
6.2.13 Установка на подставке для корпусов типоразмера F	185
7 Электрический монтаж	186
7.1 Соединения	186
7.1.1 Усилия затяжки	186
7.1.2 Подключение электропитания	187
7.1.3 Подключение электропитания, 12-импульсные преобразователи частоты	212
7.1.4 Рекомендации по выбору 12-импульсного трансформатора	214

7.1.5 Экранирование от электрических помех	215
7.1.6 Питание внешнего вентилятора	215
7.2 Предохранители и автоматические выключатели	215
7.2.1 Предохранители	215
7.2.2 Номинальный ток короткого замыкания (SCCR) в типоразмерах D	216
7.2.3 Рекомендации	216
7.2.4 Номиналы силовых/полупроводниковых предохранителей	217
7.2.5 Возможные силовые/полупроводниковые предохранители	218
7.2.6 Дополнительные предохранители	221
7.2.7 Предохранители на высокую мощность, 12-импульсные	222
7.2.8 Дополнительные предохранители — высокая мощность	224
7.3 Расцепители и контакторы	225
7.3.1 Сетевые разъединители — типоразмеры E и F	225
7.3.2 Сетевые разъединители, 12-импульсные	226
7.3.3 Сетевые контакторы	226
7.4 Дополнительные сведения о двигателе	227
7.4.1 Кабель электродвигателя	227
7.4.2 Параллельное соединение двигателей	228
7.4.3 Изоляция двигателя	229
7.4.4 Подшипниковые токи двигателя	229
7.5 Кабели и клеммы управления	229
7.5.1 Доступ к клеммам управления	229
7.5.2 Прокладка кабелей управления	229
7.5.3 Клеммы управления	231
7.5.4 Переключатели S201 (A53), S202 (A54) и S801	231
7.5.5 Монтаж клемм управления	232
7.5.6 Пример базовой схемы подключения	232
7.5.7 Монтаж кабелей управления	233
7.5.8 12-импульсные кабели управления	236
7.5.9 Выход реле для корпусов типоразмера D	238
7.5.10 Выход реле для корпусов E и F	238
7.5.11 Термореле тормозного резистора	239
7.6 Дополнительные соединения	239
7.6.1 Подключение шины постоянного тока	239
7.6.2 Разделение нагрузки	239
7.6.3 Монтаж кабеля тормозного резистора	240
7.6.4 Подключение к преобразователю частоты персонального компьютера	240
7.6.5 Программное обеспечение ПК	240
7.7 Техника безопасности	241
7.7.1 Высоковольтные испытания	241

7.7.2 Заземление	241
7.7.3 Подключение защитного заземления	242
7.8 Монтаж с учетом требований по ЭМС	242
7.8.1 Электрический монтаж — обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС)	242
7.8.2 Использование кабелей, соответствующих требованиям ЭМС	244
7.8.3 Заземление экранированных кабелей управления	244
7.8.4 Выключатель фильтра ВЧ-помех	245
7.9 Помехи в питающей сети/гармоники	245
7.9.1 Влияние гармоник в системе распределения мощности	246
7.9.2 Стандарты и требования к ограничению гармоник	247
7.9.3 Подавление гармоник	247
7.9.4 Расчет гармоник	247
7.10 Датчик остаточного тока	247
7.11 Окончательная настройка и тестирование	248
8 Примеры применения	249
8.1 Автоматическая адаптация двигателя (ААД)	249
8.2 Задание скорости через аналоговый вход	249
8.3 Пуск/останов	250
8.4 Внешний сброс аварийной сигнализации	251
8.5 Задание скорости с помощью ручного потенциометра	251
8.6 Увеличение/снижение скорости	252
8.7 Подключение сети RS-485	252
8.8 Термистор двигателя	253
8.9 Настройка реле с помощью интеллектуального логического управления	253
8.10 Управление механическим тормозом	254
8.11 Подключение энкодера	255
8.12 Направл. энкод	255
8.13 Приводная система с обратной связью	255
8.14 Останов и предел крутящего момента	255
9 Дополнительные устройства и принадлежности	257
9.1 Дополнительные устройства и принадлежности	257
9.1.1 Гнездо А	257
9.1.2 Гнездо В	257
9.1.3 Гнездо С	257
9.2 Модуль входов/выходов общего назначения MCB 101	258
9.2.1 Гальваническая развязка в MCB 101	258
9.2.2 Цифровые входы — клемма X30/1–4	259
9.2.3 Аналоговые входы — клемма X30/11, 12	259

9.2.4 Цифровые выходы — Клемма X30/6, 7	259
9.2.5 Аналоговый выход — клемма X30/8	259
9.3 Дополнительный энкодер MCB 102	260
9.4 Дополнительная плата резолвера MCB 103	262
9.5 Дополнительный модуль реле MCB 105	264
9.6 Дополнительный резервный источник 24 В для MCB 107	266
9.7 Плата термистора PTC MCB 112	267
9.8 Плата расширения релейных выходов MCB 113	269
9.9 Тормозные резисторы	271
9.10 Комплект для монтажа панели местного управления LCP	271
9.11 синусоидные фильтры	272
9.12 Опции для высокой мощности	272
9.12.1 Дополнительные устройства для типоразмера F	272
9.12.1.1 Клеммы цепи разделения нагрузки	272
9.12.1.2 Клеммы рекуперации	272
9.12.1.3 Противоконденсатный нагреватель	272
9.12.1.4 Тормозной прерыватель	272
9.12.1.5 Сетевой экран	272
9.12.1.6 Печатные платы в защищенном исполнении	273
9.12.1.7 Панель доступа для радиатора	273
9.12.1.8 Разъединитель сети	273
9.12.1.9 Контактор	273
9.12.1.10 Автоматический выключатель	273
9.12.2 Дополнительные устройства для типоразмера F	273
10 Монтаж и настройка RS-485	276
10.1 Краткое описание	276
10.2 Подключение сети	276
10.3 Оконечная нагрузка шины	276
10.4 Установка и настройка RS-485	277
10.4.1 Обеспечение ЭМС	277
10.5 Краткое описание протокола FC	277
10.6 Конфигурация сети	277
10.6.1 Настройка преобразователя частоты	277
10.7 Структура кадра сообщения по протоколу FC	278
10.7.1 Состав символа (байта)	278
10.7.2 Структура телеграммы	278
10.7.3 Длина телеграммы (LGE)	278
10.7.4 Адрес преобразователя частоты (ADR)	278
10.7.5 Управляющий байт (BCC)	278
10.7.6 Поле данных	279

10.7.7 Поле PKE	280
10.7.8 Номер параметра (PNU)	280
10.7.9 Индекс (IND)	280
10.7.10 Значение параметра (PWE)	281
10.7.11 Поддерживаемые типы данных	281
10.7.12 Преобразование	281
10.7.13 Слова состояния процесса (PCD)	282
10.8 Примеры	282
10.8.1 Запись значения параметра	282
10.8.2 Считывание значения параметра	282
10.9 Общие сведения о Modbus RTU	283
10.9.1 Допущения	283
10.9.2 Необходимые сведения	283
10.9.3 Общие сведения о Modbus RTU	283
10.9.4 Преобразователь частоты с Modbus RTU	283
10.10 Конфигурация сети	284
10.10.1 Преобразователь частоты с Modbus RTU	284
10.11 Структура кадра сообщения Modbus RTU	284
10.11.1 Преобразователь частоты с Modbus RTU	284
10.11.2 Структура сообщения Modbus RTU	284
10.11.3 Поля начала/останова	284
10.11.4 Адресное поле	285
10.11.5 Поле функции	285
10.11.6 Поле данных	285
10.11.7 Поле контроля CRC	285
10.11.8 Адресация катушек и регистров	285
10.11.9 Управление преобразователем частоты	287
10.11.10 Коды функций, поддерживаемые Modbus RTU	288
10.11.11 Исключительные коды Modbus	288
10.12 Доступ к параметрам	289
10.12.1 Операции с параметрами	289
10.12.2 Хранение данных	289
10.12.3 IND (индекс)	289
10.12.4 Текстовые блоки	289
10.12.5 Коэффициент преобразования	289
10.12.6 Значения параметров	289
10.13 Профиль управления FC	289
10.13.1 Командное слово в соответствии с профилем FC	289
10.13.2 Слово состояния, соответствующее профилю FC	291
10.13.3 Значение задания скорости передачи по шине	293

Алфавитный указатель	298
-----------------------------	-----

1 Как пользоваться этим Руководством по проектированию

1.1 Как пользоваться этим Руководством по проектированию — FC 300

Настоящая публикация содержит сведения, являющиеся собственностью Danfoss. Принимая настоящее руководство и используя его, читатель соглашается, что содержащиеся в руководстве сведения будут использоваться исключительно для эксплуатации оборудования, полученного от Danfoss, или оборудования других поставщиков, если такое оборудование предназначено для связи с оборудованием Danfoss по линии последовательной связи. Данная публикация защищена законодательством об авторском праве Дании и большинства других стран.

Компания Danfoss не гарантирует, что программа, созданная в соответствии с указаниями, приведенными в данном руководстве, будет действовать надлежащим образом в любой физической, аппаратной или программной среде.

Несмотря на то что документация, входящая в данное руководство, проверена и протестирована компанией Danfoss, Danfoss не предоставляет никакие гарантии или заверения, выраженные в прямом или косвенном виде, в отношении этой документации, в том числе относительно ее качества, оформления или пригодности для конкретной цели.

Ни при каких обстоятельствах Danfoss не несет ответственности за прямые, косвенные, фактические, побочные убытки, понесенные вследствие использования или ненадлежащего использования информации, содержащейся в настоящем руководстве, даже если указывается на возможность таких убытков. В частности, Danfoss не несет ответственности ни за какие расходы, в том числе расходы, понесенные в результате потери прибыли или дохода, потери или повреждения оборудования, потери компьютерных программ и данных, расходы на замену указанных элементов или удовлетворение претензий третьих лиц.

Компания Danfoss сохраняет за собой право пересматривать настоящую публикацию в любое время и вносить изменения в ее содержание без предварительного уведомления или каких-либо обязательств уведомления прежних или настоящих пользователей о таких исправлениях или изменениях.



Таблица 1.1 Этикетка с номером версии программного обеспечения

1.2 Список литературы

- *Инструкции по эксплуатации* поставляются в комплекте с преобразователем частоты и содержит информацию, необходимую для установки и ввода преобразователя частоты в эксплуатацию.
- *Руководство по проектированию* содержит всю техническую информацию о приводе преобразователя частоты с габаритами корпуса D, E и F, сведения о конструкциях, изготавливаемых по заказу, и областях применения.
- *Руководство по программированию* содержит сведения по программированию и включает полные описания параметров.
- *Инструкции по эксплуатации Profibus* содержат информацию о порядке управления, контроля и программирования преобразователя частоты через периферийную шину Profibus.
- *Инструкции по эксплуатации DeviceNet* содержат информацию о порядке управления, контроля и программирования преобразователя частоты через периферийную шину DeviceNet.

Техническую литературу Danfoss можно найти в печатном виде в местном торговом представительстве Danfoss и в сети Интернет по адресу www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentation/VLT+Technical+Documentation.htm

1.3 Разрешения



Таблица 1.2 Символы соответствия: CE, UL и «С-галочка»

Преобразователь частоты удовлетворяет требованиям UL508C, касающимся тепловой памяти. Подробнее см. глава 3.11.1 *Тепловая защита двигателя*.

1.4 Символы

В этом документе используются следующие символы.

⚠ВНИМАНИЕ!

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

⚠ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

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

УВЕДОМЛЕНИЕ

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

1.5 Сокращения

Переменный ток	Перем. ток
Американский сортамент проводов	AWG
Ампер	А
Автоматическая адаптация двигателя	ААД
Предел по току	$I_{\text{ЛIM}}$
Градусы Цельсия	°C
Постоянный ток	Пост. ток
В зависимости от типа привода	D-TYPE
Электромагнитная совместимость	ЭМС
Электронное тепловое реле	ЭТР
Преобразователь частоты	FC
Грамм	г
Герц	Гц
Лошадиные силы	л. с.
Килогерц	кГц
Панель местного управления	LCP
Метр	м
Миллигенри (индуктивность)	мГ
Миллиампер	мА
Миллисекунда	мс
Минута	мин
Служебная программа управления движением	MCT
Нанофарад	нФ
Ньютон-метры	Н·м
Номинальный ток двигателя	$I_{\text{M,N}}$
Номинальная частота двигателя	$f_{\text{M,N}}$
Номинальная мощность двигателя	$P_{\text{M,N}}$
Номинальное напряжение двигателя	$U_{\text{M,N}}$
Двигатель с постоянными магнитами	Двигатель с ПМ
Защитное сверхнизкое напряжение	PELV
Печатная плата	PCB
Номинальный выходной ток инвертора	I_{INV}
Число оборотов в минуту	об/мин
Клеммы рекуперации	Рекуперация
Секунда	с
Скорость синхронного двигателя	n_s
Предел момента	T_{LIM}
Вольты	В
Максимальный выходной ток	$I_{\text{VLT,MAX}}$
Номинальный выходной ток, обеспечиваемый преобразователем частоты	$I_{\text{VLT,N}}$

Таблица 1.3 Сокращения, которые используются в этом руководстве

1.6 Определения

Привод:

$I_{VLT,MAX}$

Максимальный выходной ток.

$I_{VLT,N}$

Номинальный выходной ток, обеспечиваемый преобразователем частоты.

$U_{VLT, MAX}$

Максимальное выходное напряжение.

Вход:

Команда управления Подключенный двигатель можно запускать и останавливать с помощью панели местного управления LCP и цифровых входов. Функции делятся на две группы. Функции группы 1 имеют более высокий приоритет, чем функции группы 2.	Группа 1	Сброс, останов выбегом, сброс и останов выбегом, быстрый останов, торможение постоянным током, останов и кнопка Off (Выкл.).
	Группа 2	Пуск, импульсный пуск, реверс, реверс и пуск, фиксация частоты и фиксация выходной частоты.

Таблица 1.4 Функции входа

Двигатель:

f_{LOG}

Частота двигателя в случае активизации функции фиксации частоты (через цифровые клеммы).

f_M

Частота двигателя.

f_{MAX}

Максимальная частота двигателя.

f_{MIN}

Минимальная частота двигателя.

$f_{M,N}$

Номинальная частота двигателя (данные с паспортной таблички).

I_M

Ток двигателя.

$I_{M,N}$

Номинальный ток двигателя (данные с паспортной таблички).

$n_{M,N}$

Номинальная скорость двигателя (данные из паспортной таблички).

$P_{M,N}$

Номинальная мощность двигателя (данные с паспортной таблички).

$T_{M,N}$

Номинальный крутящий момент (двигателя).

U_M

Мгновенное напряжение двигателя.

$U_{M,N}$

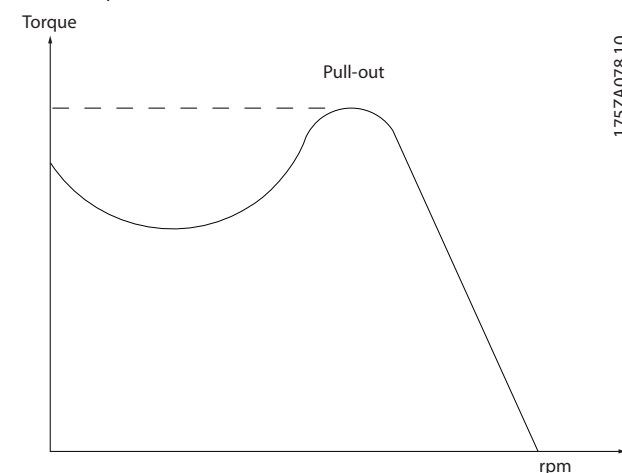
Номинальное напряжение двигателя (данные с паспортной таблички).

Момент опрокидывания:

n_s

Скорость синхронного двигателя.

$$n_s = \frac{2 \times \text{пар. 1} - 23 \times 60 \text{ с}}{\text{пар. 1} - 39}$$



175ZA078.10

Рисунок 1.1 График момента опрокидывания

η_{VLT}

КПД преобразователя частоты определяется отношением выходной мощности к входной.

Команда запрещения пуска

Команда останова, которая относится к группе команд управления 1.

Команда останова

См. группу параметров команд управления.

Задания:**Аналоговое задание**

Сигнал, подаваемый на клеммы 53 или 54, может представлять собой напряжение или ток.

Двоичное задание

Сигнал, подаваемый на порт последовательной связи (клемма FS-485 68-69).

Задание по шине

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

Предустановленное задание

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

Импульсное задание

Импульсный частотный сигнал, подаваемый на цифровые входы (клемма 29 или 33).

Ref_{max}

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

Ref_{min}

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

Прочие условия:**Аналоговые входы**

Аналоговые входы используются для управления различными функциями преобразователя частоты. Предусмотрено два вида аналоговых входов: вход тока 0–20 мА и 4–20 мА вход напряжения, 0–10 В пост. тока.

Аналоговые выходы

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

Автоматическая адаптация двигателя, ААД

Алгоритм ААД определяет электрические параметры подключенного двигателя, находящегося в остановленном состоянии.

Тормозной резистор

Тормозной резистор представляет собой модуль, способный поглощать мощность торможения, выделяемую при рекуперативном торможении. Регенеративная мощность торможения повышает напряжение промежуточной цепи, и тормозной прерыватель обеспечивает передачу этой мощности в тормозной резистор.

Характеристики СТ

Характеристики постоянного крутящего момента (constant torque), используемые для винтовых и спиральных холодильных компрессоров.

Цифровые входы

Цифровые входы могут использоваться для управления различными функциями преобразователя частоты.

Цифровые выходы

Преобразователь частоты имеет два полупроводниковых выхода, способных выдавать сигналы 24 В пост. тока (ток до 40 мА).

DSP

Цифровой процессор сигналов.

Выходы реле:

Преобразователь частоты имеет два программируемых релейных выхода.

ЭТР

Электронное тепловое реле вычисляет тепловую нагрузку исходя из текущей нагрузки и времени. Служит для оценки температуры двигателя.

GLCP:

Графическая панель местного управления (LCP102)

Hiperface®

Hiperface® — зарегистрированный товарный знак компании Stegmann.

Инициализация

Если выполняется инициализация (14-22 Operation Mode), программируемые параметры преобразователя частоты возвращаются к установкам по умолчанию.

Прерывистый рабочий цикл

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

LCP

Панель местного управления (LCP) предоставляет полный интерфейс для управления преобразователем частоты и его программирования. Панель управления LCP съемная и может быть установлена на расстоянии до 3 метров от преобразователя частоты на передней панели шкафа с помощью монтажного комплекта, поставляемого по заказу.

Предусмотрено два исполнения LCP:

- Цифровая LCP101 (NLCP)
- Графическая LCP102 (GLCP)

Младший бит

Младший значащий бит.

MCM

Сокращение Mille Circular Mil (млн круглых мил), американской единицы для измерения сечения проводов. $1 \text{ MCM} \equiv 0,5067 \text{ мм}^2$.

Старший бит

Старший значащий бит.

NLCP

Цифровая панель местного управления LCP101.

Оперативные/автономные параметры

Оперативные параметры вступают в действие сразу же после изменения их значений. Изменения, внесенные в автономные параметры, не вступают в силу, пока на LCP не нажата кнопка [OK].

ПИД-регулятор

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

PCD

Данные процесса.

Импульсный вход/инкрементальный 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. Подключение энкодера осуществляется через клеммы 32 или дополнительное устройство энкодера MCB 102.

RCD

Датчик остаточного тока Устройство, разъединяющее цепь в случае асимметрии между проводником под напряжением и землей. Также называется прерывателем короткого замыкания на землю (GFCI, ground fault circuit interrupter)

Набор параметров

Значения параметров можно сохранять в четырех наборах. Возможен переход между 4 наборами параметров и редактирование одного набора параметров во время действия другого набора параметров.

SFAVM

Метод коммутации, так называемое Асинхронное векторное управление с ориентацией по магнитному потоку статора (Stator Flux oriented Asynchronous Vector Modulation) (14-00 Switching Pattern).

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 (ИЛК)

Интеллектуальное логическое управление — это последовательность заданных пользователем действий, которые выполняются в случае, если ИЛК признает соответствующие, определенные пользователем события истинными.

STW

Слово состояния.

Термистор:

Терморезистор, устанавливаемый там, где контролируется температура (в преобразователе частоты или в двигателе).

1

THD

Общее гармоническое искажение. Состояние полного гармонического искажения.

Отключение

Состояние, вводимое в аварийных ситуациях. Например, в случае перегрева преобразователя частоты или для защиты двигателя, технологического процесса или механизма. Перезапуск не допускается до тех пор, пока причина неисправности не будет устранена и состояние отключения не будет отменено выполнением функции сброса или, в некоторых случаях, посредством запрограммированного автоматического сброса. Не используйте отключение для обеспечения безопасности персонала.

Отключение с блокировкой

Состояние, вводимое в аварийной ситуации, когда преобразователь частоты осуществляет защиту собственных устройств и требует физического вмешательства. Например, если преобразователь частоты подвергается короткому замыканию на выходе, происходит отключение с блокировкой. Отключение с блокировкой может быть отменено выключением сети питания, устранением причины неисправности и новым подключением преобразователя частоты.

Характеристики VT

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

VVC^{plus}

В сравнении с обычным регулированием соотношения напряжение/частота Voltage Vector Control (VVC^{plus}) обеспечивает улучшение динамики и устойчивости как при изменении задания скорости, так и при изменениях момента нагрузки.

60° AVM

Метод коммутации, называемый Асинхронным векторным управлением 60° (60° Asynchronous Vector Modulation) (см. 14-00 Switching Pattern).

1.7 Коэффициент мощности

Коэффициент мощности — это отношение I_1 к $I_{эфф.}$.

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

Коэффициент мощности для 3-фазного устройства управления:

$$= \frac{I_1 \times \cos\varphi}{I_{эфф.}} = \frac{I_1}{I_{эфф.}} \text{ поскольку } \cos\varphi = 1$$

Коэффициент мощности показывает, в какой мере преобразователь частоты нагружает питающую сеть. Чем ниже коэффициент мощности, тем больше I_{RMS} при одной и той же мощности преобразователя (кВт).

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

Кроме того, высокий коэффициент мощности показывает, что токи различных гармоник малы. Встроенные дроссели постоянного тока повышают коэффициент мощности, доводя тем самым до минимума нагрузку на питающую сеть.

2 Техника безопасности и соответствие нормам

2.1 Меры предосторожности

Преобразователи частоты содержат высоковольтные компоненты и при неправильном использовании могут быть смертельно опасными. Установкой и эксплуатацией оборудования могут заниматься только обученные технические специалисты. Запрещается проводить любые ремонтные работы без предварительного обесточивания преобразователя частоты и без ожидания установленного промежутка времени для рассеяния сохраненной электрической энергии.

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

2.2 Внимание

⚠ВНИМАНИЕ!

ВРЕМЯ РАЗРЯДКИ

В преобразователях частоты установлены конденсаторы постоянного тока, которые остаются заряженными даже после отключения сетевого питания. Во избежание поражения электрическим током, отсоедините:

- Сеть переменного тока
- Двигатели с постоянными магнитами
- Источники питания сети постоянного тока, в том числе резервные аккумуляторы, ИБП и подключения к сети постоянного тока других преобразователей частоты.

Перед выполнением работ по обслуживанию и ремонту следует дождаться полной разрядки конденсаторов. Время ожидания указано в таблице *Время разрядки конденсаторов*. Несоблюдение такого периода ожидания после отключения питания перед началом обслуживания или ремонта может привести к летальному исходу или серьезным травмам.

Напряжение [В]	Мощность [кВт]	Минимальное время ожидания [мин]
380-500	90-250	20
	315–800 кВт	40
525-690	55–315 (типоразмер D)	20
	355-1200	30

Таблица 2.1 Время разрядки конденсаторов

2.2.1 Указания по утилизации

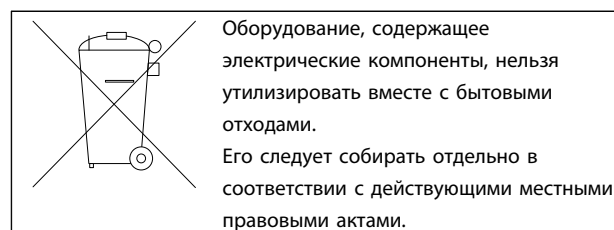


Таблица 2.2 Указания по утилизации

2.3 Маркировка CE

2.3.1 Соответствие требованиям CE и маркировка CE

Директива о машинном оборудовании (2006/42/ЕС)

Преобразователи частоты не подпадают под действие данной директивы о машинном оборудовании. Однако если преобразователь частоты поставляется для использования в составе механического оборудования, Danfoss предоставляет информацию по вопросам безопасности, связанным с преобразователем частоты. **Что такое соответствие требованиям CE и маркировка CE?**

Целью маркировки CE является устранение технических препятствий при движении товаров внутри Европейской ассоциации свободной торговли (ЕАСТ) и Европейского союза (ЕС). ЕС ввел знак CE как простой способ показать, что изделие удовлетворяет требованиям соответствующих директив ЕС. Знак CE ничего не говорит о технических условиях или качестве изделия. Требования к преобразователю частоты определяют две директивы ЕС.

Директива о низковольтном оборудовании (2006/95/ЕС)

В соответствии с директивой по низковольтному оборудованию, которая вступила в действие с 1 января 1997 г., преобразователи частоты должны иметь маркировку знаком CE. Директива относится ко всем электрическим устройствам и оборудованию, в которых используются напряжения в диапазонах 50–1000 В перем. тока или 75–1500 В пост. тока. Компания Danfoss ставит знак CE согласно этой директиве и по запросу предоставляет декларацию соответствия.

Директива по электромагнитной совместимости (2004/108/ЕС)

ЭМС — это аббревиатура для термина «электромагнитная совместимость». Электромагнитная совместимость означает, что взаимные помехи между различными компонентами и устройствами не влияют на работу оборудования.

Директива ЭМС вступила в действие 1 января 1996 г. Компания Danfoss ставит знак CE согласно этой директиве и по запросу предоставляет декларацию соответствия. Чтобы правильно выполнить монтаж в соответствии с требованиями по ЭМС, обратитесь к указаниям, приведенным в *глава 7.8 Монтаж с учетом требований по ЭМС*. Кроме того, мы указываем, каким стандартам соответствуют наши изделия. Компания Danfoss предлагает фильтры, упомянутые в технических характеристиках и предоставляет другие виды поддержки для достижения наилучших показателей по ЭМС.

В большинстве случаев преобразователь частоты используется специалистами отрасли как multifunctional компонент более крупного устройства, системы или установки. Следует отметить, что ответственность за конечные характеристики ЭМС оборудования, системы или установки возлагается на организацию, отвечающую за их монтаж.

2.3.2 Сфера действия маркировки CE

В документе ЕС «*Руководящие принципы применения Директивы Совета 2004/108/ЕС*» указаны три типовых назначения преобразователя частоты. Следующий перечень описывает сферы действия требований по ЭМС и маркировки CE.

1. Преобразователь частоты продается напрямую непосредственным пользователям, например, через хозяйственные магазины. Конечный пользователь самостоятельно устанавливает преобразователь частоты для использования с домашним оборудованием. Для таких применений преобразователь частоты должен иметь маркировку знаком CE в соответствии с директивой по ЭМС.
2. Преобразователь частоты предназначен для монтажа в промышленных установках; такой монтаж должен производиться специалистами. В соответствии с директивой по ЭМС, знак CE не должен наноситься ни на преобразователь частоты, ни на готовую установку. Однако устройство должно соответствовать основным требованиям по ЭМС этой директивы. Соответствие требованиям обеспечивается путем применения компонентов, приспособлений и систем, имеющих маркировку знаком CE в соответствии с директивой по ЭМС.

3. Преобразователь частоты предназначен для использования в качестве составной части законченной системы (например, системы кондиционирования воздуха). Система в целом должна иметь маркировку знаком CE в соответствии с директивой по ЭМС. В соответствии с директивой по ЭМС изготовитель может маркировать знаком CE изделия, состоящие из компонентов с маркировкой CE, или системы, прошедшие испытания на ЭМС. Если изготовитель принимает решение использовать только компоненты с маркировкой знаком CE, не требуется подвергать испытаниям всю систему.

2.3.3 Преобразователь частоты Danfoss и маркировка CE

Маркировка знаком CE является преимуществом оборудования, когда она используется по своему первоначальному назначению, т. е. для облегчения торговли в пределах ЕС и ЕАСТ.

Маркировка CE может охватывать различные технические требования. Проверьте наличие маркировки CE, чтобы удостовериться в том, что изделие подходит для требуемого применения.

Компания Danfoss маркирует преобразователи частоты знаком CE в соответствии с требованиями директивы по низковольтному оборудованию, что означает, что при условии правильной установки преобразователя частоты Danfoss гарантирует соответствие директиве. Компания Danfoss предоставляет декларацию о соответствии маркировки CE требованиям директивы по низковольтному оборудованию.

Знак CE также применим, если выполнены требования ЭМС по монтажу и фильтрации.

Подробные указания по монтажу в соответствии с требованиями по ЭМС можно найти в *Глава 7.8 Монтаж с учетом требований по ЭМС*. Кроме того, компания Danfoss указывает, каким стандартам соответствуют ее изделия.

2.3.4 Соответствие директиве по ЭМС 2004/108/EC

В большинстве случаев преобразователь частоты используется специалистами отрасли как multifunctional компонент более крупного устройства, комплекса или установки. Ответственность за конечные характеристики ЭМС оборудования, системы или установки возлагается на организацию, отвечающую за их монтаж. В помощь монтажникам компания Danfoss подготовила руководящие указания по монтажу системы силового привода с обеспечением ЭМС. Системы силовых приводов соответствуют стандартам и уровням испытаний, предусмотренным для этих систем, при условии надлежащего соблюдения инструкции по монтажу с обеспечением ЭМС. См. *глава 3.5.4 Требования к помехозащищенности*.

2.4 Типы корпусов

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

- NEMA, стандарт Национальной ассоциации производителей электрооборудования, США.
- Степени защиты IP (International Protection, международная защита), определенные 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, IP21 (NEMA 1) и IP54 (NEMA 12).

Стандарты UL и NEMA

NEMA/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.

NEMA/UL Тип 12 — Корпуса общего назначения, предназначенные для использования в 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 кабелями, за исключением отверстий, оснащенных маслостойкой прокладкой для монтажа маслонепроницаемых или пыленепроницаемых механизмов. Дверцы также снабжены также маслостойкими прокладками. Кроме того, корпуса для сочетаний контроллеров имеют навесные дверцы, которые открываются вокруг вертикальной оси и только с помощью специальных инструментов.

Соответствие типу UL означает, что корпус соответствует и стандартам NEMA. Требования к конструкциям и тестированию корпусов имеются в публикациях NEMA Standards Publication 250-2003 и UL 50, Eleventh Edition.

Коды IP

В *Таблица 2.4* представлены данные о сопоставлении двух стандартов. В *Таблица 2.3* показаны значения цифровых кодов IP и даны определения уровней защиты. Преобразователи частоты соответствуют требованиям обоих стандартов.

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

Таблица 2.3 Соответствие кодов степеней защиты IP

Первая цифра (защита от проникновения твердых посторонних объектов)	
0	Нет защиты
1	Защита до 50 мм (руки)
2	Защита до 12,5 мм (пальцы)
3	Защита до 2,5 мм (инструменты)
4	Защита до 1,0 мм (провода)
5	Защита от проникновения пыли (ограничение попадания)
6	Полная защита от проникновения пыли
Вторая цифра (вода)	
0	Нет защиты
1	Защита от вертикально падающих капель воды
2	Защита от капель воды, падающих под углом 15°
3	Защита от воды, падающей 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 2.4 Определения кодов степеней защиты IP

2.5 Агрессивная окружающая среда

Преобразователь частоты содержит большое число механических и электронных элементов, чувствительных к воздействию окружающей среды.

⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

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

Степень защиты в соответствии с IEC 60529

Для предотвращения вызванных посторонними предметами нарушений безопасности цепи, межфазных сбоев и коротких замыканий между клеммами, соединителями и токопроводящими дорожками, должна быть установлена и эксплуатироваться функция безопасного отключения крутящего момента (STO) в шкафу управления со степенью защиты IP54 или выше (или в эквивалентной среде).

Жидкости могут переноситься по воздуху и конденсироваться в преобразователе частоты, вызывая коррозию компонентов и металлических деталей. Пар, масло и морская вода могут привести к коррозии компонентов и металлических деталей. При таких окружающих условиях используйте оборудование в корпусах со степенью защиты 54/55. В качестве дополнительной меры защиты можно использовать печатные платы с покрытием, которые поставляются по заказу

Находящиеся в воздухе твердые частицы, например частицы пыли, могут вызывать механические, электрические и тепловые повреждения преобразователя частоты. Типичным показателем высокого уровня загрязнения воздуха твердыми частицами является наличие частиц пыли вокруг вентилятора преобразователя частоты. В сильно запыленной среде используйте оборудование в корпусах со степенью защиты IP54/IP55, а оборудование со степенью защиты IP00/IP20/ТИП 1 должно устанавливаться в шкафах.

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

Возникающие химические реакции быстро воздействуют на электронные устройства и приводят к их повреждению. В таких условиях следует устанавливать оборудование в шкафах с вентиляцией свежим воздухом, благодаря которой агрессивные газы будут удаляться из преобразователя частоты. Поставляемые по заказу печатные платы с покрытием могут стать дополнительным средством защиты в таких условиях.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Установка преобразователей частоты в агрессивной среде увеличивает опасность остановок преобразователя и значительно уменьшает срок его службы.

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

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

Корпуса D и E имеют опцию тыльного канала из нержавеющей стали, которая призвана обеспечить дополнительную защиту в коррозионно-активной среде, такой как насыщенная солью атмосфера на морских побережьях. Для внутренних компонентов преобразователя частоты по-прежнему требуется установка надлежащей вентиляции. Для получения дополнительной информации обратитесь в Danfoss.

2.5.1 Влажность

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

2.5.2 Вибрация

Преобразователь частоты испытан в соответствии с методикой, основанной на следующих стандартах:

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

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

3 Общие сведения об изделии

3.1 Обзор изделия

3

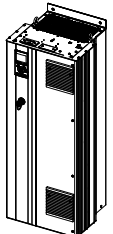
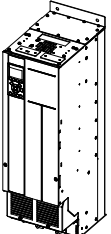
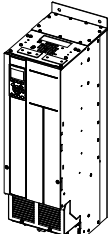
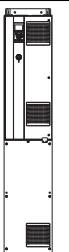
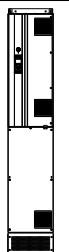
Типоразмер		D1h	D2h	D3h	D4h
					
Защита корпуса	IP	21/54	21/54	20	20
	NEMA	Тип 1/Тип 12	Тип 1/Тип 12	Шасси	Шасси
Высокая перегрузка относительно номинальной мощности — перегрузка по моменту 160 %		90–132 кВт при 400 В (380–500 В) 55–132 кВт при 690 В (525–690 В)	160–250 кВт при 400 В (380–500 В) 160–315 кВт при 690 В (525–690 В)	90–132 кВт при 400 В (380–500 В) 55–132 кВт при 690 В (525–690 В)	160–250 кВт при 400 В (380–500 В) 160–315 кВт при 690 В (525–690 В)
Типоразмер		D5h	D6h	D7h	D8h
					
Защита корпуса	IP	21/54	21/54	21/54	21/54
	NEMA	Тип 1/Тип 12	Тип 1/Тип 12	Тип 1/Тип 12	Тип 1/Тип 12
Высокая перегрузка относительно номинальной мощности — перегрузка по моменту 160 %		90–132 кВт при 400 В (380–500 В) 55–132 кВт при 690 В (525–690 В)	90–132 кВт при 400 В (380–500 В) 55–132 кВт при 690 В (525–690 В)	160–250 кВт при 400 В (380–500 В) 160–315 кВт при 690 В (525–690 В)	160–250 кВт при 400 В (380–500 В) 160–315 кВт при 690 В (525–690 В)

Таблица 3.1 Обзор изделия, 6-импульсные преобразователи частоты

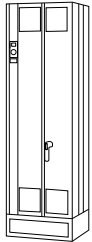
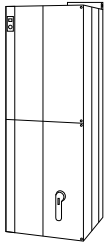
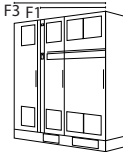
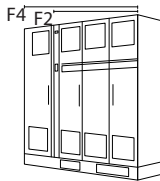
Типоразмер		E1	E2	F1/F3	F2/ F4
		 130BA818.10	 130BA821.10	 130BA959.10	 130BB092.11
Защита корпуса	IP	21/54	00	21/54	21/54
	NEMA	Тип 1/Тип 12	Шасси	Тип 1/Тип 12	Тип 1/Тип 12
Высокая перегрузка относительно номинальной мощности — перегрузка по моменту 160 %		250–400 кВт при 400 В (380–500 В) 355–560 кВт при 690 В (525–690 В)	250–400 кВт при 400 В (380–500 В) 355–560 кВт при 690 В (525–690 В)	450–630 кВт при 400 В (380–500 В) 630–800 кВт при 690 В (525–690 В)	710–800 кВт при 400 В (380–500 В) 900–1000 кВт при 690 В (525–690 В)

Таблица 3.2 Обзор изделия, 6-импульсные преобразователи частоты

УВЕДОМЛЕНИЕ

Корпуса типоразмера F имеются в наличии со шкафом дополнительных устройств или без него. Корпуса F1 и F2 состоят из шкафа для выпрямителя слева и шкафа для инвертора справа. Корпуса F3/F4 представляют собой блоки F1/F2 с дополнительным шкафом для дополнительных устройств слева от шкафа для выпрямителя.

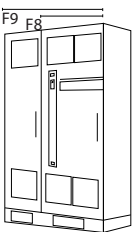
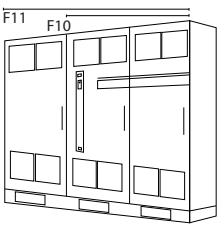
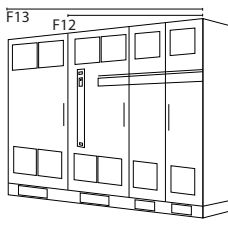
Типоразмер		F8	F9	F10	F11	F12	F13
		 130BB690.10		 130BB691.10		 130BB692.10	
Защита корпуса	IP	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54
	NEMA	Тип 1/Тип 12	Тип 1/Тип 12	Тип 1/Тип 12	Тип 1/Тип 12	Тип 1/Тип 12	Тип 1/Тип 12
Высокая перегрузка относительно номинальной мощности — перегрузка по моменту 160 %		250–400 кВт (380–500 В) 355–560 кВт (525–690 В)	250–400 кВт (380–500 В) 355–560 кВт (525–690 В)	450–630 кВт (380–500 В) 630–800 кВт (525–690 В)	450–630 кВт (380–500 В) 630–800 кВт (525–690 В)	710–800 кВт (380–500 В) 900–1200 кВт (525–690 В)	710–800 кВт (380–500 В) 900–1200 кВт (525–690 В)

Таблица 3.3 Общие сведения об изделии, 12-импульсные преобразователи частоты

УВЕДОМЛЕНИЕ

Корпуса типоразмера F имеются в наличии со шкафом дополнительных устройств или без него. Корпуса типоразмеров F8, F10 и F12 состоят из шкафа для выпрямителя слева и шкафа для инвертора справа. Корпуса F9/F11/F13 представляют собой блоки F8/F10/F12 с дополнительным шкафом для дополнительных устройств слева от шкафа для выпрямителя.

3.2 Средства управления

Преобразователь частоты может регулировать либо скорость, либо крутящий момент вала двигателя. Тип управления определяется настройкой параметра *1-00 Режим конфигурирования*.

Регулирование скорости

Предусмотрено два типа регулирования скорости:

- Регулирование скорости при разомкнутом контуре, когда не требуется никакой обратной связи от двигателя (режим без датчика).
- Регулирование скорости при замкнутом контуре ПИД-регулирования, когда требуется подача на вход сигнала обратной связи по скорости. Правильно оптимизированное регулирование с обратной связью по скорости обеспечивает более высокую точность, чем регулирование скорости без обратной связи. Для выбора входа для сигнала обратной связи ПИД-регулятора скорости используется параметр *7-00 Ист.сигн.ОС ПИД-рег.скор.*.

Регулирование крутящего момента

Функция регулирования крутящего момента используется в применениях, где крутящий момент на выходном валу двигателя управляет применением за счет контроля напряжений. Способ регулирования крутящего момента выбирается в *1-00 Режим конфигурирования*: *[4] VVC+ open loop* или *[2] Flux control closed loop with motor speed feedback*. Настройка крутящего момента выполняется посредством настройки аналогового или цифрового задания, или задания по шине. Коэффициент ограничения максимальной скорости устанавливается в *4-21 Speed Limit Factor Source*. Для использования функции регулирования крутящего момента рекомендуется провести процедуру полной ААД, поскольку правильные данные двигателя чрезвычайно важны для оптимальной работы.

- При регулировании потока сигналом обратной связи энкодера обеспечиваются превосходные характеристики во всех четырех квадрантах и на всех скоростях двигателя.
- Разомкнутый контур в режиме *VVC^{plus}*. 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.

Задание скорости/момента

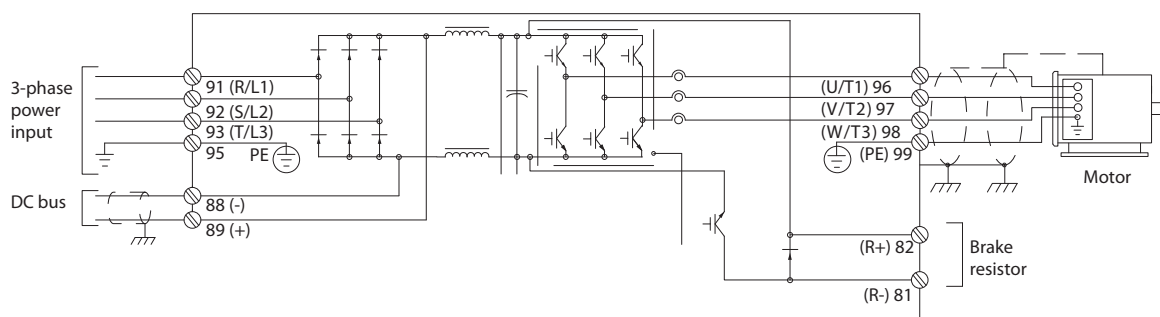
Задание для этих методов регулирования может быть либо отдельным заданием, либо суммой различных заданий, включая задания с относительным масштабированием. Подробнее о формировании задания, см. *глава 3.3 Формирование задания*.

3.2.1 Принцип управления

Преобразователь частоты выпрямляет сетевое переменное напряжение, преобразуя его в постоянное напряжение, которое затем преобразуется в переменный ток питания с регулируемой амплитудой и частотой.

На двигатель подаются изменяющиеся напряжение/ток и частота, благодаря чему обеспечивается плавное регулирование скорости вращения стандартных трехфазных двигателей переменного тока и синхронных двигателей с постоянными магнитами.

3



1308C514.12

Рисунок 3.1 Принцип управления

Клеммы управления используются для подключения сигнальной проводки обратной связи, задания и других входных сигналов к следующему оборудованию:

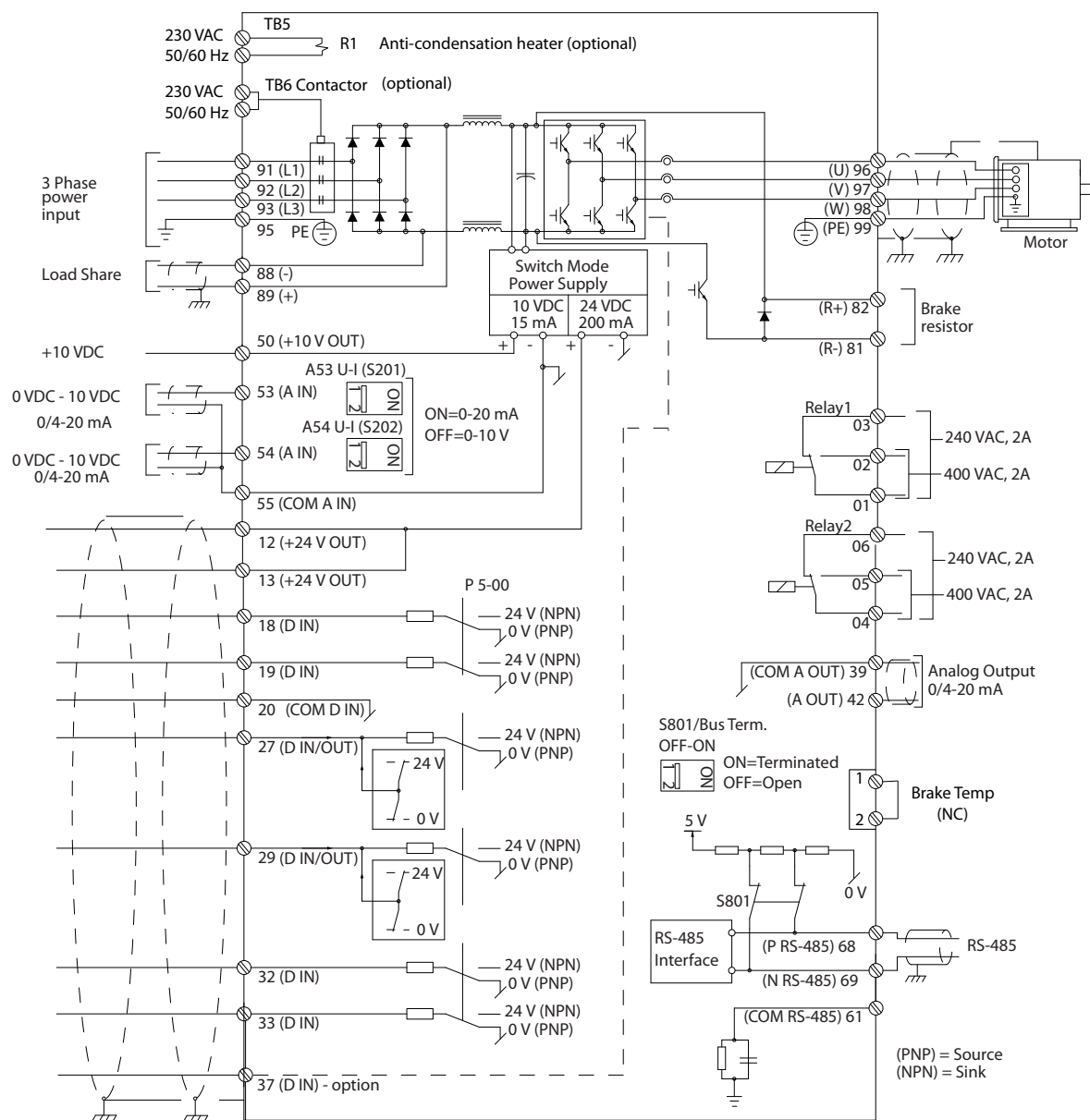
- преобразователь частоты
- устройства вывода сведений о состоянии преобразователя частоты и условиях сбоя
- реле для управления вспомогательным оборудованием
- интерфейс последовательной связи

Программирование клемм управления (присвоение им различных функций) выполняется путем выбора параметров, описанных в главном или быстром меню. Большая часть проводов цепи управления предоставляется заказчиком (если они не заказаны на заводе). Для входов и выходов цепи управления преобразователя частоты также предоставляется источник питания постоянного тока 24 В.

В Таблица 3.4 описываются функции клемм управления. Многие из этих клемм имеют несколько функций в зависимости от заданных параметров. Некоторые дополнительные устройства имеют дополнительные клеммы. Сведения о расположении клемм см. в глава 6.2 Механический монтаж.

Номер клеммы	Функция
01, 02, 03 и 04, 05, 06	Два выходных реле типа Form C. Макс. 240 В перем.тока, 2 А, мин. 24 В пост. тока, 10 мА или 24 В перем. тока, 100 мА. Может использоваться для индикации состояния и для предупреждений. Физически размещен на силовой плате питания.
12, 13	Источник питания 24 В пост. тока для цифровых входов и внешних датчиков. Максимальный выходной ток 200 мА.
18, 19, 27, 29, 32, 33	Цифровые входы для управления преобразователем частоты. R = 2 кОм. Менее 5 В = логический «0» (разомкн.). Более 10 В = логическая «1» (замкн.). Клеммы 27 и 29 программируются в качестве цифровых/импульсных выходов.
20	Общий для цифровых входов.
37	Вход 0–24 В пост. тока для функции безопасного останова (на некоторых устройствах).
39	Общий для аналоговых и цифровых выходов.
42	Аналоговые и цифровые выходы для индикации значений частоты, задания, тока и крутящего момента. Аналоговый сигнал 0/4–20 мА при максимуме 500 Ом. Цифровой сигнал 24 В пост. тока при минимуме 500 Ом.
50	Питание на аналоговых входах максимум 10 В пост. тока, 15 мА для подключения потенциометра или термистора.
53, 54	Могут быть выбраны значения от 0 до 10 В пост. тока на входе, R = 10 кОм, или аналоговые сигналы 0/4–20 мА при максимуме 200 Ом. Используется для сигналов задания или обратной связи. Сюда можно подключить термистор.
55	Общий для клемм 53 и 54.
61	Общий RS-485.
68, 69	Интерфейс RS-485 и последовательная связь.

Таблица 3.4 Функции клемм управления (без дополнительного оборудования)



130BC548.12

3

Рисунок 3.2 Типоразмер D, схема межкомпонентных соединений

3

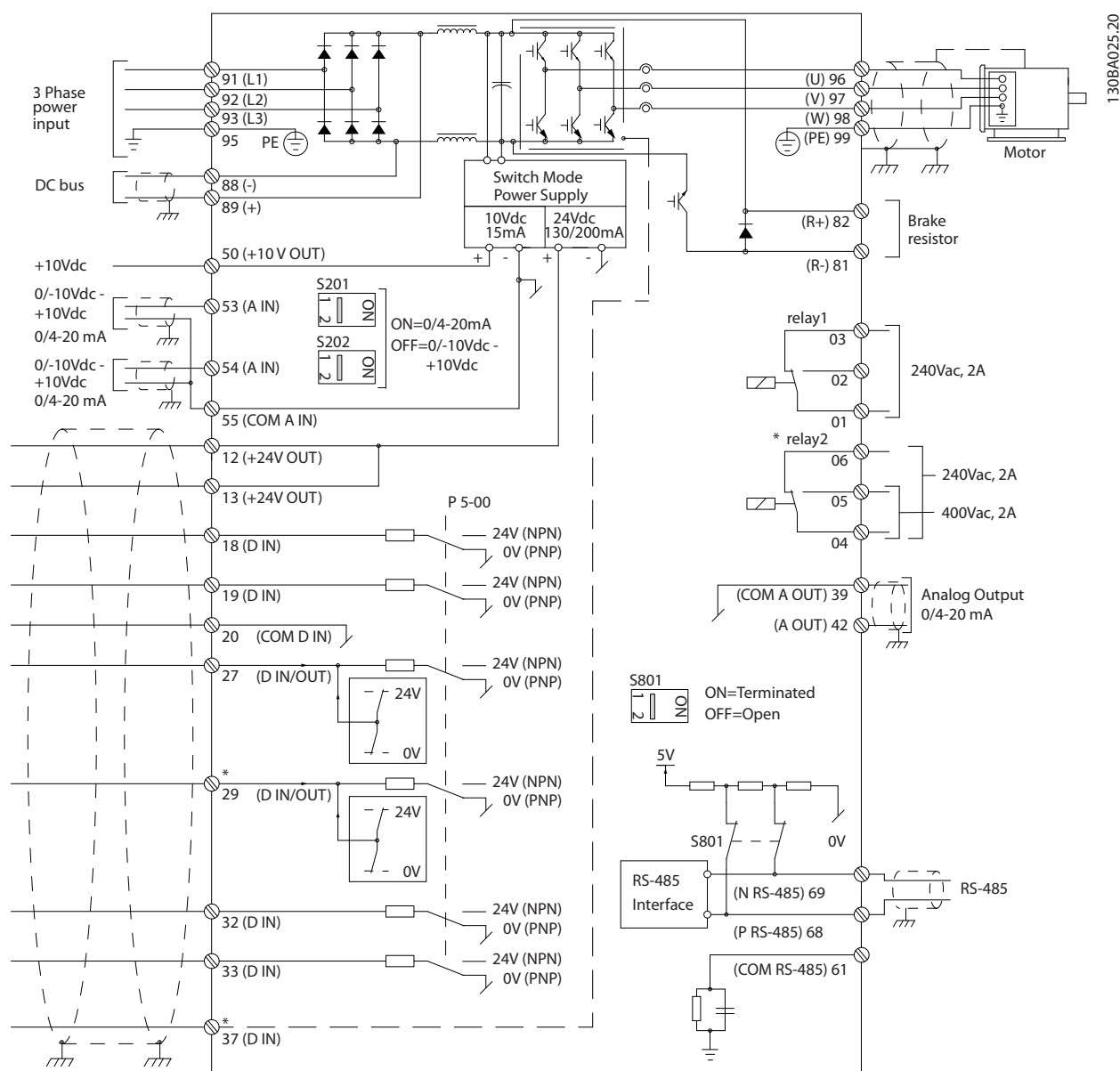


Рисунок 3.3 Типоразмеры E и F, схема межкомпонентных соединений

3.2.2 Структура управления в VVC^{plus} Усовершенствованное векторное управление

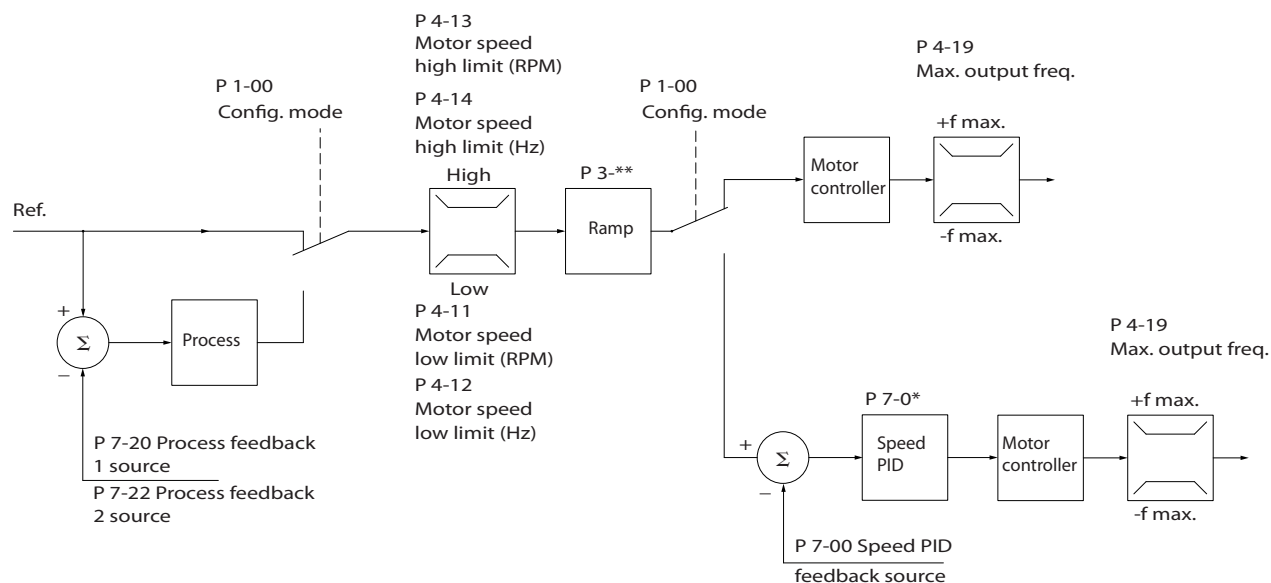


Рисунок 3.4 Структура управления VVC^{plus}, конфигурации с разомкнутым и замкнутым контуром

На Рисунок 3.4, для 1-01 Принцип управления двигателем установлено значение [1] VVC^{plus}, а для 1-00 Режим конфигурирования — значение [0] Ск-сть, без обр. св. 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.

Если параметр 1-00 Режим конфигурирования имеет значение [1] Ск-сть, замкн.конт., результирующее задание передается от ограничения изменения скорости и ограничения скорости к ПИД-регулятору 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 частотному пределу.

Чтобы использовать ПИД-регулятор процесса для регулирования с обратной связью, например, скорости или давления в управляемой системе, выберите [3] Процесс в параметре 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.

3.2.3 Структура управления в режиме регулирования магнитного потока без датчика

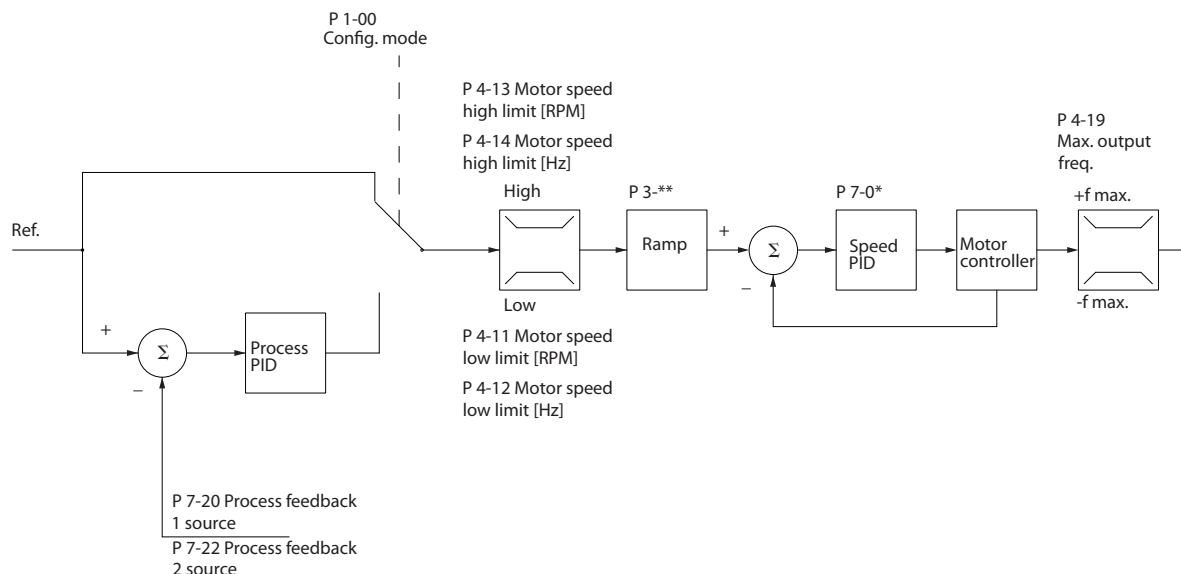


Рисунок 3.5 Структура управления в режиме регулирования магнитного потока без датчика, конфигурации с разомкнутым и замкнутым контуром

На Рисунок 3.5, параметр 1-01 Принцип управления двигателем имеет значение [2] Flux без датчика, а 1-00 Режим конфигурирования — значение [0] Ск-сть, без обр. св. Результирующее задание от системы формирования задания подается через схему ограничения изменения скорости и ограничения скорости в соответствии с указанными установками параметров.

Расчетный сигнал обратной связи по скорости формируется для ПИД-регулятора скорости с целью управления выходной частотой. Для ПИД-регулятора скорости необходимо задать параметры P, I и D (группа параметров 7-0* ПИД-регулят.скор.).

Чтобы использовать ПИД-регулятор процесса для регулирования с обратной связью, например, скорости или давления в управляемой системе, выберите [3] Процесс в параметре 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.

3.2.4 Структура управления в по магнитному потоку с обратной связью от двигателя

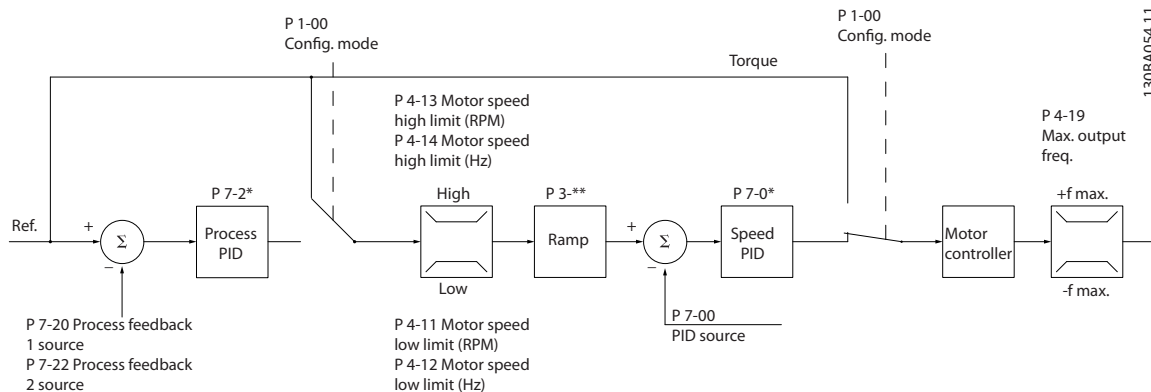


Рисунок 3.6 Структура управления, конфигурация регулировки по магнитному потоку с обратной связью от двигателя (доступно только в FC 302)

На Рисунок 3.6, для 1-01 Принцип управления двигателем установлено значение [3] Flux с ОС от двигат., а для 1-00 Режим конфигурирования — значение [1] Ск-сть, замкн.конт.

В этой конфигурации управление двигателем осуществляется по сигналу обратной связи от энкодера, установленного непосредственно на валу двигателя (настраивается в пар. 1-02 Flux- источник ОС двигателя).

Чтобы использовать результирующее задание в качестве входного сигнала для ПИД-регулятора скорости, выберите в пар. 1-00 Режим конфигурирования значение [1] Ск-сть, замкн.конт. Параметры ПИД-регулятора скорости находятся в группе параметров 7-0* ПИД-регулят.скор.

Выберите в параметре 1-00 Режим конфигурирования значение [2] Крутящий момент, чтобы использовать результирующее задание непосредственно как задание момента. Регулирование крутящего момента можно выбрать только в конфигурации Flux с ОС от двигат. (пар. 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.

Выберите в параметре 1-00 Режим конфигурирования значение [3] Процесс, чтобы использовать ПИД-регулятор технологического процесса для регулирования с обратной связью по скорости или по переменной технологического процесса в управляемой системе.

3.2.5 Внутреннее управление током в режиме VVC^{plus}

Особенностью преобразователя частоты является встроенная система контроля предельного тока, которая включается, когда ток двигателя и, следовательно, крутящий момент оказываются выше предельных моментов, установленных в параметрах 4-16 Двигательн.режим с огранич. момента, 4-17 Генераторн.режим с огранич.момента и 4-18 Предел по току.

Когда преобразователь частоты достигает предела по току в двигательном режиме или в регенеративном режиме, он стремится как можно скорее снизить ток ниже установленных пределов для момента без потери управления электродвигателем.

3.2.6 Управление Местное (Hand On) и дистанционное (Auto On) управление

Преобразователь частоты может управляться вручную с LCP или дистанционно через аналоговые и цифровые входы и по последовательной шине. Если разрешено в параметрах 0-40 Кнопка [Hand on] на LCP, 0-41 Кнопка [Off] на МПУ, 0-42 Кнопка [Auto on] на МПУ и 0-43 Кнопка [Reset] на LCP, с помощью кнопок на LCP [Hand ON] (Ручной ПУСК) и [Off] (Выкл.) можно запускать и останавливать преобразователь частоты. Кнопка [Reset] (Сброс) используется для сброса аварийных сигналов. После нажатия кнопки [Hand On] (Ручной пуск) преобразователь частоты переходит в режим ручного управления (Н) и отслеживает (по умолчанию) местное задание, которое можно устанавливать, пользуясь кнопками со стрелками на LCP.

После нажатия кнопки [Auto On] (Автоматический пуск) преобразователь частоты переходит в автоматический режим и отслеживает (по умолчанию) дистанционное задание. В этом режиме можно управлять преобразователем частоты с помощью цифровых входов и по различным последовательным каналам связи (RS-485, USB или по дополнительной периферийной шине). Дополнительные сведения о пуске, останове, изменении разгона и замедления, настройках параметров и т. д. приведены в описании групп параметров 5-1* Цифровые входы и 8-5* Цифровое/Шина.

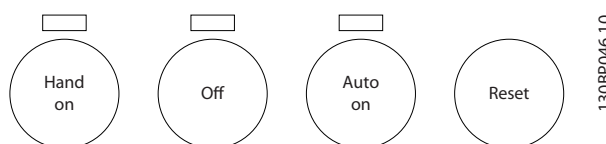


Рисунок 3.7 Кнопки управления LCP

Активное задание и режим конфигурирования

Активным может быть местное или дистанционное задание.

Местное задание можно выбрать для постоянного использования с помощью значения [2] Местное в параметре 3-13 Место задания.

Для постоянного использования дистанционного задания установите значение [1] Дистанционное. При выборе [0] Связанное Ручн/Авто (по умолчанию) место задания будет зависеть от того, какой режим активен (ручной или автоматический).

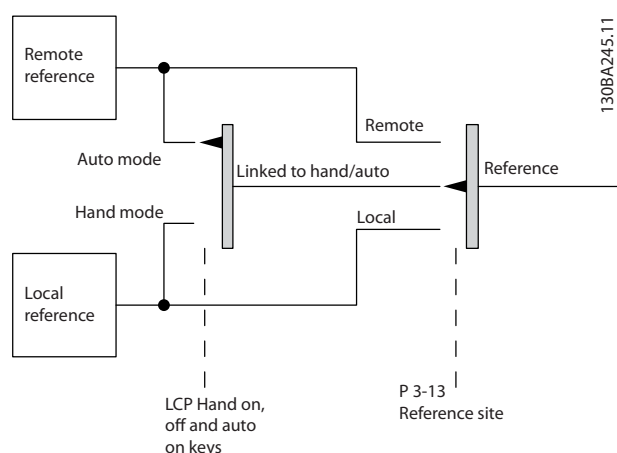


Рисунок 3.8 Активное задание

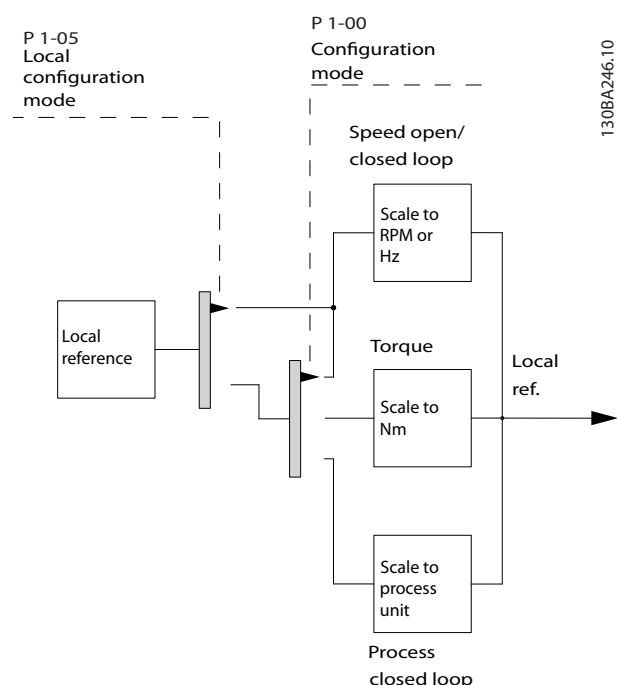


Рисунок 3.9 Режим конфигурирования

Ручной	3-13 Место задания	Активное задание
Hand (Ручной)	Связанное Ручн/Авто	Местное
Hand (Ручной)⇒Off (Выкл.)	Связанное Ручн/Авто	Местное
Авто (Авто)	Связанное Ручн/Авто	Дистанционное
Auto (Авто)⇒Off (Выкл.)	Связанное Ручн/Авто	Дистанционное
Все кнопки	Местное	Местное
Все кнопки	Дистанционное	Дистанционное

Таблица 3.5 Условия для активирования местного/дистанционного задания

Пар. 1-00 Режим конфигурирования определяет используемый принцип управления приложением (т. е. регулирование скорости, крутящего момента или регулирование технологического процесса), если включено дистанционное задание. Пар. 1-05 Конфиг. режима местного упр. определяет используемый принцип управления приложением, если включено местное задание. Одно из них включено всегда, но оба задания не могут быть активны одновременно.

3.3 Формирование задания

Местное задание

Преобразователь частоты переходит в режим ручного управления после нажатия кнопки [Hand On] (Ручной пуск). Для настройки задания используются кнопки [$\blacktriangle/\blacktriangledown$] и [$\blacktriangleleft/\blacktriangleright$].

Дистанционное задание

Система формирования задания, отвечающая за вычисление задания, показана на *Рисунок 3.10*.

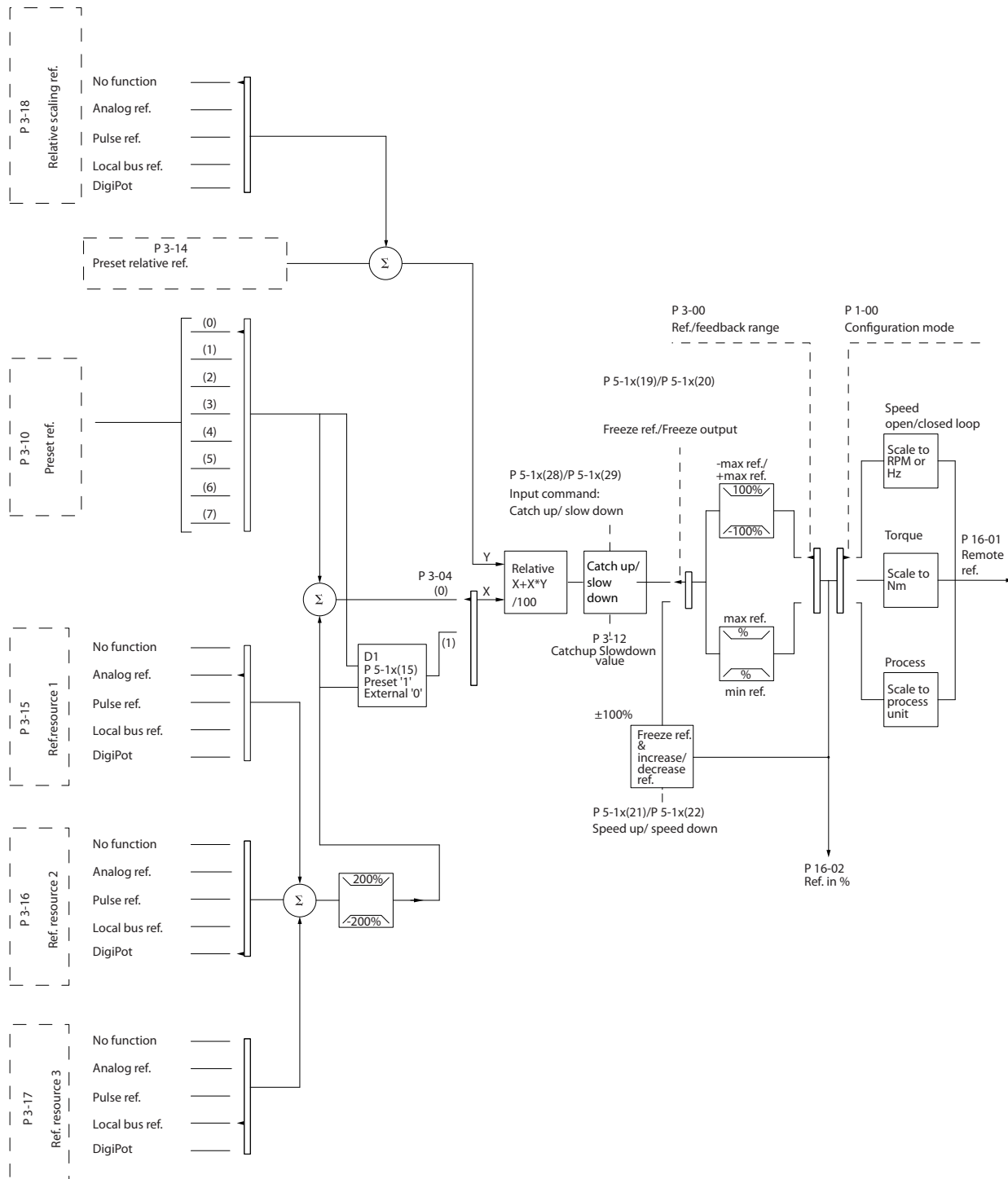


Рисунок 3.10 Дистанционное задание

130BA244.11

Дистанционное задание рассчитывается один раз для каждого интервала сканирования и изначально содержит два входящих сигнала задания.

- X (внешнее): сумма (см. пар. 3-04 *Функция задания*) до четырех выбранных внешних заданий, включая любые комбинации фиксированных предустановленных заданий (пар. 3-10 *Предустановленное задание*), переменных аналоговых заданий, переменных дискретных импульсных заданий и различных заданий, поступающих по последовательной шине, измеренных в единицах управления преобразователя частоты ([Гц], [об/мин], [Н·м] и т. д.). Комбинация определяется настройкой параметров 3-15 *Источник задания 1*, 3-16 *Источник задания 2* и 3-17 *Источник задания 3*.
- Y (относительное): сумма одного фиксированного предустановленного задания (пар. 3-14 *Предустановл. относительное задание*) и одного переменного аналогового задания (пар. 3-18 *Источник отн. масштабирования задания*) в [%].

Два типа задания на входе суммируются по следующей формуле: Дистанционное задание = $X + X \cdot Y / 100\%$. Если относительное задание не используется, необходимо установить для параметра 3-18 *Источник отн. масштабирования задания* значение *Не используется*, а для параметра 3-14 *Предустановл. относительное задание* — значение 0%. Функции *увеличение/уменьшение задания* и функция *фиксация задания* могут быть активированы с цифровых входов преобразователя частоты. Описание функций и параметров можно найти в Руководстве по программированию.

Масштабирование аналоговых заданий описывается группами параметров 6-1* *Аналоговый вход 1* и 6-2* *Аналоговый вход 2*, а масштабирование импульсных заданий на цифровых входах — группой параметров 5-5* *Импульсный вход 2*.

Пределы и диапазоны заданий устанавливаются в группе параметров 3-0* *Пределы задания*.

3.3.1 Пределы задания

Сочетание параметров 3-00 *Диапазон задания*, 3-02 *Мин. задание* и 3-03 *Максимальное задание* определяет диапазон для суммы всех заданий. Эта сумма заданий при необходимости фиксируется. Зависимость между результирующим заданием (после фиксации) и суммой всех заданий показана на *Рисунок 3.11* и *Рисунок 3.12*.

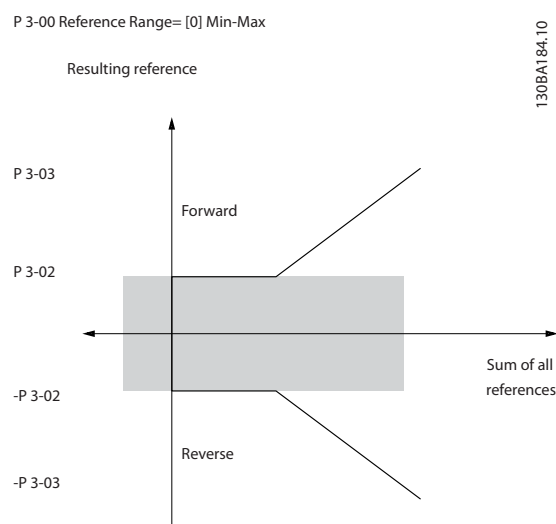


Рисунок 3.11 Зависимость между результирующим заданием и суммой всех заданий

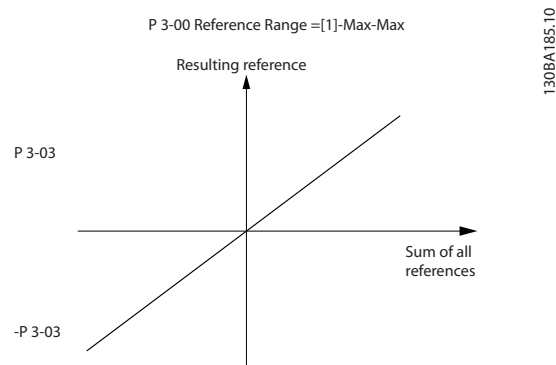


Рисунок 3.12 Результирующее задание

Для параметра *3-02 Мин. задание* нельзя установить величину меньше 0, если для параметра *1-00 Режим конфигурирования* не установлено значение *[3] Процесс*. В этом случае зависимость между результирующим заданием (после фиксации) и суммой всех заданий имеет вид, показанный на *Рисунок 3.13*.

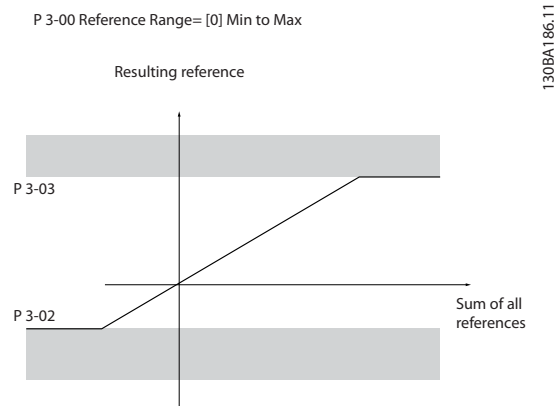


Рисунок 3.13 Сумма всех заданий

3.3.2 Масштабирование предварительно установленных заданий и заданий для шины

Предустановленные задания

Предустановленные задания масштабируются по следующим правилам.

- Когда параметр *3-00 Диапазон задания* имеет значение *[0] Мин.–Макс.: 0 %* — задание равно 0 [ед. изм.], где может использоваться любая единица измерения (об/мин, м/с, бар и т. п.). 100% — задание равно максимальной абсолютной величине (*3-03 Максимальное задание*), минимальной абсолютной величине (*3-02 Мин. задание*).
- Когда параметр *3-00 Диапазон задания* имеет значение *[1] -Макс. – +Макс.: 0 %* — задание равно 0 [ед. изм.]; -100 % — задание равно - Макс.; 100 % — задание равно +Макс.

Задания по шине

Задание по шине масштабируется по следующим правилам:

- Когда параметр *3-00 Диапазон задания* имеет значение *[0] Мин.–Макс.*, чтобы получить максимальное разрешение по заданию для шины, используется следующее масштабирование на шине: 0 % – задание равно Мин., а 100 % – задание равно Макс.
- Когда параметр *3-00 Диапазон задания* имеет значение *[1] -Макс. – +Макс.: -100%* — задание равно -Макс.; 100 % — задание равно Макс.

3.3.3 Масштабирование заданий и сигналов ОС на аналоговом и импульсном входах

Задания и сигналы обратной связи масштабируются с аналоговых и цифровых входов одинаково. Единственным различием является то, что задания выше или ниже заданных минимальных и максимальных «конечных точек» (P1 и P2 на *Рисунок 3.14*) фиксируются, а сигнал обратной связи выше или ниже этих точек не фиксируется.

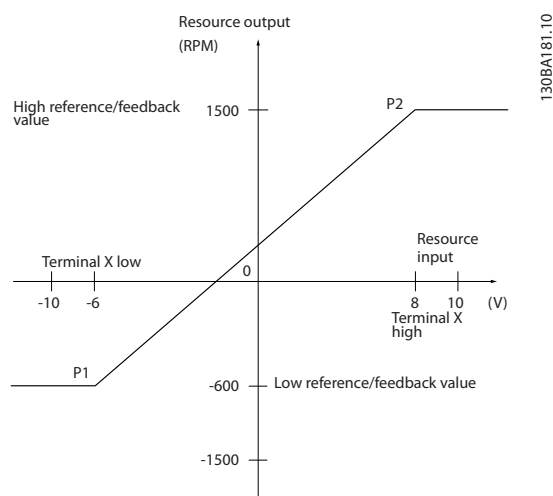


Рисунок 3.14 Масштабирование заданий на аналоговом и импульсном входах

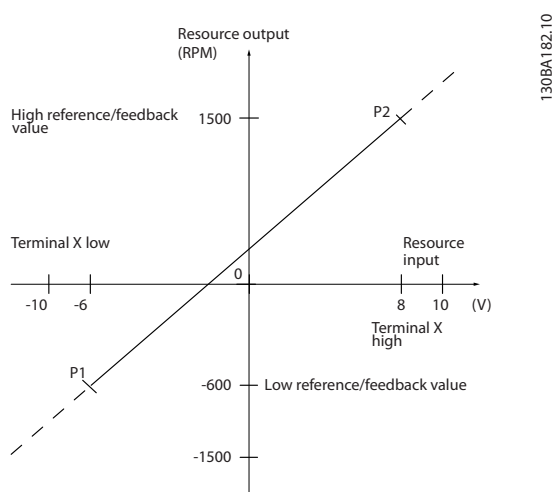


Рисунок 3.15 Масштабирование сигналов обратной связи на аналоговом и импульсном входах

Конечные точки P1 и P2 определяются следующими параметрами, в зависимости от того, какой вход используется – аналоговый или импульсный.

	Аналоговый 53 S201=ВЫКЛ	Аналоговый 53 S201=ВКЛ	Аналоговый 54 S202=ВЫКЛ	Аналоговый 54 S202=ВКЛ	Имп. вход 29	Имп. вход 33
P1 = (Минимальное входное значение, минимальное значение задания)						
Минимальное значение задания	6-14 Клемма 53, низкое зад./обр. связь	6-14 Клемма 53, низкое зад./обр. связь	6-24 Клемма 54, низкое зад./обр. связь	6-24 Клемма 54, низкое зад./обр. связь	5-52 Клемма 29, мин. задание/обр. связь	5-57 Клемма 33, мин. задание/обр. связь
Минимальное входное значение	6-10 Клемма 53, низкое напряжение [В]	6-12 Клемма 53, малый ток [мА]	6-20 Клемма 54, низкое напряжение [В]	6-22 Клемма 54, малый ток [мА]	5-50 Клемма 29, мин. частота [Гц]	5-55 Клемма 33, мин. частота [Гц]
P2 = (Максимальное входное значение, максимальное значение задания)						
Максимальное значение задания	6-15 Клемма 53, высокое зад./обр. связь	6-15 Клемма 53, высокое зад./обр. связь	6-25 Клемма 54, высокое зад./обр. связь	6-25 Клемма 54, высокое зад./обр. связь	5-53 Клемма 29, макс. задание/обр. связь	5-58 Клемма 33, макс. задание/обр. связь
Максимальное входное значение	6-11 Клемма 53, высокое напряжение [В]	6-13 Клемма 53, большой ток [мА]	6-21 Клемма 54, высокое напряжение [В]	6-23 Клемма 54, большой ток [мА]	5-51 Клемма 29, макс. частота [Гц]	5-56 Клемма 33, макс. частота [Гц]

Таблица 3.6 Параметры P1 и P2

3.3.4 Зона нечувствительности около нуля

В некоторых случаях задание (а изредка и сигнал обратной связи) должно иметь зону нечувствительности около нулевой точки. Такая зона используется для обеспечения останова машины, когда значение задания находится «около нуля».

Чтобы ввести в действие зону нечувствительности и установить ее размер, необходимо применить следующие настройки:

- значение либо минимального (см. Таблица 3.6), либо максимального задания должно быть равно нулю. Иными словами; P1 или P2 должны находиться на оси X на Рисунок 3.16.
- При этом обе точки, определяющие кривую масштабирования, должны находиться в одном квадранте.

Размер зоны нечувствительности определяется либо точкой P1, либо точкой P2, как показано на Рисунок 3.16.

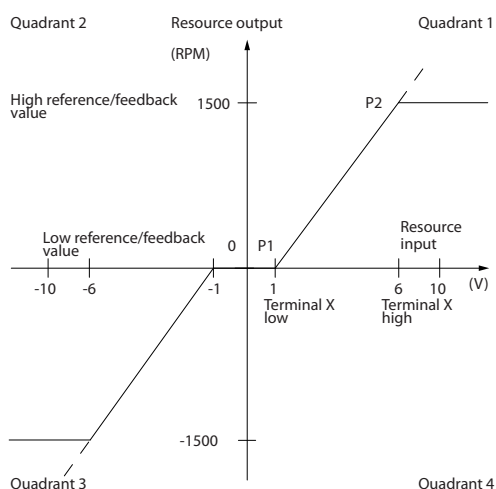


Рисунок 3.16 Зона нечувствительности

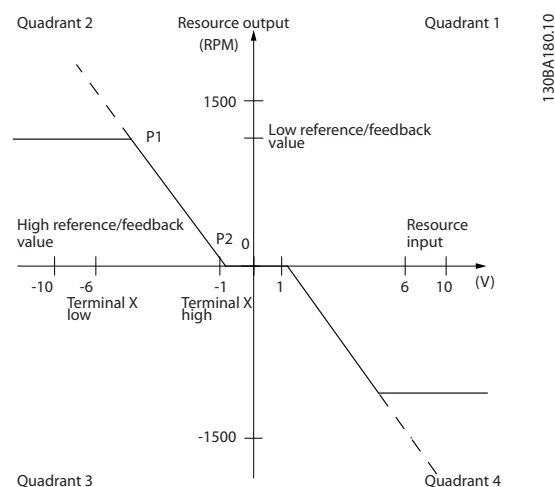


Рисунок 3.17 Обратная зона нечувствительности

Таким образом, конечная точка задания P1 = (0 В, 0 об/мин) не приводит к появлению зоны нечувствительности, но конечная точка задания P1 = (1 В, 0 об/мин), вызывает в этом случае появление зоны нечувствительности от -1 до +1 В при условии, что конечная точка P2 находится в квадранте 1 или 4.

Случай 1. Этот случай показывает, как фиксируется вход задания с пределами, лежащими внутри интервала от Мин. до Макс.

3

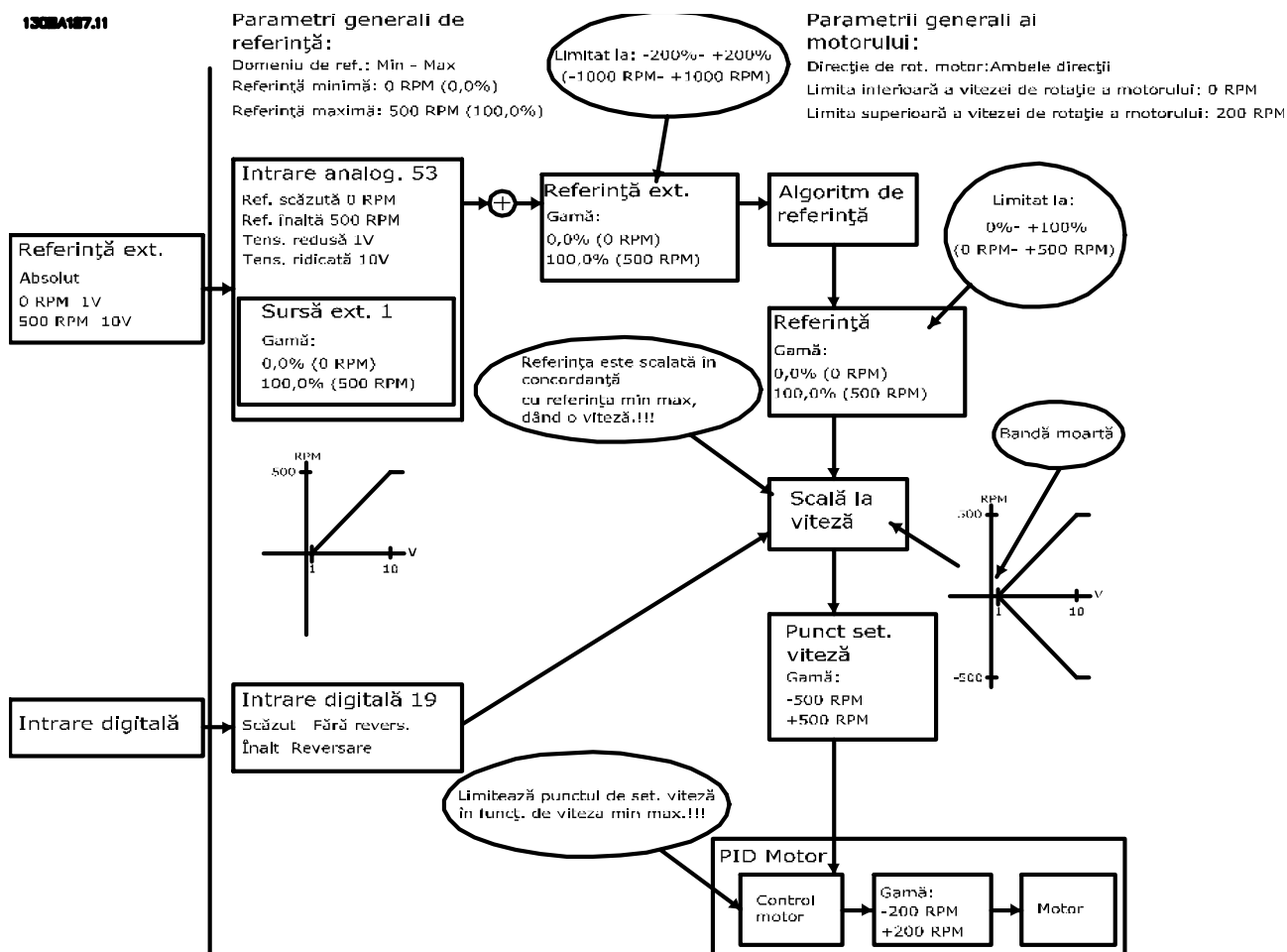


Рисунок 3.18 Положительное задание с зоной нечувствительности, цифровой вход для запуска реверса.

Случай 2. Этот случай показывает, как вход задания с пределами, находящимися вне пределов от -Макс. до +Макс., фиксирует на входах нижний и верхний пределы перед прибавлением к внешнему заданию, а также как внешнее задание фиксируется алгоритмом задания к диапазону от -Макс. до +Макс.

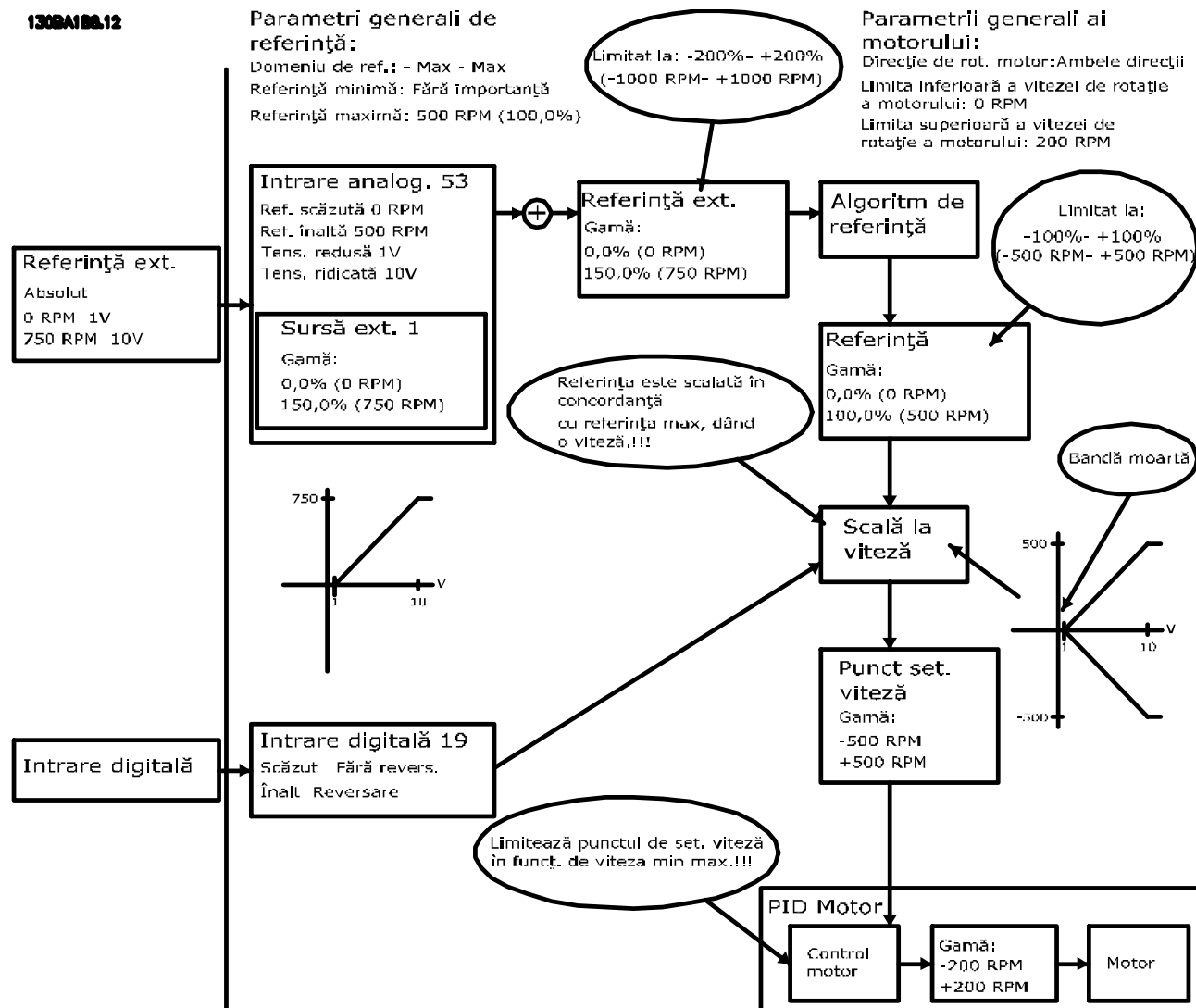
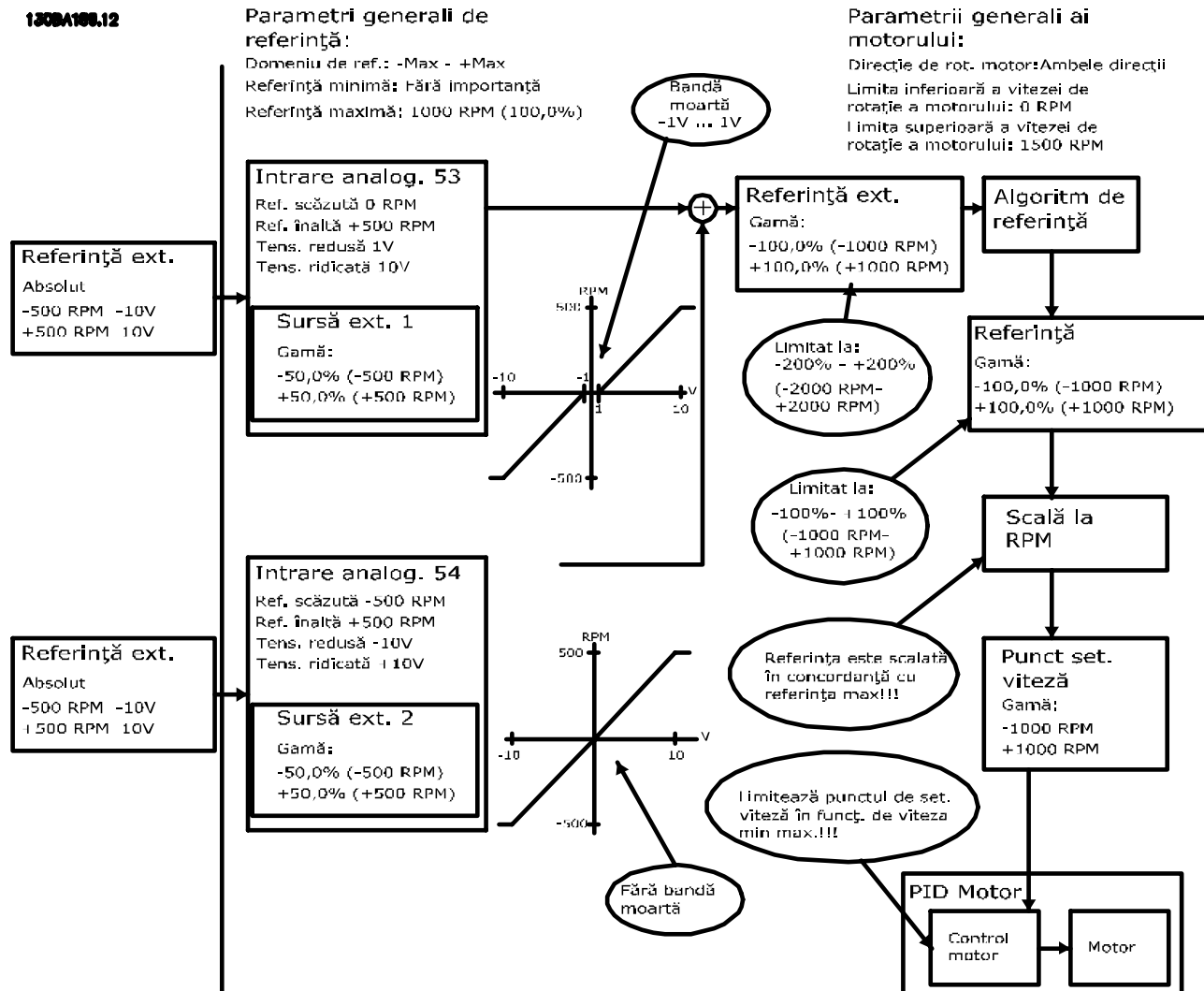


Рисунок 3.19 Положительное задание с зоной нечувствительности, цифровой вход для запуска реверса. Правила фиксации

Случай 3.



3

Рисунок 3.20 Задание в диапазоне от отрицательного до положительного значения с зоной нечувствительности, знак определяет направление, от -Макс. до +Макс.

3.4 ПИД-регул.

3.4.1 ПИД-регулятор скор.

1-00 Режим конфигурирования	1-01 Принцип управления двигателем			
	U/f	VVC ^{plus}	Flux без датчика	Flux с ОС от двигат.
[0] Скорость без ОС	Не действует	Не действует	Активные	Отсутствует
[1] Скорость с ОС	Отсутствует	Активные	Отсутствует	Активные
[2] Крутящий момент	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Не действует
[3] Процесс		Не действует	Активные	Активные

Таблица 3.7 Конфигурации регулирования при действующем регуляторе скорости

«Отсутствует» означает, что этот конкретный режим не предусмотрен. «Не действует» означает, что этот конкретный режим предусмотрен, но в нем регулятор скорости не действует.

УВЕДОМЛЕНИЕ

ПИД-регулятор скорости работает при значениях параметров, установленных по умолчанию, тем не менее, настоятельно рекомендуется оптимизировать характеристики управления двигателем. Реализация полного потенциала возможностей обоих способов управления двигателем зависит от правильной настройки.

3.4.2 Параметры ПИД-регулятора скорости

Задание	Описание функции
7-00 Ист.сигн.ОС ПИД-рег.скор.	Выберите, с какого входа должен получать ПИД-регулятор скорости свой сигнал обратной связи.
30-83 Усил-е прпрц. зв.ПИД-рег. ск-сти	Чем выше это значение, тем быстрее происходит регулирование. Однако слишком большое значение способно привести к автоколебаниям.
7-03 Постоянн.интегр-я ПИД-регулят.скор.	Исключает статическую ошибку скорости. Чем ниже значение, тем быстрее реакция. Однако слишком малое значение способно привести к автоколебаниям.
7-04 Постоянн.дифф-я ПИД-регулят. скор.	Обеспечивает коэффициент усиления, пропорциональный скорости изменения сигнала обратной связи. Установка этого параметра на нуль отключает дифференцирующее звено.
7-05 Пр.усил.в цепи дифф-я ПИД-рег.скор	В случае быстрых изменений задания или сигнала обратной связи в данном применении, что приводит к резкому изменению рассогласования, действие дифференцирующего звена может стать преобладающим. Это объясняется тем, что дифференцирующее звено реагирует на изменения рассогласования. Чем быстрее изменяется рассогласование, тем больше будет коэффициент усиления дифференцирующего звена. Следовательно, можно ограничить коэффициент усиления дифференцирующего звена таким образом, чтобы получить возможность установки приемлемой постоянной времени дифференцирования для медленных изменений и надлежащее ее значение для быстрых изменений.
7-06 Пост.вр.филт.ниж.част.ПИД-рег.скор.	Фильтр нижних частот подавляет автоколебания сигнала обратной связи и улучшает характеристики в установившемся режиме. Однако слишком большое время фильтра ухудшает динамические свойства ПИД-регулятора скорости. Практические значения параметра 7-06 Пост.вр.филт.ниж.част.ПИД-рег.скор., взятые из числа импульсов на оборот от энкодера (PPR):
	PPR энкодера
	7-06 Пост.вр.филт.ниж.част.ПИД-рег.скор.
	512 10 мс
	1024 5 мс
	2048 2 мс
	4096 1 мс

Таблица 3.8 Параметры для конфигурирования ПИД-регулятора скорости

3.4.3 Пример программирования регулятора скорости

В этом случае ПИД-регулятор скорости используется для поддержания постоянной скорости двигателя вне зависимости от изменяющейся нагрузки на двигатель. Требуемая скорость двигателя устанавливается с помощью потенциометра, подключенного к клемме 53. Диапазон скорости составляет 0–1500 об/мин, что соответствует напряжению 0–10 В на потенциометре. Пуск и останов осуществляются выключателем, присоединенным к клемме 18. ПИД-регулятор скорости контролирует текущее число оборотов двигателя с помощью инкрементного энкодера, рассчитанного на 24 В (HTL), который вырабатывает сигнал обратной связи. Датчик обратной связи представляет собой энкодер (1024 импульса на оборот), подключенный к клеммам 32 и 33.

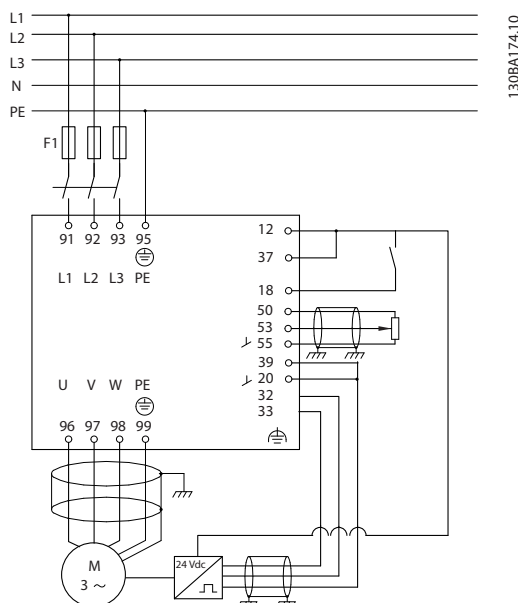


Рисунок 3.21 Подключения регулятора скорости

3.4.4 Порядок программирования ПИД-регулятора скорости

Описанное ниже программирование должно выполняться в указанном порядке (см. описание настроек в VLT® AutomationDrive Руководстве по программированию). В Таблица 3.9 предполагается, что все остальные параметры и выключатели остаются в положении, заданном по умолчанию.

Функция	Параметр №	Настройка
1) Чтобы убедиться, что двигатель работает надлежащим образом, выполните следующее.		
Задайте параметры двигателя в соответствии с данными паспортной таблички.	1-2* Данные двигателя	Как указано на паспортной табличке двигателя
Выполните автоматическую адаптацию двигателя (ААД).	1-29 Авто адаптация двигателя (ААД)	[1] Включ. полной ААД
2) Проверьте правильность работы двигателя и установки энкодера. Выполните следующие операции:		
Нажмите кнопку Hand On (Ручной пуск). Проверьте, работает ли двигатель, и заметьте, в каком направлении он вращается (далее это направление будет считаться «положительным»).		Установите положительное задание.
Перейдите к 16-20 Угол двигателя. Медленно проворачивайте двигатель в положительном направлении. Проворачивать двигатель следует настолько медленно (всего лишь несколько оборотов в минуту), чтобы можно было определить, увеличивается или уменьшается значение параметра 16-20 Угол двигателя.	16-20 Угол двигателя	Отсутствует (параметр только для чтения). Примечание: возрастаая, значение параметра доходит до 65535 и снова начинается с нуля.

Функция	Параметр №	Настройка
Если 16-20 Угол двигателя уменьшается, измените направление энкодера в пар. 5-71 Клеммы 32/33, направление энкодера.	5-71 Клеммы 32/33, направление энкодера	[1] Против часовой стрелки (если пар. 16-20 Угол двигателя уменьшается).
3) Убедитесь, что пределы привода установлены на безопасные значения.		
Установите допустимые пределы для заданий.	3-02 Мин. задание 3-03 Максимальное задание	0 об/мин (по умолчанию) 1500 об/мин (по умолчанию)
Проверьте, находятся ли установки изменения скорости в пределах возможностей привода и допустимых рабочих характеристик данного применения.	3-41 Время разгона 1 3-42 Время замедления 1	установка по умолчанию установка по умолчанию
Установите допустимые пределы для скорости и частоты двигателя.	4-11 Нижн.предел скор.двигателя[об/мин] 4-13 Верхн.предел скор.двигателя [об/мин] 4-19 Макс. выходная частота	0 об/мин (по умолчанию) 1500 об/мин (по умолчанию) 60 Гц (по умолчанию 132 Гц)
4) Выполните конфигурирование регулятора скорости и выберите принцип управления двигателем.		
Активация регулятора скорости.	1-00 Режим конфигурирования	[1] Скорость с ОС
Выбор принципа управления двигателем.	1-01 Принцип управления двигателем	[3] Flux с ОС от двигат.
5) Выполните конфигурирование и масштабирование задания для регулятора скорости.		
Выберите аналоговый вход 53 в качестве источника задания.	3-15 Источник задания 1	Не требуется (по умолчанию).
Масштабируйте аналоговый вход 53 на диапазон от 0 об/мин (0 В) до 1500 об/мин (10 В).	6-1* Аналоговый вход 1	Не требуется (по умолчанию).
6) Выполните конфигурирование сигнала энкодера HTL 24 В в качестве обратной связи для управления двигателем и регулирования скорости.		
Установите в качестве входов энкодера цифровые входы 32 и 33.	5-14 Клемма 32, цифровой вход 5-15 Клемма 33, цифровой вход	[0] Не используется (по умолчанию).
В качестве источника сигнала обратной связи двигателя выберите клемму 32/33.	1-02 Flux- источник ОС двигателя	Не требуется (по умолчанию).
В качестве источника сигнала обратной связи ПИД-регулятора скорости выберите клемму 32/33.	7-00 Ист.сигн.ОС ПИД-рег.скор.	Не требуется (по умолчанию).
7) Настройте параметры ПИД-регулятора скорости.		
Воспользуйтесь указаниями по настройке (при необходимости) или произведите настройку вручную.	7-0* ПИД-регулят. скор.	См. глава 3.4.5 Настройка ПИД-регулятора скорости
8) Программирование завершено.		
Сохраните значения параметров в память LCP.	0-50 Копирование с LCP	[1] Все в LCP

Таблица 3.9 Порядок программирования

3.4.5 Настройка ПИД-регулятора скорости

Приведенные ниже указания по настройке относятся к использованию одного из принципов управления двигателем с помощью магнитного потока в применениях, где нагрузка в основном инерционна (трение мало).

Значение 30-83 *Усил-е прпрц. зв.ПИД-рег. ск-сти* зависит от суммарного момента инерции двигателя и нагрузки. Выбранная полоса частот вычисляется по следующей формуле:

$$\text{Пар. 7-02} = \frac{\text{Суммарный момент инерции [кгм}^2\text{]} \times \text{пар. 1-25}}{\text{Пар. 1-20} \times 9550} \times \text{Полоса частот [рад/с]}$$

УВЕДОМЛЕНИЕ

Параметр 1-20 *Мощность двигателя [кВт]* задает мощность двигателя в кВт. Например, в формулу можно подставить 4 кВт вместо 4000 Вт.

На практике значение полосы частот составляет 20 рад/с. Проверьте результат вычисления 30-83 *Усил-е прпрц. зв.ПИД-рег. ск-сти* по следующей формуле. Если используется обратная связь с высоким разрешением, например через синусно-косинусный преобразователь, этого не требуется.

$$\text{Пар. 7-02}_{\text{МАКС.}} = \frac{0.01 \times 4 \times \text{Энкодер Разрешающая способность} \times \text{Пар. 7-06}}{2 \times \pi}$$

х Макс. пульсация крутящего момента [%]

Подходящим начальным значением для параметра 7-06 *Пост.вр.филт.ниж.част.ПИД-рег.скор.* является 5 мс. Меньшее разрешение энкодера вызывает более интенсивную фильтрацию. Обычно приемлемой величиной максимальной пульсации крутящего момента считается 3 %. Для инкрементных энкодеров разрешение определяется либо в параметре 5-70 *Клеммы 32/33, число имп. на об.* (НТЛ 24 В на стандартном приводе), либо в параметре 17-11 *Разрешение (позиции/об)* (ТТЛ 5 В на дополнительном устройстве MCB102).

Обычно практически пригодный максимальный предел параметра 30-83 *Усил-е прпрц. зв.ПИД-рег. ск-сти* определяется разрешением энкодера и постоянной времени фильтра обратной связи, однако в данном применении другие факторы могут ограничить параметра 30-83 *Усил-е прпрц. зв.ПИД-рег. ск-сти* более низким значением.

Чтобы свести к минимуму перерегулирование, можно установить для 7-03 *Постоянн.интегр-я ПИД-регулят.скор.* значение примерно 2,5 с. Это время зависит от применения.

До тех пор, пока не будут настроены все остальные параметры, параметр 7-04 *Постоянн.дифф-я ПИД-регулят. скор.* должен быть установлен на «0». Если необходимо, завершите настройку, изменяя это значение малыми приращениями.

3.4.6 ПИД-регул. проц.

ПИД-регулятор процесса может использоваться для регулирования параметров применения, которые могут измеряться датчиком (например, датчиком давления, температуры, расхода) и корректироваться подключенным двигателем с помощью насоса или вентилятора.

В Таблица 3.10 показаны конфигурации регулирования, в которых возможно регулирование процесса. Если используется принцип векторного регулирования двигателя с помощью магнитного потока, необходимо также произвести настройку параметров ПИД-регулятора скорости. Области действия регулятора скорости указаны в глава 3.2.2 Структура управления в VVC^{plus} Усовершенствованное векторное управление.

1-00 Режим конфигурирования	1-01 Принцип управления двигателем			
	U/f	VVC ^{plus}	Flux без датчика	Flux с ОС от двигат.
[3] Процесс	Отсутствует	Процесс	Процесс и скорость	Процесс и скорость

Таблица 3.10 Конфигурации управления процессом

УВЕДОМЛЕНИЕ

ПИД-регулятор процесса может работать при значениях параметров, установленных по умолчанию; тем не менее, настоятельно рекомендуется провести оптимизацию характеристик управления системой. Реализация полного потенциала возможностей обоих способов управления двигателем зависит от правильной настройки ПИД-регулятора скорости. Настройка ПИД-регулятора скорости выполняется до настройки ПИД-регулятора процесса.

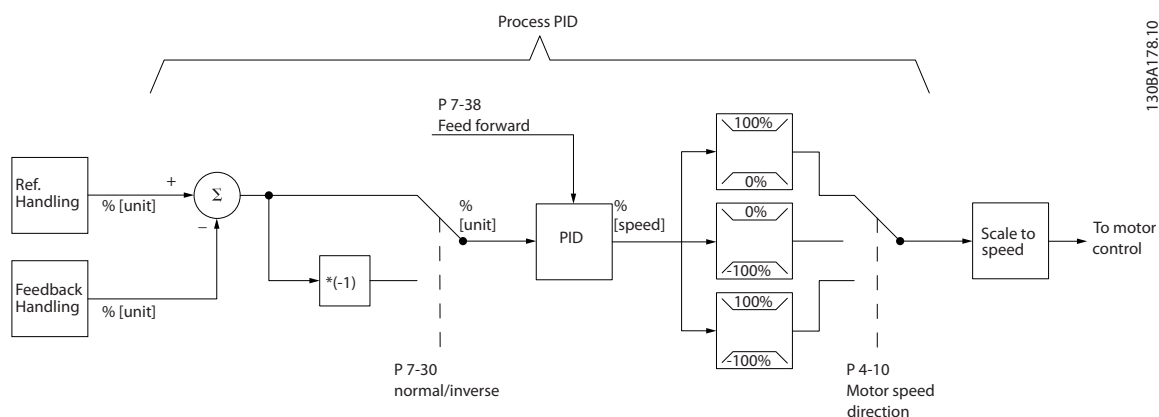


Рисунок 3.22 Схема ПИД-регулятора процесса

3.4.7 Параметры ПИД-регулятора процесса

К регулированию процесса относятся следующие параметры.

Задание	Описание функции
7-20 Источник ОС 1 для упр. процессом	Используется для выбора входа, от которого будет поступать сигнал обратной связи для ПИД-регулятора процесса.
7-22 Источник ОС 2 для упр. процессом	Дополнительная возможность: определите, должен ли ПИД-регулятор процесса получать дополнительный сигнал обратной связи (и откуда). Если выбран дополнительный источник обратной связи, то перед использованием в ПИД-регулятора процесса оба сигнала обратной связи будут суммироваться.
7-30 Норм/инв. реж. упр. ПИД-рег.пр.	При значении [0] <i>нормальный режим управления</i> реакция регулятора процесса состоит в увеличении скорости вращения двигателя, если поступающий сигнал обратной связи меньше задания. В такой же ситуации, но при [1] <i>инверсном режиме управления</i> , реакция регулятора процесса заключается в уменьшении числа оборотов двигателя.
7-31 Антираскрутка ПИД-рег. проц.	Благодаря действию функции антираскрутки, при достижении предела либо по частоте, либо по крутящему моменту, устанавливается такой коэффициент усиления интегрирующего звена, который соответствует фактической частоте. Тем самым предотвращается интегрирование рассогласования, которое не может быть скомпенсировано путем изменения скорости. Эта функция может быть запрещена выбором значения [0] <i>Выкл.</i>
7-32 Скорость пуска ПИД-рег.пр.	В некоторых применениях достижение требуемой скорости/уставки может происходить на протяжении продолжительного времени. В таких применениях целесообразно устанавливать фиксированную скорость двигателя командой преобразователя частоты перед включением регулятора процесса. Это осуществляется установкой значения скорости пуска ПИД-регулятора процесса в параметре 7-32 <i>Скорость пуска ПИД-рег.пр.</i>
7-33 Проп.коэфф.ус.ПИД-рег. проц.	Чем выше это значение, тем быстрее происходит регулирование. Однако слишком большое значение способно привести к автоколебаниям.
7-34 Пост. врем. интегр.ПИД-рег. проц.	Исключает статическую ошибку скорости. Чем ниже значение, тем быстрее реакция. Однако слишком малое значение способно привести к автоколебаниям.
7-35 Постоянная врем.дифф.ПИД-рег. проц.	Обеспечивает коэффициент усиления, пропорциональный скорости изменения сигнала обратной связи. Установка этого параметра на ноль отключает дифференцирующее звено.
7-36 ПУ цепи дифф.ПИД-рег.пр.	При быстрых изменениях задания или обратной связи в данной системе, можно ограничить коэффициент усиления дифференцирующего звена таким образом, чтобы получить возможность установки приемлемой постоянной времени дифференцирования для медленных изменений ошибки.
7-38 Коэфф.пр.св.ПИД-рег.пр	В применениях, где имеется значительная и приблизительно линейная корреляция между заданием процесса и скоростью двигателя, необходимой для достижения такого задания, возможно использование коэффициента прямой связи для улучшения динамических характеристик ПИД-регулятора процесса.
5-54 Пост.времени имп.фильтра №29 (импульсн. клемма 29), 5-59 Пост.времени импульсн. фильтра №33 (импульсн. клемма 33), 6-16 Клемма 53,постоянн.времени фильтра (аналог. клемма 53), 6-26 Клемма 54, пост. времени фильтра (аналог. клемма 54)	Если в сигнале обратной связи по току/напряжению присутствуют колебания, их можно уменьшить с помощью фильтра нижних частот. Эта постоянная времени соответствует предельной скорости пульсаций, появляющихся в сигнале обратной связи. Пример: Если фильтр нижних частот установлен на 0,1 с, предельная скорость составит 10 рад/с (величина, обратная 0,1 с), что соответствует $(10/2 \times \pi) = 1,6$ Гц. Это означает, что фильтр подавляет все сигналы тока/напряжения, которые изменяются с частотой более 1,6 колебаний в секунду. Управление выполняется только сигналом обратной связи, который изменяется с частотой (скоростью) менее 1,6 Гц. Фильтр нижних частот улучшает характеристики установившегося режима, но выбор слишком большой постоянной времени фильтра ухудшает динамические свойства ПИД-регулятора процесса.

Таблица 3.11 Параметры регулирования процесса

3.4.8 Пример ПИД-регулятора процесса

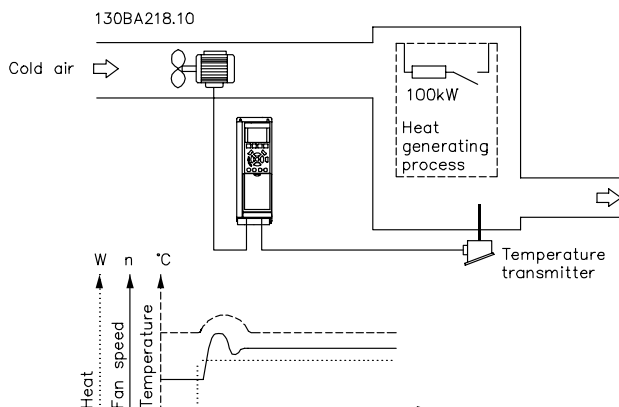


Рисунок 3.23 Пример ПИД-регулирования процесса в системе вентиляции

В этом примере использования системы вентиляции необходимо регулирование температуры от -5 до 35 °C посредством потенциометра 0–10 В. Управление процессом используется для поддержания температуры на постоянном уровне.

При повышении температуры ПИД-регулятор процесса увеличивает скорость вентиляции, при этом подается больше воздуха. Когда температура снижается, скорость уменьшается. Используемый датчик имеет рабочий диапазон температур от -10 до 40 °C, 4–20 мА. Мин./макс. скорость 300/1500 об/мин.

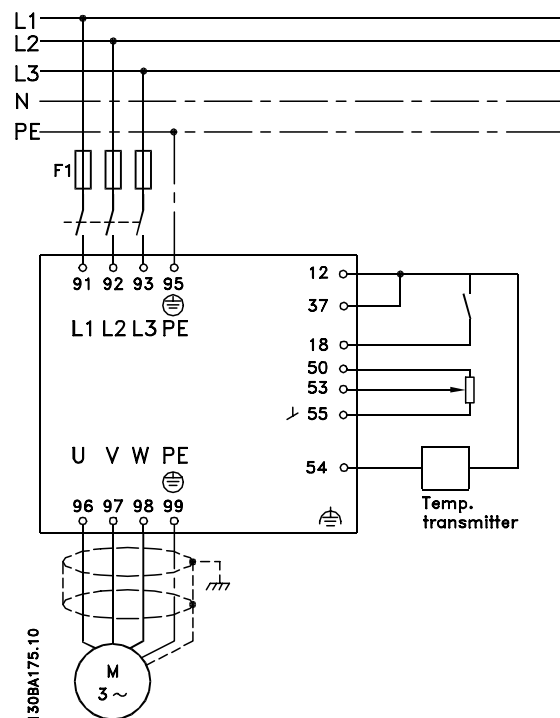


Рисунок 3.24 Двухпроводный датчик

Ниже перечислены шаги настройки ПИД-регулятора процесса, изображенного на Рисунок 3.24.

1. Пуск/останов системы осуществляется с помощью переключателя, присоединенного к клемме 18.
2. Задание температуры с помощью потенциометра (от -5 до 35 °C, 0–10 В пост. тока), подключенного к клемме 53.
3. Обратная связь по температуре через датчик (от -10 до 40 °C, 4–20 мА), подключенный к клемме 54. Переключатель S202 установлен в положение ON (ВКЛ.) (вход тока).

3.4.9 Порядок программирования ПИД-регулятора процесса

Функция	№ параметра	Настройка
Инициализируйте преобразователь частоты.	14-22	[2] Инициализация: запустите цикл подачи питания — нажмите [Reset] (Сброс)
1) Установите параметры двигателя:		
Задайте параметры двигателя в соответствии с данными паспортной таблички.	1-2*	Как указано на паспортной табличке двигателя
Выполните полную автоматическую адаптацию двигателя (ААД).	1-29	[1] Включ. полной ААД
2) Убедитесь, что двигатель вращается в правильном направлении.		
Если двигатель подключен к преобразователю частоты с прямой очередностью фаз (U–U, V–V, W–W, то вал двигателя обычно вращается по часовой стрелке (если смотреть со стороны конца вала).		
Нажмите кнопку Hand On (Ручной пуск) на панели LCP. Проверьте направление вращения вала при подаче ручного задания.		
Если вал двигателя вращается в направлении, противоположном требуемому направлению: 1. Измените направление двигателя в параметре 4-10 <i>Направление вращения двигателя</i> ; 2. Выключите сеть — дождитесь разрядки звена постоянного тока — поменяйте местами две фазы двигателя	4-10	Выберите правильное направление вала двигателя
Установите режим конфигурирования.	1-00	[3] Процесс
Настройте конфигурацию режима местного управления.	1-05	[0] Ск-сть, без обр. св.
3) Установите конфигурацию заданий, то есть диапазон для формирования заданий. Задайте масштабирование аналогового входа в параметре 6-**.		
Задайте единицы измерения задания/обратной связи Установите мин. задание (10 °C): Установите макс. задание (80 °C): Усли установочное значение определяется на основе предварительно заданного значения (параметра массива), установите для других источников заданий значение «Нет функции».	3-01 3-02 3-03 3-10	[60] °C Единица, отображаемая на дисплее -5 °C 35 °C [0] 35 % $\text{Зад.} = \frac{\text{Пар. 3-10}(0)}{100} \times ((\text{пар. 3-03}) - (\text{пар. 3-02})) = 24,5^\circ \text{C}$ Параметры от 3-14 <i>Предустановл. относительное задание</i> до 3-18 <i>Источник отн. масштабирования задания</i> , [0] = Не используется
4) Откорректируйте предельные значения для преобразователя частоты:		
Установите для времени изменения скорости подходящее значение, например, 20 с.	3-41 3-42	20 с 20 с
Установите нижние пределы скорости: Установите верхний предел скорости двигателя: Установите макс. выходную частоту:	4-11 4-13 4-19	300 об/мин 1500 об/мин 60 Гц
Установите S201 или S202 на требуемую функцию аналогового входа (напряжение (V) или миллиамперы (I))		
⚠ ВНИМАНИЕ! Переключатели чувствительны - запустите цикл подачи питания для сохранения значения V по умолчанию		
5) Выполните масштабирование аналоговых входов для заданий и обратной связи.		
Установите нижнее значение напряжения для клеммы 53: Установите верхнее значение напряжения для клеммы 53: Установите низкое значение сигнала обратной связи для клеммы 54: Установите высокое значение сигнала обратной связи для клеммы 54: Задайте источник сигнала ОС:	6-10 6-11 6-24 6-25 7-20	0 В 10 В -5 °C 35 °C [2] Аналоговый вход 54

Функция	№ параметра	Настройка
6) Базовые настройки ПИД-регулятора.		
Нормальный/инверсный режим ПИД-регулятора процесса.	7-30	[0] Нормальный
Антираскрутка ПИД-регулятора процесса.	7-31	[1] Включена
Начальная скорость ПИД-регулятора процесса.	7-32	300 об/мин
Сохранение параметров в LCP.	0-50	[1] Все в LCP

Таблица 3.12 Пример настройки ПИД-регулятора процесса

3.4.10 Оптимизация регулятора процесса

После выполнения базовых настроек, оптимизируйте следующее:

- Пропорциональное усиление
- Время интегрирования
- Время дифференцирования

Для большинства процессов это выполняется в приведенной ниже последовательности.

1. Запустите электродвигатель.
2. Установите для параметра 7-33 *Проп.коэфф.ус.ПИД-рег. проц.* значение, равное 0,3, и увеличивайте его до тех пор, пока сигнал обратной связи не начнет плавно изменяться. После этого уменьшайте это значение до момента стабилизации сигнала обратной связи. Теперь уменьшите коэффициент усиления пропорционального звена на 40–60 %.
3. Установите для параметра 7-34 *Пост. врем. интегр.ПИД-рег. проц.* значение, равное 20 с, и уменьшайте его до тех пор, пока сигнал обратной связи не начнет плавно изменяться. Увеличивайте постоянную времени интегрирующего звена до момента стабилизации сигнала обратной связи, а затем увеличьте ее на 15–50 %.
4. В случае систем очень высокого быстродействия (время дифференцирования) используйте только параметр 7-35 *Постоянная врем.дифф.ПИД-рег. проц.*. Обычно значение этого параметра в четыре раза больше установленного времени интегрирования. Дифференцирующее звено должно использоваться только в том случае, если была произведена полная оптимизация настроек коэффициента усиления пропорционального звена и постоянной времени интегрирующего звена. Убедитесь, что автоколебания сигнала обратной связи в достаточной степени подавляются фильтром нижних частот сигнала обратной связи.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Чтобы вызвать изменение сигнала обратной связи, клавишу запуска/остановка можно при необходимости нажимать несколько раз.

3.4.11 Метод настройки Циглера — Николса

Для настройки ПИД-регуляторов преобразователя частоты могут использоваться несколько способов. Этот метод называют методом настройки Циглера — Николса.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Описываемый метод не следует использовать в системах, которые могут быть повреждены автоколебаниями, создаваемыми при настройках регулирования с очень малой устойчивостью.

Критерии для настройки параметров основаны на оценке системы на границе устойчивости, а не на реакции на ступенчатое воздействие. Коэффициент усиления пропорционального звена увеличивается до тех пор, пока не будут обнаружены (путем измерения сигнала обратной связи) незатухающие колебания, т. е. до момента минимальной устойчивости системы. Соответствующее усиление (K_u) именуется граничным усилением. Период колебаний (P_u) (именуется граничным периодом) определяется, как показано на Рисунок 3.25.

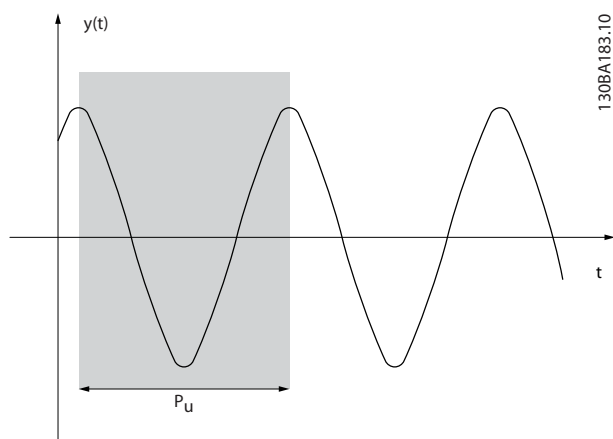


Рисунок 3.25 Система на границе устойчивости

Значение P_u следует измерять, когда амплитуда колебаний достаточно мала. Затем необходимо снова «отойти назад» от этого коэффициента усиления, как показано в Таблица 3.13.

K_u представляет собой усиление, при котором возникает колебание.

Тип управления	Пропорциональное усиление	Постоянная времени интегрирования	Время дифференцирования
ПИ-регулятор	$0,45 * K_u$	$0,833 * P_u$	-
Жесткий ПИД-регулятор	$0,6 * K_u$	$0,5 * P_u$	$0,125 * P_u$
ПИД-регулятор с некоторым перерегулированием	$0,33 * K_u$	$0,5 * P_u$	$0,33 * P_u$

Таблица 3.13 Настройка Циглера — Николса для регулятора, исходя из границы устойчивости

Как показала практика, настройка регулятора по методу Циглера — Николса, пошагово описанная ниже, дает хорошую реакцию замкнутого контура для многих систем. Чтобы получить удовлетворительное регулирование, оператор процесса может неоднократно производить окончательную настройку регулятора.

Пошаговое описание

1. Выберите только пропорциональное регулирование (постоянная времени интегрирующего звена выбирается максимальной, а постоянная времени дифференцирующего звена выбирается равной нулю).
2. Увеличивайте коэффициент усиления пропорционального звена до тех пор, пока не будут достигнуты граница неустойчивости (незатухающие колебания) и критическое значение коэффициента усиления K_u .
3. Измерьте период колебаний, чтобы определить критическую постоянную времени P_u .
4. С помощью *Таблица 3.13* вычислите необходимые параметры ПИД-регулятора.

3.5 Общие вопросы ЭМС

3.5.1 Общие вопросы защиты от излучений в соответствии с требованиями ЭМС

Электрические помехи чаще всего распространяются в диапазоне частот от 150 кГц до 30 МГц. Воздушные помехи из системы преобразователя частоты в диапазоне частот от 30 МГц до 1 ГГц создаются инвертором, кабелем двигателя и двигателем.

Емкостные токи в кабеле двигателя, связанные с высоким значением скорости изменения напряжения двигателя dV/dt , создают токи утечки.

Применение экранированного кабеля двигателя приводит к увеличению тока утечки (см. *Рисунок 3.26*), поскольку емкостная проводимость на землю таких кабелей больше, чем у неэкранированных. Если ток утечки не фильтруется, он вызывает большие помехи в сети в ВЧ-диапазоне ниже 5 МГц. Поскольку ток утечки (I_1) возвращается в устройство через экран (I_3), то экранированный кабель двигателя создает только небольшое электромагнитное поле (I_4).

Экран ограничивает излучаемые помехи, но увеличивает низкочастотные помехи в сети питания. Подключайте экран кабеля двигателя как к корпусу преобразователя частоты, так и к корпусу двигателя. Для подключения экрана используйте соединенные с экраном зажимы, позволяющие исключить применение скрученных концов экрана. Скрутки увеличивают сопротивление экрана на высоких частотах, что снижает эффект экранирования и увеличивает ток утечки (I_4).

Если экранированный кабель используется для периферийной шины, для подключения реле, в качестве кабеля управления, для передачи сигналов и подключения тормоза, экран должен присоединяться к корпусу на обоих концах. Однако в некоторых случаях может потребоваться разрыв экрана, чтобы исключить возникновение контуров тока в экране.

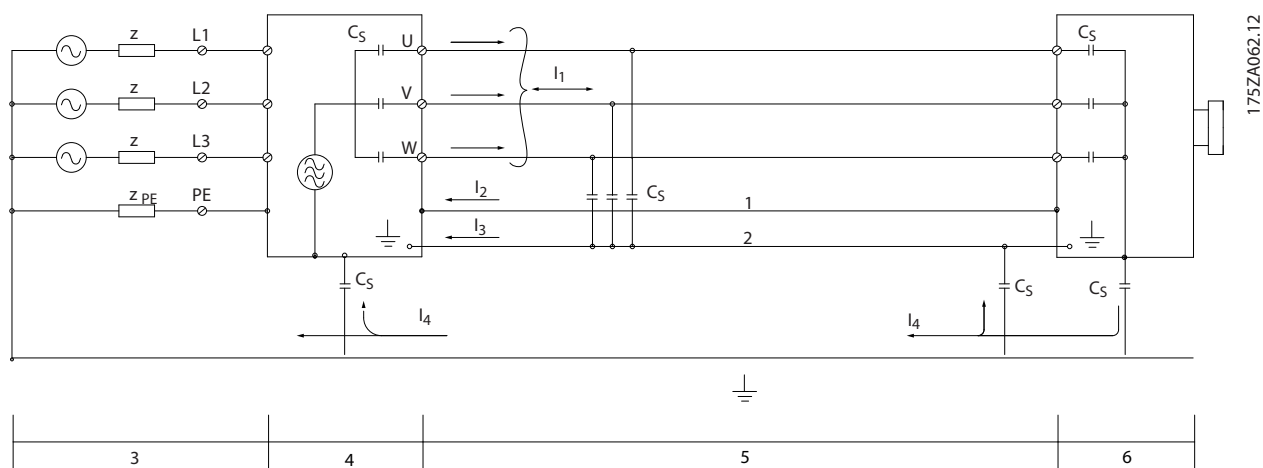


Рисунок 3.26 Токи утечки

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

Таблица 3.14 Пояснения к Рисунок 3.26

На Рисунок 3.26 показан пример с 6-импульсным преобразователем частоты, однако сказанное применимо и к 12-импульсным преобразователям.

Если экран подключается к монтажной пластине, пластина должна быть металлической, поскольку токи экрана должны передаваться обратно на преобразователь частоты. Следует обеспечить хороший электрический контакт монтажной платы с шасси преобразователя частоты через крепежные винты. При использовании неэкранированного кабеля некоторые требования к излучению помех не могут быть удовлетворены, хотя требования к помехозащищенности выполняются.

Для уменьшения уровня помех, создаваемых всей системой (блоком и установкой), кабели двигателя и тормоза должны быть как можно короче. Не прокладывайте сигнальные кабели чувствительных устройств вдоль кабелей двигателя и тормоза. ВЧ-помехи с частотами выше 50 МГц (распространяющиеся по воздуху) создаются электронными устройствами управления. Для получения дополнительных сведений об ЭМС см. главу 7.8 Монтаж с учетом требований по ЭМС.

3.5.2 Результаты испытаний на 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.

3

Тип фильтра ВЧ-помех		Кондуктивное излучение			Излучение	
Стандарты и требования	EN 55011	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
	EN/IEC 61800-3	Категория С1 Условия эксплуатации 1 (жилище и офис)	Категория С2 Условия эксплуатации 1 (жилище и офис)	Категория С3 Условия эксплуатации 2 (производственная среда)	Категория С1 Условия эксплуатации 1 (жилище и офис)	Категория С2 Условия эксплуатации 1 (жилище и офис)
H2						
FC 302	90–800 кВт 380–500 В	Нет	Нет	150 м	Нет	Нет
	90–1200 кВт 525–690 В	Нет	Нет	150 м	Нет	Нет
H4						
FC 302	90–800 кВт 380–500 В	Нет	150 м	150 м	Нет	Да
	90–315 кВт 525–690 В	Нет	30 м	150 м	Нет	Нет

Таблица 3.15 Результаты испытаний на ЭМС (Излучение помех и помехозащищенность)

⚠ВНИМАНИЕ!

Этот тип системы силового привода не предназначен для использования в низковольтной сети общего пользования, которая обеспечивает электроснабжение жилых помещений. В подобной сети всегда есть риск возникновения высокочастотных помех, и этом в случае может потребоваться принятие соответствующих мер защиты.

3.5.3 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 3.16*.

Категория	Определение	Требования к кондуктивному излучению согласно предельным значениям, указанным в EN55011
C1	Преобразователи частоты на напряжение питания ниже 1000 В, устанавливаемые в жилых помещениях и офисах.	Класс В
C2	Преобразователи частоты на напряжение питания ниже 1000 В, устанавливаемые в жилых помещениях и офисах. Эти преобразователи частоты не являются передвижными или съемными, и предназначены для монтажа и ввода в эксплуатацию специалистом.	Класс А, группа 1
C3	Преобразователи частоты на напряжение питания ниже 1000 В для работы в производственной среде.	Класс А, группа 2
C4	Преобразователи частоты на напряжение 1000 В и выше или номинальный ток 400 А и выше, предназначенные для работы производственной среде или использования в сложных системах.	Ограничительный предел отсутствует Разработайте план обеспечения ЭМС

Таблица 3.16 Требования по излучению

Если используются базовые стандарты на излучение, преобразователи частоты должны соответствовать *Таблица 3.17*

Условия эксплуатации	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 3.17 Пределы согласно базовым стандартам на излучение

3.5.4 Требования к помехозащищенности

Требования к помехозащищенности для преобразователей частоты зависят от условий, в которых они эксплуатируются. 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 помехам были проведены следующие испытания преобразователя частоты (с дополнительными устройствами, если они существенны), экранированного кабеля управления, блока управления с потенциометром, кабеля двигателя и двигателя.

Испытания проводились в соответствии со следующими базовыми стандартами. Подробнее см. Таблица 3.18.

- **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	Радиочастотное 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 Вэфф.
Двигатель	4 кВ СМ	4 кВ/2 Ом ¹⁾	—	—	10 Вэфф.
Тормоз	4 кВ СМ	4 кВ/2 Ом ¹⁾	—	—	10 Вэфф.
Разделение нагрузки	4 кВ СМ	4 кВ/2 Ом ¹⁾	—	—	10 Вэфф.
Цепи управления	2 кВ СМ	2 кВ/2 Ом ¹⁾	—	—	10 Вэфф.
Стандартная шина	2 кВ СМ	2 кВ/2 Ом ¹⁾	—	—	10 Вэфф.
Провода реле	2 кВ СМ	2 кВ/2 Ом ¹⁾	—	—	10 Вэфф.
Дополнительные устройства системы и вариант с шиной Fieldbus	2 кВ СМ	2 кВ/2 Ом ¹⁾	—	—	10 Вэфф.
Кабель для LCP	2 кВ СМ	2 кВ/2 Ом ¹⁾	—	—	10 Вэфф.
Внешнее питание 24 В=	2 В СМ	0,5 кВ/2 Ом DM 1 кВ/12 Ом СМ	—	—	10 Вэфф.
Корпус	—	—	8 кВ AD 6 кВ CD	10 В/м	—

Таблица 3.18 Форма соответствия требованиям ЭМС по помехозащищенности, диапазон напряжения: 380–500 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

3.6 Гальваническая развязка (PELV)

3.6.1 PELV — Защитное сверхнизкое напряжение

ВНИМАНИЕ!

Монтаж на большой высоте над уровнем моря 380–500 В, корпус D, E и F: В случае высоты над уровнем моря более 3 км обратитесь в Danfoss относительно требований PELV.
525–690 В: в случае высоты над уровнем моря более 2 км обратитесь в Danfoss по вопросам требований PELV.

ВНИМАНИЕ!

Прикосновение к токоведущим частям может привести к смертельному исходу — даже если оборудование отключено от сети.
Прежде чем касаться токоведущих частей, выдержите необходимое время, указанное в *глава 2.1 Меры предосторожности*.
Более короткий промежуток времени допускается только в том случае, если это указано на паспортной табличке конкретного блока.
Убедитесь также, что отключены другие источники напряжения.

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

Все клеммы управления и выводы реле 01–03/04–06 соответствуют требованиям PELV. Это не относится к заземленной ветви треугольника с напряжением выше 400 В. Гальваническая развязка обеспечивается выполнением требований по усиленной изоляции и за счет соответствующих длин путей утечек тока и изоляционных расстояний. Эти требования указаны в стандарте EN 61800-5-1.

Чтобы обеспечить защиту PELV, все соединения с клеммами управления должны быть выполнены согласно требованиям PELV. Компоненты, обеспечивающие электрическую изоляцию, отвечают также требованиям к повышенной изоляции и выдерживают соответствующие испытания, как указано в EN 61800-5-1.

Гальваническую развязку PELV можно видеть в 6 местах (см. *Рисунок 3.27*).

1. Источник питания (со стабилизатором напряжения SMPS) с изоляцией сигнала $U_{\text{пост. тока}}$ характеризующего напряжение в промежуточной цепи.
2. Устройства управления транзисторами IGBT (запускающие трансформаторы/оптопары).
3. Измерительные преобразователи тока.
4. Оптопара, модуль торможения.
5. Внутренние цепи защиты от бросков тока, фильтры ВЧ-помех и устройства для измерения температуры.
6. Заказные реле.

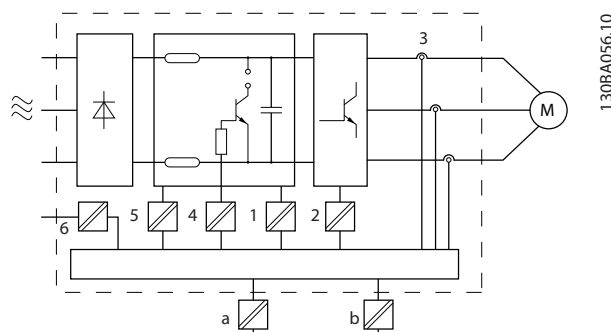


Рисунок 3.27 Гальваническая развязка

Функциональная гальваническая развязка (на *Рисунок 3.27* обозначена а и б) предназначена для дополнительного резервного питания 24 В и стандартного интерфейса шины RS-485.

3.7 Ток утечки на землю

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

Технология преобразователя подразумевает коммутацию по высокой частоте при высокой мощности, что создает ток утечки на заземлении. Ток при отказе преобразователя частоты, возникающий на выходных силовых клеммах, может содержать компонент постоянного тока, который может приводить к зарядке конденсаторов фильтра и к образованию переходных токов заземления.

На ток утечки на землю влияют следующие факторы.

- Фильтры ВЧ
- экранированные кабели двигателя
- мощность преобразователя частоты (см. Рисунок 3.28)
- линейные искажения (см. Рисунок 3.29)

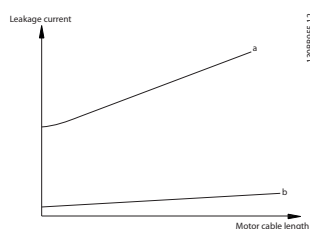


Рисунок 3.28 Влияние длины кабеля и мощности на ток утечки.

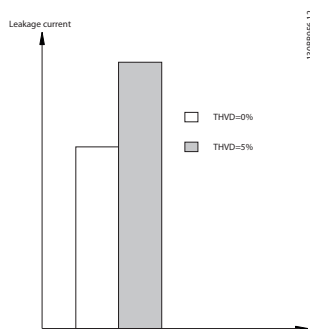


Рисунок 3.29 Влияние искажения в цепи на ток утечки

УВЕДОМЛЕНИЕ

При использовании фильтра выключите 14-50 RFI Filter во время зарядки, чтобы избежать появления большого тока утечки при переключении датчика остаточного тока (RCD).

Если ток утечки превышает 3,5 мА, в соответствии со стандартом EN/IEC61800-5-1 (стандарт по системам силового привода) следует усилить заземление одним из следующих способов.

- Сечение провода заземления (клемма 95) должно быть не менее 10 мм².
- Следует использовать два отдельных провода заземления соответствующих нормативам размеров.

Дополнительную информацию см. в стандартах EN/IEC61800-5-1 и EN50178.

Использование датчиков остаточного тока

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

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

См. также *Защита от поражения электрическим током*.

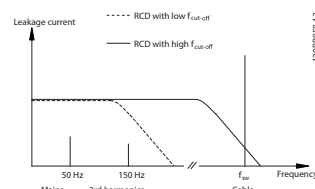


Рисунок 3.30 Основные источники тока утечки

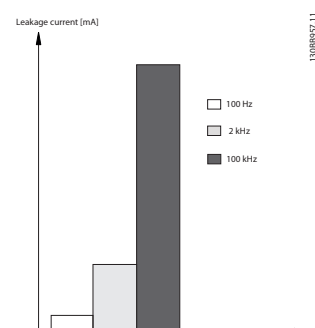


Рисунок 3.31 Влияние частоты отключения датчика остаточного тока (RCD) на величины реагирования/измеряемые величины

3.8 Функции торможения

Функция торможения (статическая или динамическая) применяется для торможения нагрузки на валу двигателя.

3.8.1 Механический удерживающий тормоз

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 (ПЛК), 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.

3.8.2 Динамическое торможение

Динамическое торможение выполняется внутри преобразователя частоты и используется для замедления двигателя до окончательной остановки. Имеются следующие способы динамического торможения:

- Резистивное торможение. IGBT торможения поддерживает перенапряжение на уровне ниже определенного порога путем направления энергии торможения от двигателя к подключенному тормозному резистору (2-10 Функция торможения=[1])
- Торможение переменным током. Энергия торможения распределяется в двигателе путем изменения состояний потерь в двигателе. Функция торможения переменным током не может быть использована в применениях с высокой частотой циклических операций, поскольку это приводит к перегреву двигателя (2-10 Функция торможения=[2]).
- Торможение постоянным током. Постоянный ток с перемодуляцией, добавляемый к переменному току, действует в качестве сигнала индукционного торможения (пар. 2-02 DC Braking Time $\neq$ 0 с).

3.8.3 Выбор тормозного резистора

Тормозной резистор необходим для рассеивания повышенной мощности, выделяемой при торможении в генераторном режиме. Применение тормозного резистора обеспечивает поглощение выделяемой энергии в тормозном резисторе, а не в преобразователе частоты. Подробнее см. в *Руководстве по проектированию тормозных резисторов*.

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 3.32* показан типичный цикл торможения.

УВЕДОМЛЕНИЕ

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_b — время торможения в секундах (за время цикла)

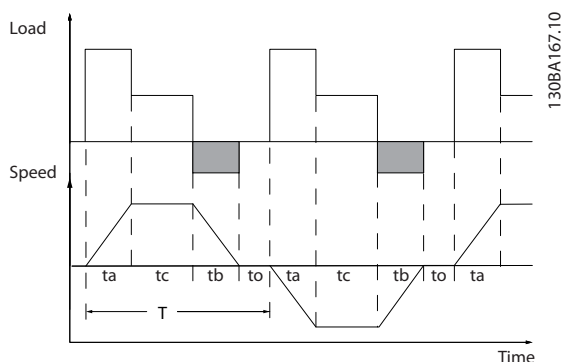


Рисунок 3.32 Типичный цикл торможения

	Длительность цикла (с)	Рабочий цикл торможения при полном (100 %) крутящем моменте	Рабочий цикл торможения при повышенном (150/160 %) крутящем моменте
380–500 В			
N90K-N160	600	Длительная	10%
N200-N250	600	Длительная	10%
P315-P800	600	40%	10%
525–690 В			
N55K-N315, P355-P400	600	40%	10%
P500-P560	600	40%	10%
P630-P1M0	600	40%	10%

Таблица 3.19 Торможение при крутящем моменте повышенной перегрузки

Компания Danfoss предлагает тормозные резисторы с рабочим циклом 5 %, 10 % и 40 %. Если используется 10 % рабочий цикл, тормозные резисторы поглощают мощность торможения в течение 10 % времени цикла. Оставшиеся 90 % времени цикла используются для рассеивания избыточного тепла.

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:

$$R_{\text{торм.}} [\text{Ом}] = \frac{U_{dc}^2}{P_{\text{пик.}}}$$

где

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

Очевидно, сопротивление торможения зависит от напряжения в промежуточной цепи (U_{dc}).

Мощность	Тормоз активен	Предупреждение перед отключением	Отключение (защитное отключение)
FC 302 3 x 380–500 В*	810 В/795 В	84 В/828 В	850 В/855 В
FC 302 3 x 525–690 В	1084 В	1109 В	1130 В

Таблица 3.20 Пределы торможения

* * Зависит от типоразмера по мощности

УВЕДОМЛЕНИЕ

Если используются тормозные резисторы, поставляемые не компанией Danfoss, убедитесь, что они способны выдержать напряжения 410 В, 820 В, 850 В, 975 В или 1130 В.

Компания Danfoss рекомендует использовать сопротивление торможения R_{rec} . Это гарантирует способность преобразователя частоты к торможению с максимально высоким крутящим моментом ($M_{\text{торм.}}(\%)$), равным 160 %. Формула имеет следующий вид:

$$R_{\text{rec}} [\text{Ом}] = \frac{U_{dc}^2 \times 100}{P_{\text{двигатель}} \times M_{\text{торм.}} (\%) \times \eta_{\text{VLT}} \times \eta_{\text{двигатель}}}$$

Типичное значение $\eta_{\text{двиг.}}$ равно 0,90

Типичное значение η_{VLT} равно 0,98

В случае преобразователей частоты на напряжения 200, 480, 500 и 600 В тормозное сопротивление R_{rec} при тормозном моменте, равном 160 %, определяется выражением:

$$200 \text{ В} : R_{\text{rec}} = \frac{107780}{P_{\text{двигатель}}} [\text{Ом}]$$

$$600 \text{ В} : R_{\text{rec}} = \frac{630137}{P_{\text{двигатель}}} [\text{Ом}]$$

$$500 \text{ В} : R_{\text{rec}} = \frac{464923}{P_{\text{двигатель}}} [\text{Ом}]$$

$$690 \text{ В} : R_{\text{rec}} = \frac{832664}{P_{\text{двигатель}}} [\text{Ом}]$$

УВЕДОМЛЕНИЕ

Сопротивление цепи выбранного тормозного резистора не должно превышать значения, рекомендуемого Danfoss. Преобразователи частоты типоразмеров D–F имеют несколько тормозных прерывателей и требуют использования одного тормозного резистора на каждый тормозной прерыватель.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Если в тормозном транзисторе происходит короткое замыкание, рассеяние мощности в тормозном резисторе может быть предотвращено только отключением преобразователя частоты от питающей сети с помощью сетевого выключателя или контактора. Контактор может управляться преобразователем частоты.

⚠ВНИМАНИЕ!**ОПАСНОСТЬ ПОЖАРА**

Тормозные резисторы могут сильно нагреваться во время/после торможения, поэтому необходимо обеспечить пожаробезопасность среды, в которой они установлены.

3**3.8.4 Управление с помощью функции торможения**

Тормоз защищен от короткого замыкания тормозного резистора, а тормозной транзистор контролируется с целью обнаружения его короткого замыкания. Для защиты тормозного резистора от перегрузки в случае возникновения неисправности преобразователя частоты может использоваться релейный/цифровой выход.

Кроме того, тормозной резистор обеспечивает возможность считывания значений мгновенной мощности и средней мощности за последние 120 с. Тормоз может также контролировать возбуждение мощности торможения и обеспечивать, чтобы она не превышала предела, установленного в параметре 2-12 *Brake Power Limit (kW)*. В параметре 2-13 *Brake Power Monitoring* выбирается функция, которая будет выполняться, когда мощность, передаваемая на тормозной резистор, превысит предел, установленный в параметре 2-12 *Brake Power Limit (kW)*.

⚠ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Контроль мощности тормоза не является защитной функцией; для этой цели требуется тепловое реле. Цепь тормозного резистора не защищена от утечки на землю.

Вместо функции торможения можно использовать функцию *контроля перенапряжения (OVC)* (включается в параметре 2-17 *Over-voltage Control*). Данная 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.

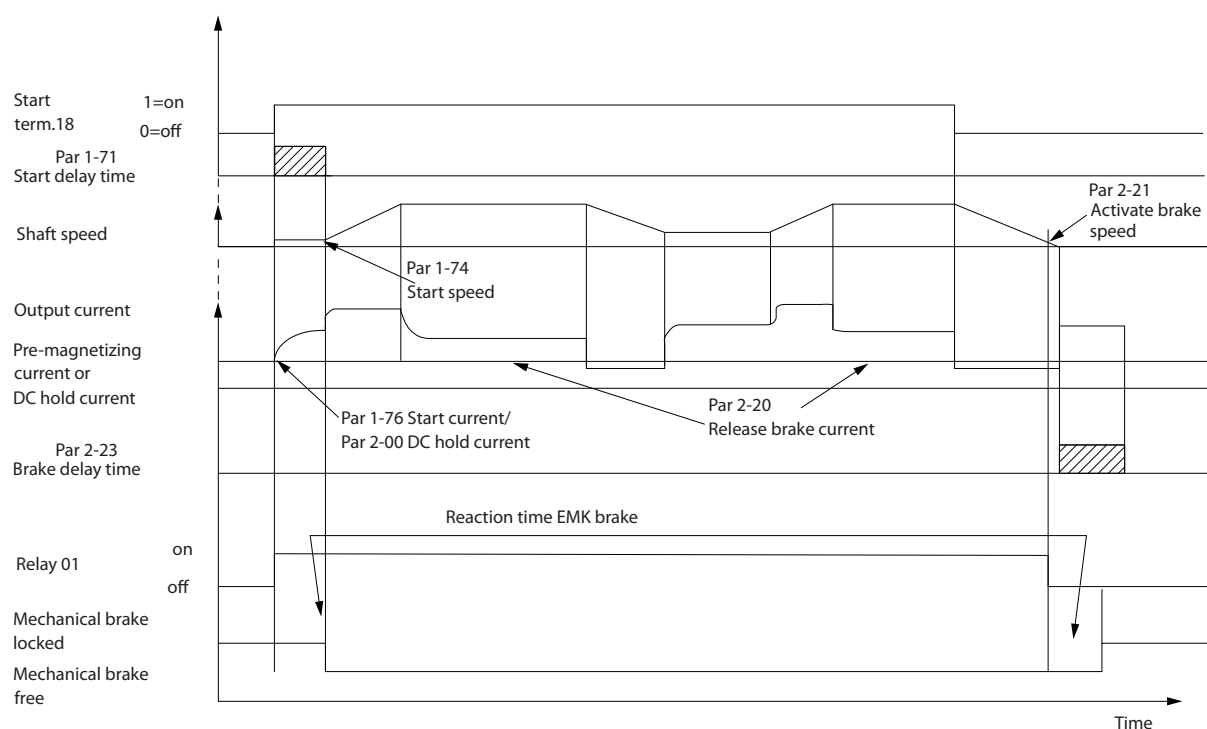
УВЕДОМЛЕНИЕ

Контроль перенапряжения нельзя включить при работе с двигателем с постоянными магнитами (т. е. когда для параметра 1-10 *Motor Construction* установлено значение [1] *Неявнополюс. с пост. магн.*)

3.9 Управление механическим тормозом

В подъемных механизмах необходимо управлять 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 замыкаться, если преобразователь частоты не может «удержать» двигатель. Для систем, в которых используется электромагнитный тормоз, в параметрах 5-40 *Реле функций* (параметр массива), 5-30 *Клемма 27, цифровой выход* или 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. 2-20 *Ток отпущения тормоза*. При останове механический тормоз замыкается, когда скорость становится меньше величины, заданной в пар. 2-21 *Скорость включения тормоза [об/мин]*. Если преобразователь частоты оказывается в аварийном состоянии, например, в ситуации перенапряжения, механический тормоз немедленно включается. Это же происходит и во время безопасного отключения крутящего момента.



130BA074.12

Рисунок 3.33 Управление механическим тормозом в разомкнутом контуре

Для управления электромагнитным тормозом необходимо выполнить следующие действия.

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

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

3.9.1 Механический тормоз подъемного механизма

В VLT® AutomationDrive реализовано управление механическим тормозом, предназначенное специально для использования в подъемных механизмах. Механический тормоз для подъемного механизма приводится в действие при выборе *[6]* в параметре *1-72 Функция запуска*. 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, прилагаемый к сцепленному тормозу перед отпусканием. Поскольку крутящий момент определяется напрямую, упрощается настройка для приложений в подъемных механизмах.

Чтобы получить более быстрое управление при отпускании тормоза, используйте *2-28 Коэф. форсирования усиления*. 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 поднятия груза прилагается крутящий момент, задаваемый пользователем в *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. *2-26 Задание крутящ. момента*, тормоз отпускается. Значение, установленное в пар. *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.

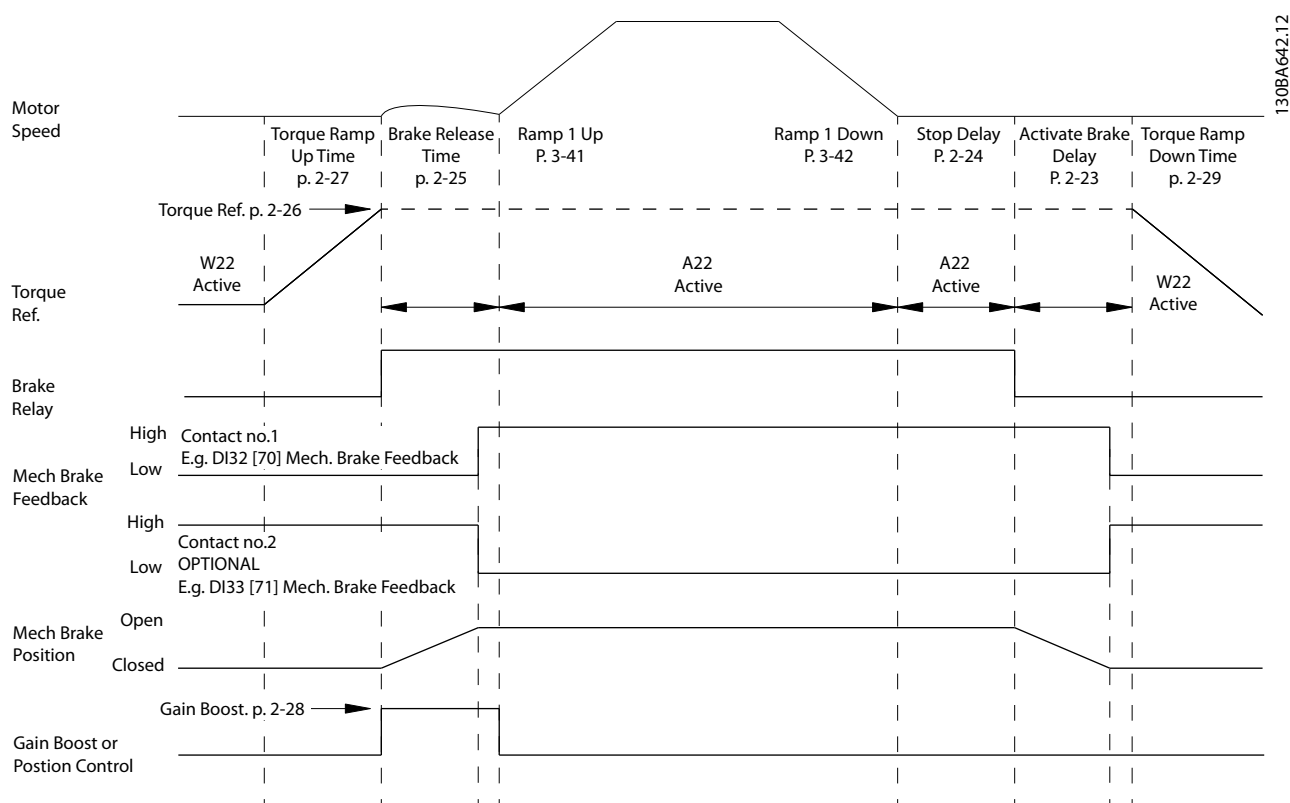


Рисунок 3.34 Последовательность отпущения тормоза при управлении механическим тормозом подъемного механизма

- I) **Задержка включения тормоза:** Преобразователь частоты начинает снова с положения задействованного механического тормоза.
- II) **Задержка останова:** Когда время между последовательными запусками короче, чем настройка в 2-24 *Задержка останова*, преобразователь частоты запускается без применения механического тормоза.

Пример расширенного управления механическим тормозом в подъемных механизмах см. в.

3.9.2 Кабельная проводка тормозного резистора

ЭМС (витые кабели/экранирование)

Для уменьшения электрических помех от проводов между тормозным резистором и преобразователем частоты, провода должны быть свиты. Для улучшения характеристик ЭМС используйте металлический экран.

3.10 Программируемый логический контроллер

Программируемый логический контроллер (ПЛК) представляет собой заданную пользователем последовательность действий (см. параметр 13-52 Действие контроллера SL [x]) когда соответствующее заданное пользователем событие (см. параметр 13-51 Событие контроллера SL [x]) оценивается ПЛК как TRUE (Истина). Условием для события может быть определенное состояние или такое условие, при котором выход из логики или операнда компаратора определяется как TRUE. Это приведет к связанному действию, как показано на Рисунок 3.35.

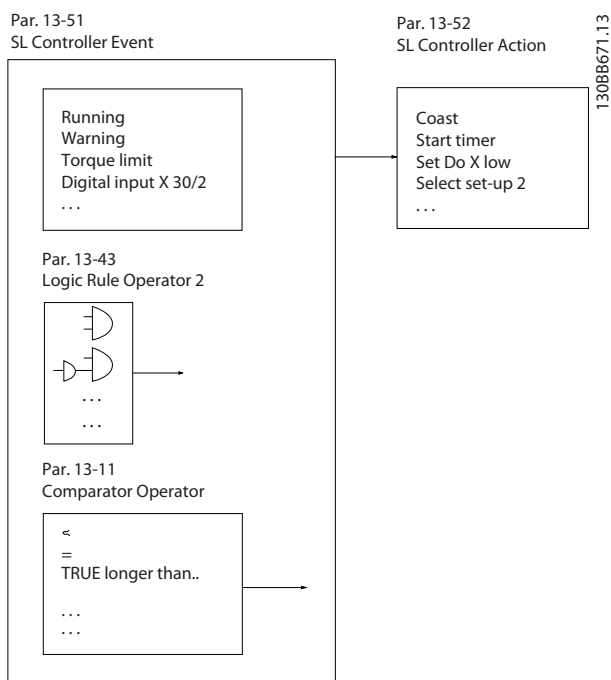


Рисунок 3.35 Текущее состояние/событие управления и действие

События и действия пронумерованы каждое по отдельности и связаны в пары (состояния). Это означает, что, когда наступает событие [0] (приобретает значение TRUE (Истина)), выполняется действие [0]. После этого анализируются состояния [1] события и, если оно оценивается как TRUE (Истина), выполняется [1] действие, и т. д. В каждый момент времени оценивается только одно событие. Если событие оценено как FALSE (Ложь), в течение текущего интервала сканирования (в ПЛК) ничего не происходит и никакие другие события не анализируются. Это значит, что когда ПЛК запускается, в каждом интервале сканирования он выполняет оценку [0] события. Только когда оценка [0] события примет значение TRUE (Истина), ПЛК выполнит [0] действие и начнет оценивать [1] событие. Можно запрограммировать от 1 до 20 событий и действий. Когда произошло последнее событие/действие, последовательность начинается снова с [0] события/[0] действия. На Рисунок 3.36 показан пример с тремя событиями/действиями.

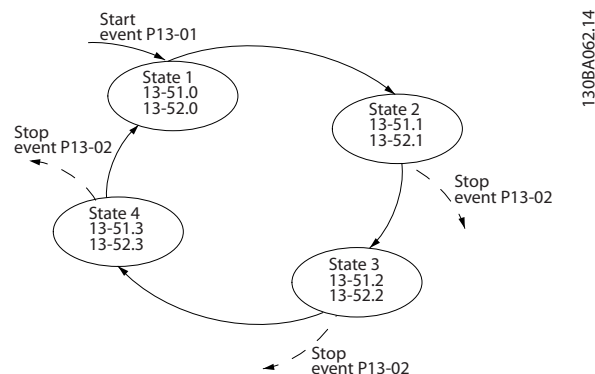


Рисунок 3.36 Внутренний регулятор тока, пример

Компараторы

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

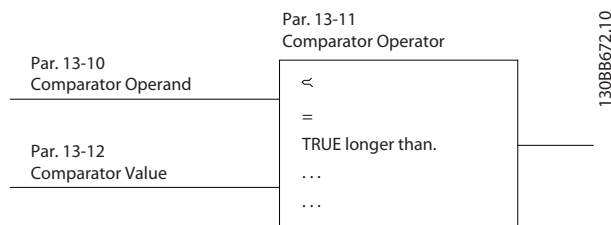


Рисунок 3.37 Компараторы

Правила логики

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

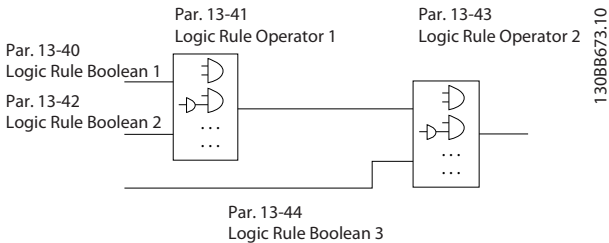


Рисунок 3.38 Правила логики

Пример применения

		Параметры	
FC		Функция	Настройка
+24 V	12	4-30 Функция при потере ОС двигателя	[1] Предупреждение
+24 V	13		
D IN	18		
D IN	19		
COM	20		
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33	4-32 Тайм-аут при потере ОС двигателя	5 с
D IN	37		
+10 V	50	7-00 Ист.сигн.О С ПИД-рег.скор.	[2] MCB 102
A IN	53		
A IN	54	17-11 Разрешение (позиции/об)	1024*
COM	55		
A OUT	42	13-00 SL Controller Mode	[1] Включена
COM	39		
E1	01	13-01 Событие запуска	[19] Предупреждение
	02		
	03		
E2	04	13-02 Событие останова	[44] Кнопка сброса
	05		
	06		
		13-10 Операнд сравнения	[21] № предупрежд.
		13-11 Оператор сравнения	[1] ≈*
		13-12 Comparat or Value	90
		13-51 Событие контроллера SL	[22] Компаратор 0
		13-52 Действие контроллера SL	[32] Ус.н.ур.на цфв.вых.А
		5-40 Реле функций	[80] Цифр. выход SL А
		*= Значение по умолчанию	

	Параметры
	Примечания/комментарии. Предупреждение 90 выдается при превышении предела на мониторе ОС. ПЛК контролирует Предупреждение 90, и если Предупреждение 90 становится истинным (TRUE), активируется реле 1. Внешнее оборудование может указывать на необходимость обслуживания. Если ошибка обратной связи опускается ниже предела снова в течение 5 секунд, привод продолжает работу и предупреждение исчезает. Однако реле 1 будет активно до нажатия [Reset] (Сброс) на LCP.

Таблица 3.21 Использование SLC для настройки реле

3.11 Экстремальные условия работы

Короткое замыкание (фаза–фаза двигателя)

Преобразователь частоты имеет защиту от короткого замыкания, основанную на измерении тока в каждой из трех фаз двигателя или в цепи постоянного тока. Короткое замыкание между двумя выходными фазами приводит к перегрузке инвертора по току. Инвертор отключается отдельно, когда ток короткого замыкания превышает допустимое значение (аварийный сигнал 16 — отключение с блокировкой).

О защите преобразователя частоты от короткого замыкания на выходах разделения нагрузки и торможения см. *Примечание о предохранителях и автоматических выключателях для FC 100, FC 200 и FC 300.*

См. сертификат в.

Коммутация на выходе

Коммутация цепей на выходе между двигателем и преобразователем частоты вполне допустима. Коммутация цепей на выходе не может повредить преобразователь частоты, но может вызвать появление сообщений о неисправности.

Перенапряжение, создаваемое двигателем в генераторном режиме

Напряжение в промежуточной цепи увеличивается, когда двигатель переходит в генераторный режим. Это происходит в следующих случаях:

- Когда нагрузка генерирует энергию, она раскручивает двигатель при постоянной выходной частоте преобразователя.
- В процессе замедления (уменьшения скорости) при большом моменте инерции и низком трении, времени для замедления недостаточно для рассеивания энергии в виде потерь в преобразователе частоты или двигателе.
- Неверная настройка компенсации скольжения может привести к повышению напряжения в цепи постоянного тока.
- Против-ЭДС при работе двигателя с постоянными магнитами. При выбеге на больших оборотах, против-ЭДС от двигателя с постоянными магнитами потенциально может превысить максимально допустимое напряжение преобразователя частоты, что может стать причиной поломки. Чтобы не допустить этого, значение *4-19 Max Output Frequency* автоматически ограничивается на основе внутреннего расчета с использованием значений *1-40 Back EMF at 1000 RPM*, *1-25 Motor Nominal Speed* и *1-39 Motor Poles*. Если существует возможность развития двигателем слишком большой скорости, компания Danfoss рекомендует оснастить преобразователь частоты тормозным резистором.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Преобразователь частоты должен быть оснащен тормозным прерывателем.

Блок управления может попытаться скорректировать изменение скорости, если это возможно (*2-17 Over-voltage Control*). При достижении определенного уровня напряжения инвертор отключается для защиты транзисторов и конденсаторов промежуточной цепи. Для выбора способа регулирования уровня напряжения промежуточной цепи см. параметры *2-10 Brake Function* и *2-17 Over-voltage Control*.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Контроль перенапряжения нельзя включить при работе с двигателем с постоянными магнитами (т. е. когда для параметра *1-10 Motor Construction* установлено значение *[1] Неявнополюс. с пост. магн.*).

Отключение напряжения сети

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

Статическая перегрузка в режиме VVC^{plus}

Перегрузка возникает, когда достигается предельный крутящий момент, заданный в *4-16 Torque Limit Motor Mode/4-17 Torque Limit Generator Mode*.

При перегрузке преобразователя частоты регуляторы уменьшают выходную частоту для снижения нагрузки. При сильной перегрузке ток может оказаться столь большим, что это приведет к отключению преобразователя частоты примерно через 5–10 с. Работа на предельном крутящем моменте ограничена временем (0–60 с), которое задается параметром *14-25 Trip Delay at Torque Limit*.

3.11.1 Тепловая защита двигателя

Чтобы защитить приложение от серьезных повреждений, в VLT® AutomationDrive предусмотрено несколько специальных функций.

Предел момента

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

Предел по току

Предел по току задается в параметре *4-18 Предел по току*, а время до отключения при появлении предупреждения о превышении предела по току задается в *14-24 Задрж. откл. при прд. токе*

Нижний предел скорости

В параметре *4-11 Нижн.предел скор.двигателя[об/мин]* или *4-12 Нижний предел скорости двигателя [Гц]* устанавливаются пределы диапазона рабочей скорости (от 30 до 50/60 Гц). В параметре *4-13 Верхн.предел скор.двигателя [об/мин]* или *4-19 Макс. выходная частота* устанавливается максимальная выходная скорость, которую может выдать преобразователь частоты.

Электронное тепловое реле (ЭТР)

Функция ЭТР преобразователя частоты измеряет фактический ток, скорость и время для вычисления температуры двигателя и его защиты от перегрева (предупреждение или отключение). Имеется также вход для подключения внешнего термистора. ЭТР — это электронная функция, которая имитирует биметаллическое реле на основе внутренних измерений. На *Рисунок 3.39* показан пример, где на оси X показано соотношение между $I_{\text{двиг.}}$ и номинальным значением $I_{\text{двиг.}}$. На оси Y показано время в секундах до того, как ЭТР сработает и выполнит защитное отключение преобразователя частоты. На кривых показана характерная номинальная скорость: вдвое больше номинальной скорости и 0,2 от номинальной скорости.

При более низкой скорости функция ЭТР срабатывает при более низкой температуре в связи с меньшим охлаждением двигателя. Таким образом двигатель защищен от перегрева даже на малой скорости. Функция ЭТР вычисляет температуру двигателя на основе фактического тока и скорости. Вычисленная температура отображается как считываемый параметр в 16-18 *Тепловая нагрузка двигателя* в FC 300.

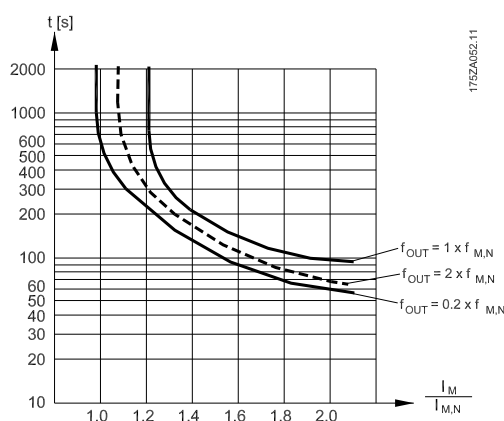


Рисунок 3.39 Пример ЭТР

3.12 Безопасный останов

3.12.1 Безопасное отключение крутящего момента

Преобразователь частоты FC 302 выпускается с доступной по заказу функцией безопасного отключения крутящего момента (STO) через клемму управления 37. Функция STO отключает управляющее напряжение на силовых полупроводниках выходной ступени преобразователя частоты, что в свою очередь препятствует генерированию напряжения, требуемого для вращения двигателя. Если активировано безопасное отключение крутящего момента (Клемма 37), преобразователь частоты подает аварийный сигнал, затем выполняется отключение устройства и двигатель останавливается с выбегом. Потребуется произвести перезапуск вручную. Функция безопасного отключения крутящего момента может использоваться для аварийной остановки преобразователя частоты. В нормальном режиме работы, когда безопасное отключение не требуется, следует использовать функцию обычного останова преобразователя частоты. При использовании автоматического перезапуска следует соблюдать требования, указанные в стандарте ISO 12100-2, параграф 5.3.2.5.

3.12.2 Функция безопасного отключения крутящего момента (только в FC 302)

Функция безопасного отключения крутящего момента в FC 302 может использоваться с асинхронными и синхронными двигателями, а также с двигателями с постоянными магнитами. Может случиться, что в силовых полупроводниковых приборах преобразователя частоты возникнет два отказа. При использовании синхронных двигателей, а также двигателей с постоянными магнитами, отказы могут привести к «остаточному» вращению. Угол поворота вала оценивается величиной $360/(\text{число полюсов})$. Это следует учитывать в системах с синхронными двигателями и двигателями с постоянными магнитами, и необходимо принять меры, исключающие возникновение проблем, влияющих на безопасность. Такая ситуация невозможна с асинхронными двигателями.

3.12.3 Условия исполнения обязательств

Условия исполнения обязательств

За знание персоналом порядка установки и эксплуатации функции безопасного отключения крутящего момента отвечает пользователь. Необходимо:

- Прочитать и понимать нормы и правила техники безопасности, относящиеся к предупреждению несчастных случаев.
- Понимать общие инструкции и инструкции по технике безопасности, приведенные в данном описании, а также в расширенном описании в разделе *Безопасное отключение крутящего момента в Инструкциях по эксплуатации преобразователей частоты VLT®*.
- Хорошо знать общие стандарты и стандарты в области техники безопасности, относящиеся к тем или иным применениям.

Понятие «пользователь» в данном контексте определяется как «интегратор, оператор или персонал, выполняющий ремонт и техническое обслуживание».

3.12.4 Дополнительная информация

Подробную информацию о безопасном отключении крутящего момента, включая сведения о монтаже и вводе в эксплуатацию, см. в разделе, посвященном безопасному отключению крутящего момента в Инструкциях по эксплуатации преобразователей частоты VLT®.

3.12.5 Установка внешнего устройства безопасности в сочетании с MCB 112

Если подключен сертифицированный на взрывобезопасность модуль термистора MCB 112, использующий клемму 37 в качестве канала защитного выключения, выход X44/11 у MCB 112 должен быть связан по схеме «И» с датчиком обеспечения безопасности (кнопкой аварийного останова или предохранительным выключателем), активизирующим безопасное отключение крутящего момента. Это означает, что выходной сигнал на клемму 37 безопасного отключения крутящего момента имеет **ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ** (24 В) только в том случае, если и сигнал от выхода X44/12 MCB 112, и сигнал от датчика обеспечения безопасности имеют **ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ**.

Если хотя бы один из этих двух сигналов имеет **НИЗКИЙ УРОВЕНЬ**, выходной сигнал на клемму 37 также будет **НИЗКОУРОВНЕВЫМ**. Устройство безопасности с такой логикой типа «И» само должно соответствовать требованиям стандарта IEC 61508, SIL 2. Соединение между выходом устройства безопасности с логической схемой «И» и клеммой безопасного отключения крутящего момента 37 должно быть защищено от короткого замыкания. На *Рисунок 3.40* показан вход перезапуска для внешнего устройства безопасности. Это означает, что в данной установке нужно установить для параметра **5-19 Клемма 37, безопасный останов** значение [7] или [8]. Подробнее см. Инструкции по эксплуатации MCB 112.

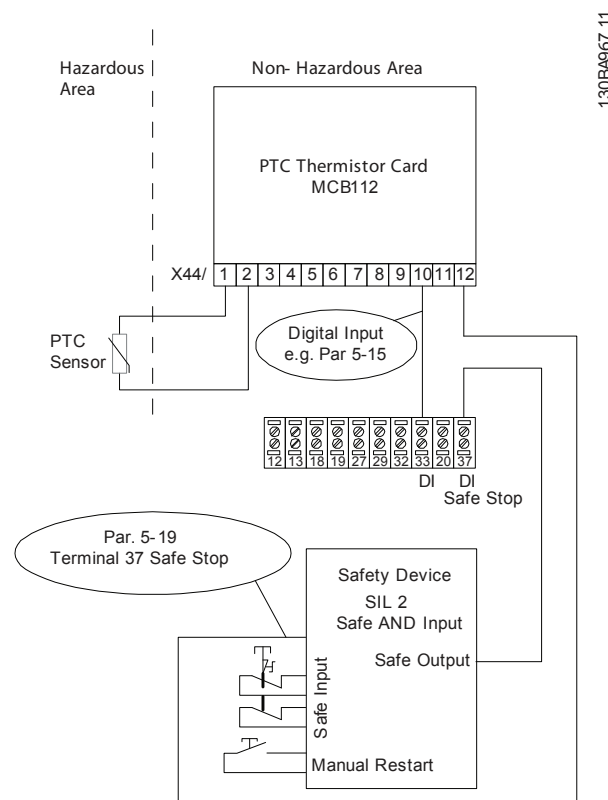


Рисунок 3.40 Иллюстрация важных особенностей установки комбинации безопасного отключения крутящего момента и системы, в которой используется MCB 112

Настройки параметров для внешнего устройства безопасности в сочетании с MCB 112

При подключенном устройстве MCB 112 становятся доступными дополнительные значения ([4]–[9]) для параметра *5-19 Клемма 37, безопасный останов* (Клемма 37 безопасного отключения крутящего момента). Значения [1]* и [3] в *5-19 Клемма 37, безопасный останов* также доступны, однако их не следует использовать, поскольку они предназначены для систем без MCB 112 или других внешних устройств безопасности. Если в *5-19 Клемма 37, безопасный останов* по ошибке выбрано значение [1]* или [3] и происходит срабатывание MCB 112, преобразователь частоты отреагирует подачей аварийного сигнала «Опасная неисправность [A72]» и остановит преобразователь частоты выбегом без автоматического перезапуска.

Значения [4] и [5] в *5-19 Клемма 37, безопасный останов* выбираются только когда MCB 112 использует функцию безопасного отключения крутящего момента. Если в *5-19 Клемма 37, безопасный останов* по ошибке выбрано значение [4] или [5] и внешнее устройство безопасности вызывает срабатывание безопасного отключения крутящего момента, преобразователь частоты реагирует подачей аварийного сигнала «Опасная неисправность [A72]» и останавливает преобразователь частоты выбегом без автоматического перезапуска.

Для сочетания внешнего устройства безопасности и MCB 112 в *5-19 Клемма 37, безопасный останов* должны быть выбраны значения [6]–[9].

УВЕДОМЛЕНИЕ

Обратите внимание, что когда внешнее устройство безопасности снова деактивировано, значения [7] и [8] в *5-19 Клемма 37, безопасный останов* используются для автоматического перезапуска.

Это допускается только в следующих ситуациях:

- Предотвращение непредусмотренного пуска реализуется другими частями установки с безопасным отключением крутящего момента.
- Имеется возможность обеспечить физически отсутствие людей в опасной зоне в случаях, когда безопасное отключение крутящего момента не активировано. В частности, необходимо соблюдать требования параграфа 5.3.2.5 стандарта ISO 12100-2 2003.

Более подробную информацию о MCB 112 см. в главе 9.7 Плата термистора PTC MCB 112 и инструкциях по эксплуатации.

4 Выбор

4.1 Электрические характеристики, 380–500 В

FC 302	N90K		N110		N132		N160		N200		N250	
Высокая (НО)/нормальная перегрузка (НО)*	НО	НО	НО	НО	НО	НО	НО	НО	НО	НО	НО	НО
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 400 В	90	110	110	132	132	160	160	200	200	250	250	315
Типичная выходная мощность на валу [л. с.] при 460 В	125	150	150	200	200	250	250	300	300	350	350	450
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при напряжении 500 В	110	132	132	160	160	200	200	250	250	315	315	355
Корпус IP21	D1h		D1h		D1h		D2h		D2h		D2h	
Корпус IP54	D1h		D1h		D1h		D2h		D2h		D2h	
Корпус IP20	D3h		D3h		D3h		D4h		D4h		D4h	
Выходной ток												
Непрерывный (при 400 В) [А]	177	212	212	260	260	315	315	395	395	480	480	588
Прерывистый (перегрузка в течение 60 с при 400 В) [А]	266	233	318	286	390	347	473	435	593	528	720	647
Непрерывный (при 460/500 В) [А]	160	190	190	240	240	302	302	361	361	443	443	535
Прерывистый, мощность (перегрузка 60 с при 460/500 В) [кВА]	240	209	285	264	360	332	453	397	542	487	665	588
Непрерывный, мощность (при 400 В) [кВА]	123	147	147	180	180	218	218	274	274	333	333	407
Непрерывный, мощность (при 460 В) [кВА]	127	151	151	191	191	241	241	288	288	353	353	426
Непрерывный, мощность (при 500 В) [кВА]	139	165	165	208	208	262	262	313	313	384	384	463
Макс. входной ток												
Непрерывный (при 400 В) [А]	171	204	204	251	251	304	304	381	381	463	463	567
Непрерывный (при 460/500 В) [А]	154	183	183	231	231	291	291	348	348	427	427	516
Макс. размер кабеля: сеть, двигатель, тормоз и цепь разделения нагрузки [мм² (AWG)] ¹⁾²⁾	2 x 95 (2 x 3/0)						2 x 185 (2 x 350 mcm)					
Макс. внешние сетевые предохранители [А] ³	315		350		400		550		630		800	
Расчетные потери мощности при 400 В [Вт] ^{4) 5)}	2031	2559	2289	2954	2923	3770	3093	4116	4039	5137	5005	6674
Расчетные значение потери мощности при 460 В [Вт] ^{4) 5)}	1828	2261	2051	2724	2089	3628	2872	3569	3575	4566	4458	5714
Масса, корпус IP21, IP54, кг (фунт) ⁶⁾	62 (135)						125 (275)					
Масса, корпус IP20, кг (фунт) ⁶⁾	62 (135)						125 (275)					
КПД ⁵⁾	0,98											
Выходная частота	0–590 Гц											
Отключение при перегреве радиатора	110 °C											
Отключение по темп. платы управления	75 °C						80 °C					
*Большая перегрузка составляет 150 % непрерывного тока в течение 60 с, нормальная перегрузка — 110 % тока в течение 60 с.												

Таблица 4.1 Технические характеристики, типоразмер D, 380–500 В, питание от сети 3 x 380–500 В пер. тока

1) Американский сортамент проводов.

- 2) К клеммам подключения проводов преобразователей частоты N132, N160 и N315 нельзя подключить кабели одним размером больше.
- 3) Номиналы предохранителей см. в глава 7.2.1 Предохранители.
- 4) 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). Для двигателей с более низким КПД потери мощности в преобразователе возрастают. Если частота коммутации повышена относительно расчетной, потери мощности могут возрасти значительно. Значения потребляемой мощности для LCP и типовых силовых плат учтены. 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.
- 5) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м при номинальной нагрузке и номинальной частоте.
- 6) Дополнительные типоразмеры имеют следующие массы: D5h – 166 (255) / D6h – 129 (285) / D7h – 200 (440) / D8h – 225 (496). Вес указан в кг (фунтах).

FC 302	P315		P355		P400	
Высокая (НО)/нормальная перегрузка (NO)*	НО	NO	НО	NO	НО	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
Корпус IP21	E1		E1		E1	
Корпус IP54	E1		E1		E1	
Корпус IP00	E2		E2		E2	
Выходной ток						
Непрерывный (при 400 В) [А]	600	658	658	745	695	800
Прерывистый (перегрузка 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
Непрерывный, мощность (при 400 В) [кВА]	416	456	456	516	482	554
Непрерывный, мощность (при 460 В) [кВА]	430	470	470	540	540	582
Непрерывный, мощность (при 500 В) [кВА]	468	511	511	587	587	632
Макс. входной ток						
Непрерывный (при 400 В) [А]	590	647	647	733	684	787
Непрерывный (при 460/500 В) [А]	531	580	580	667	667	718
Макс. сечение кабеля, сеть, двигатель и цепь разделения нагрузки [мм² (AWG)] ¹⁾²⁾	4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)	
Макс. сечение кабеля, цепь торможения [мм² (AWG)] ¹⁾	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] ³⁾	900		900		900	
Расчетные потери мощности при 400 В [Вт] ^{4) 5)}	6794	7532	7498	8677	7976	9473
Расчетные потери мощности при 460 В [Вт] ⁴⁾⁵⁾	6118	6724	6672	7819	7814	8527
Вес, корпус IP21, IP54 [кг]	270		272		313	
Вес, корпус IP00 [кг]	234		236		277	
КПД ⁵⁾	0,98					
Выходная частота	0–590 Гц					
Отключение при перегреве радиатора	110 °C					
Отключение по темп. платы управления	85 °C					
* Высокая перегрузка (НО) = 160-процентный крутящий момент в течение 60 с, нормальная перегрузка (NO) = 110-процентный крутящий момент в течение 60 с						

Таблица 4.2 Технические характеристики, типоразмер E, 380–500 В, питание от сети 3 x 380–500 В пер. тока

1) Американский сортамент проводов.

2) К клеммам подключения проводов преобразователей частоты N132, N160 и P315 нельзя подключить кабели одним размером больше.

3) Номиналы предохранителей см. в глава 7.2.1 Предохранители.

- 4) 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). Для двигателей с более низким КПД потери мощности в преобразователе возрастают. Если частота коммутации повышена относительно расчетной, потери мощности могут возрасти значительно. Значения потребляемой мощности для LCP и типовых силовых плат учтены. 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.
- 5) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м при номинальной нагрузке и номинальной частоте.

FC 302	P450		P500		P560		P630		P710		P800	
Высокая (НО)/нормальная перегрузка (НО)*	НО	НО	НО	НО	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	710	800	800	1000
Типичная выходная мощность на валу [л. с.] при 460 В	600	650	650	750	750	900	900	1000	1000	1200	1200	1350
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 500 В	530	560	560	630	630	710	710	800	800	1000	1000	1100
Корпус IP21, IP54 без шкафа/со шкафом для дополнительного оборудования	F1/ F3		F1/ F3		F1/ F3		F1/ F3		F2/ F4		F2/ F4	
Выходной ток												
Непрерывный (при 400 В) [А]	800	880	880	990	990	1120	1120	1260	1260	1460	1460	1720
Прерывистый (перегрузка 60 с) (при 400 В) [А]	1200	968	1320	1089	1485	1232	1680	1386	1890	1606	2190	1892
Непрерывный (при 460/500 В) [А]	730	780	780	890	890	1050	1050	1160	1160	1380	1380	1530
Прерывистый (перегрузка 60 с) (при 460/500 В) [А]	1095	858	1170	979	1335	1155	1575	1276	1740	1518	2070	1683
Непрерывный, мощность (при 400 В) [кВА]	554	610	610	686	686	776	776	873	873	1012	1012	1192
Непрерывный, мощность (при 460 В) [кВА]	582	621	621	709	709	837	837	924	924	1100	1100	1219
Непрерывный, мощность (при 500 В) [кВА]	632	675	675	771	771	909	909	1005	1005	1195	1195	1325
Макс. входной ток												
Непрерывный (при 400 В) [А]	779	857	857	964	964	1090	1090	1227	1227	1422	1422	1675
Непрерывный (при 460/500 В) [А]	711	759	759	867	867	1022	1022	1129	1129	1344	1344	1490
Макс. сечение кабеля, двигатель [мм² (AWG) ¹⁾	8 x 150 (8 x 300 mcm)								12 x 150 (12 x 300 mcm)			
Макс. сечение кабеля, питающая сеть, F1/F2 [мм² (AWG) ¹⁾	8 x 240 (8 x 500 mcm)											
Макс. сечение кабеля, питающая сеть, F3/F4 [мм² (AWG) ¹⁾	8 x 456 (8 x 900 mcm)											
Макс. сечение кабеля, цепь разделения нагрузки [мм² (AWG) ¹⁾	4 x 120 (4 x 250 mcm)											
Макс. сечение кабеля, цепь торможения [мм² (AWG) ¹⁾	4 x 185 (4 x 350 mcm)								6 x 185 (6 x 350 mcm)			
Макс. внешние сетевые предохранители [А] ²⁾	1600				2000				2500			
Расчетные потери мощности при 400 В [Вт] ³⁾⁴⁾	9031	10162	10146	11822	10649	12512	12490	14674	14244	17293	15466	19278
Расчетные потери мощности при 460 В [Вт] ^{3) 4)}	8212	8876	8860	10424	9414	11595	11581	13213	13005	16229	14556	16624
F3/F4, макс. добавочные потери фильтра ВЧ-помех А1, автоматического выключателя или разъединителя и контактора F3/F4	893	963	951	1054	978	1093	1092	1230	2067	2280	2236	2541
Макс. потери доп. устройств панели	400											
Вес, корпус IP21, IP54 [кг]	1017/1318								1260/1561			
Масса, модуль выпрямителя [кг]	102		102		102		102		136		136	
Масса, модуль инвертора [кг]	102		102		102		136		102		102	
КПД ⁴⁾	0,98											
Выходная частота	0–590 Гц											

FC 302	P450		P500		P560		P630		P710		P800	
Высокая (НО)/нормальная перегрузка (НО)*	НО	NO	НО	NO	НО	NO	НО	NO	НО	NO	НО	NO
Отключение при перегреве радиатора	110 °C											
Отключение по темп. платы управления	85 °C											
* Высокая перегрузка (НО) = 160-процентный крутящий момент в течение 60 с, нормальная перегрузка (NO) = 110-процентный крутящий момент в течение 60 с												

Таблица 4.3 Технические характеристики, типоразмер F, 380–500 В, питание от сети 3 х 380–500 В пер. тока

1) Американский сортамент проводов.

2) Номиналы предохранителей см. в глава 7.2.1 Предохранители.

3) 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). Для двигателей с более низким КПД потери мощности в преобразователе возрастают. Если частота коммутации повышена относительно расчетной, потери мощности могут возрасти значительно. Значения потребляемой мощности для LCP и типовых силовых плат учтены. 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.

4) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м при номинальной нагрузке и номинальной частоте.

FC 302	P250		P315		P355		P400	
Высокая (НО)/нормальная перегрузка (НО)*	НО	НО	НО	НО	НО	НО	НО	НО
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
Корпус IP21	F8/F9		F8/F9		F8/F9		F8/F9	
Корпус IP54	F8/F9		F8/F9		F8/F9		F8/F9	
Выходной ток								
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
Непрерывный, мощность (при 400 В) [кВА]	333	416	416	456	456	516	482	554
Непрерывный, мощность (при 460 В) [кВА]	353	430	430	470	470	540	540	582
Непрерывный, мощность (при 500 В) [кВА]	384	468	468	511	511	587	587	632
Макс. входной ток								
Непрерывный (при 400 В) [А]	472	590	590	647	647	733	684	787
Непрерывный (при 460/500 В) [А]	436	531	531	580	580	667	667	718
Макс. сечение кабеля, питающая сеть [мм² (AWG)¹]	4 x 90 (3/0)		4 x 90 (3/0)		4 x 240 (500 mcm)		4 x 240 (500 mcm)	
Макс. сечение кабеля, двигатель [мм² (AWG)¹]	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)	
Макс. сечение кабеля, тормоз [мм² (AWG)¹]	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]²	700							
Расчетные потери мощности при 400 В [Вт] ³) ⁴)	5164	6790	6960	7701	7691	8879	8178	9670
Расчетные потери мощности при 460 В [Вт] ³) ⁴)	4822	6082	6345	6953	6944	8089	8085	8803
Вес, корпус IP21, IP54 [кг]	447/669							
КПД⁴)	0,98							
Выходная частота	0–590 Гц							
Отключение при перегреве радиатора	110 °C							
Отключение по темп. платы управления	85 °C							
* Высокая перегрузка (НО) = 160-процентный крутящий момент в течение 60 с, нормальная перегрузка (НО) = 110-процентный крутящий момент в течение 60 с								

Таблица 4.4 Технические характеристики, типоразмер F8/F9, 380–500 В, питание от сети 6 x 380–500 В пер. тока, 12-импульсные

1) Американский сортамент проводов.

2) Номиналы предохранителей см. в глава 7.2.1 Предохранители.

3) 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). Для двигателей с более низким КПД потери мощности в преобразователе возрастают. Если частота коммутации повышена относительно расчетной, потери мощности могут возрасти значительно. Значения потребляемой мощности для LCP и типовых силовых плат учтены. 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 A или B увеличение потерь составляет всего 4 Вт для каждой платы.

4) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м при номинальной нагрузке и номинальной частоте.

FC 302	P450		P500		P560		P630		P710		P800	
Высокая (НО)/нормальная перегрузка (НО) *	НО	НО	НО	НО	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	710	800	800	1000
Типичная выходная мощность на валу [л. с.] при 460 В	600	650	650	750	750	900	900	1000	1000	1200	1200	1350
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 500 В	530	560	560	630	630	710	710	800	800	1000	1000	1100
Корпус IP21, IP54 без шкафа/со шкафом для дополнительного оборудования	F10/F11		F10/F11		F10/F11		F10/F11		F12/F13		F12/F13	
Выходной ток												
Непрерывный (при 400 В) [А]	800	880	880	990	990	1120	1120	1260	1260	1460	1460	1720
Прерывистый (перегрузка 60 с) (при 400 В) [А]	1200	968	1320	1089	1485	1232	1680	1386	1890	1606	2190	1892
Непрерывный (при 460/500 В) [А]	730	780	780	890	890	1050	1050	1160	1160	1380	1380	1530
Прерывистый (перегрузка 60 с) (при 460/500 В) [А]	1095	858	1170	979	1335	1155	1575	1276	1740	1518	2070	1683
Непрерывный, мощность (при 400 В) [кВА]	554	610	610	686	686	776	776	873	873	1012	1012	1192
Непрерывный, мощность (при 460 В) [кВА]	582	621	621	709	709	837	837	924	924	1100	1100	1219
Непрерывный, мощность (при 500 В) [кВА]	632	675	675	771	771	909	909	1005	1005	1195	1195	1325
Макс. входной ток												
Непрерывный (при 400 В) [А]	779	857	857	964	964	1090	1090	1227	1227	1422	1422	1675
Непрерывный (при 460/500 В) [А]	711	759	759	867	867	1022	1022	1129	1129	1344	1344	1490
Макс. сечение кабеля, двигатель [мм² (AWG) ¹⁾	8 x 150 (8 x 300 mcm)								12 x 150 (12 x 300 mcm)			
Макс. сечение кабеля, питающая сеть [мм² (AWG) ¹⁾	6 x 120 (6 x 250 mcm)											
Макс. сечение кабеля, тормоз [мм² (AWG) ¹⁾	4 x 185 (4 x 350 mcm)								6 x 185 (6 x 350 mcm)			
Макс. внешние сетевые предохранители [А] ²⁾	900						1500					
Расчетные потери мощности при 400 В [Вт] ^{3) 4)}	9492	10647	10631	12338	11263	13201	13172	15436	14967	18084	16392	20358
Расчетные потери мощности при 460 В [Вт] ^{3) 4)}	8730	9414	9398	11006	10063	12353	12332	14041	13819	17137	15577	17752
F9/F11/F13, макс. добав. потери фильтра ВЧ-помех А1, автоматического выключателя или разъединителя и контактора F9/F11/F13	893	963	951	1054	978	1093	1092	1230	2067	2280	2236	2541
Макс. потери доп. устройств панели	400											
Вес,корпус IP21, IP54 [кг]	1017/ 1319								1261/ 1562			
Масса, модуль выпрямителя [кг]	102		102		102		102		136		136	
Масса, модуль инвертора [кг]	102		102		102		136		102		102	
КПД ⁴⁾	0,98											
Выходная частота	0–590 Гц											
Отключение при перегреве радиатора	95 °C											

FC 302	P450		P500		P560		P630		P710		P800	
Высокая (НО)/нормальная перегрузка (NO) *	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Отключение силовой платы питания при повышении внешней температуры	85 °C											
* Высокая перегрузка (НО) = 160-процентный крутящий момент в течение 60 с, нормальная перегрузка (NO) = 110-процентный крутящий момент в течение 60 с												

Таблица 4.5 Технические характеристики, типоразмеры F10–F13, 380–500 В, питание от сети 6 x 380–500 В пер. тока, 12-импульсные

- 1) Американский сортамент проводов.
- 2) Номиналы предохранителей см. в глава 7.2.1 Предохранители.
- 3) 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). Для двигателей с более низким КПД потери мощности в преобразователе возрастают. Если частота коммутации повышена относительно расчетной, потери мощности могут возрасти значительно. Значения потребляемой мощности для LCP и типовых силовых плат учтены. 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.
- 4) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м при номинальной нагрузке и номинальной частоте.

4.2 Электрические характеристики, 525–690 В

FC 302	N55K		N75K		N90K		N110		N132	
Высокая (НО)/нормальная перегрузка (НО)*	НО	НО	НО	НО	НО	НО	НО	НО	НО	НО
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 550 В	45	55	55	75	75	90	90	110	110	132
Типичная выходная мощность на валу [л.с.] при 575 В	60	75	75	100	100	125	125	150	150	200
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 690 В	55	75	75	90	90	110	110	132	132	160
Корпус IP21	D1h		D1h		D1h		D1h		D1h	
Корпус IP54	D1h		D1h		D1h		D1h		D1h	
Корпус IP20	D3h		D3h		D3h		D3h		D3h	
Выходной ток										
Непрерывный (при 550 В) [А]	76	90	90	113	113	137	137	162	162	201
Прерывистый (перегрузка в течение 60 с при 550 В) [А]	122	99	135	124	170	151	206	178	243	221
Непрерывный (при 575/690 В) [А]	73	86	86	108	108	131	131	155	155	192
Прерывистый (перегрузка 60 с при 575/690 В) [А]	117	95	129	119	162	144	197	171	233	211
Непрерывный, мощность (при 550 В) [кВА]	72	86	86	108	108	131	131	154	154	191
Непрерывный, мощность (при 575 В) [кВА]	73	86	86	108	108	130	130	154	154	191
Непрерывный, мощность (при 690 В) [кВА]	87	103	103	129	129	157	157	185	185	229
Макс. входной ток										
Непрерывный (при 550 В) [А]	77	89	89	110	110	130	130	158	158	198
Непрерывный (при 575 В) [А]	74	85	85	106	106	124	124	151	151	189
Непрерывный (при 690 В)	77	87	87	109	109	128	128	155	155	197
Макс. размер кабеля: сеть, двигатель, тормоз и цепь разделения нагрузки, мм² (AWG) ¹⁾	2 x 95 (2 x 3/0)									
Макс. внешние сетевые предохранители [А] ²⁾	160		315		315		315		315	
Расчетные потери мощности при 575 В [Вт] ^{3) 4)}	1098	1162	1162	1428	1430	1740	1742	2101	2080	2649
Расчетные потери мощности при 690 В [Вт] ^{3) 4)}	1057	1204	1205	1477	1480	1798	1800	2167	2159	2740
Масса, корпус IP21, IP54, кг (фунт)	62 (135)									
Масса, корпус IP20, кг (фунт)	125 (275)									
КПД ⁴⁾	0,98									
Выходная частота	0–590 Гц									
Отключение при перегреве радиатора	110 °C									
Отключение по темп. платы управления	75 °C									
*Большая перегрузка составляет 150 % непрерывного тока в течение 60 с, нормальная перегрузка — 110 % тока в течение 60 с.										

Таблица 4.6 Технические характеристики, типоразмер D, 525–690 В, питание от сети 3 x 525–690 В пер. тока

1) Американский сортамент проводов.

2) Номиналы предохранителей см. в глава 7.2.1 Предохранители.

3) 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). Для двигателей с более низким КПД потери мощности в преобразователе возрастают. Если частота коммутации повышена относительно расчетной, потери мощности могут возрасти значительно. Значения потребляемой мощности для LCP и типовых силовых плат учтены. 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 A или B увеличение потерь составляет всего 4 Вт для каждой платы.

4) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м при номинальной нагрузке и номинальной частоте.

FC 302 Высокая (НО)/нормальная перегрузка (НО)*	N160		N200		N250		N315	
	НО	НО	НО	НО	НО	НО	НО	НО
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 550 В	132	160	160	200	200	250	250	315
Типичная выходная мощность на валу [л. с.] при 575 В	200	250	250	300	300	350	350	400
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 690 В	160	200	200	250	250	315	315	400
Корпус IP21	D2h		D2h		D2h		D2h	
Корпус IP54	D2h		D2h		D2h		D2h	
Корпус IP20	D4h		D4h		D4h		D4h	
Выходной ток								
Непрерывный (при 550 В) [А]	201	253	253	303	303	360	360	418
Прерывистый (перегрузка в течение 60 с при 550 В) [А]	302	278	380	333	455	396	540	460
Непрерывный (при 575/690 В) [А]	192	242	242	290	290	344	344	400
Прерывистый (перегрузка 60 с при 575/690 В) [А]	288	266	363	319	435	378	516	440
Непрерывный, мощность (при 550 В) [кВА]	191	241	241	289	289	343	343	398
Непрерывный, мощность (при 575 В) [кВА]	191	241	241	289	289	343	343	398
Непрерывный, мощность (при 690 В) [кВА]	229	289	289	347	347	411	411	478
Макс. входной ток								
Непрерывный (при 550 В) [А]	198	245	245	299	299	355	355	408
Непрерывный (при 575 В) [А]	189	234	234	286	286	339	339	390
Непрерывный (при 690 В)	197	240	240	296	296	352	352	400
Макс. размер кабеля: сеть, двигатель, тормоз и цепь разделения нагрузки, мм² (AWG) ¹⁾	2 x 185 (2 x 350)							
Макс. внешние сетевые предохранители [А] ²⁾	550							
Расчетные потери мощности при 575 В [Вт] ^{3) 4)}	2361	3074	3012	3723	3642	4465	4146	5028
Расчетные потери мощности при 690 В [Вт] ^{3) 4)}	2446	3175	3123	3851	3771	4614	4258	5155
Масса, корпус IP21, IP54, кг (фунт)	125 (275)							
Масса, корпус IP20, кг (фунт)	125 (275)							
КПД ⁴⁾	0,98							
Выходная частота	0–590 Гц							
Отключение при перегреве радиатора	110 °C							
Отключение по темп. платы управления	80 °C							
*Большая перегрузка составляет 150 % непрерывного тока в течение 60 с, нормальная перегрузка — 110 % тока в течение 60 с.								

Таблица 4.7 Технические характеристики, типоразмер D, 525–690, питание от сети 3 x 525–690 В пер. тока

1) Американский сортамент проводов.

2) Номиналы предохранителей см. в глава 7.2.1 Предохранители.

3) 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). Для двигателей с более низким КПД потери мощности в преобразователе возрастают. Если частота коммутации повышена относительно расчетной, потери мощности могут возрасти значительно. Значения потребляемой мощности для LCP и типовых силовых плат учтены. 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 A или B увеличение потерь составляет всего 4 Вт для каждой платы.

4) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м при номинальной нагрузке и номинальной частоте.

FC 302	P355	
Высокая (НО)/нормальная перегрузка (NO)*	НО	NO
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 550 В	315	355
Типичная выходная мощность на валу [л. с.] при 575 В	400	450
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 690 В	355	450
Корпус IP21	E1	
Корпус IP54	E1	
Корпус IP00	E2	
Выходной ток		
Непрерывный (при 550 В) [А]	395	470
Прерывистый (перегрузка в течение 60 с при 550 В) [А]	593	517
Непрерывный (при 575/690 В) [А]	380	450
Прерывистый (перегрузка в течение 60 с при 575/690 В) [А]	570	495
Непрерывная мощность (при 550 В) [кВА]	376	448
Непрерывная мощность (при 575 В) [кВА]	378	448
Непрерывная мощность (при 690 В) [кВА]	454	538
Макс. входной ток		
Непрерывный (при 550 В) [А]	381	453
Непрерывный (при 575 В) [А]	366	434
Непрерывный (при 690 В) [А]	366	434
Макс. сечение кабеля, сеть, двигатель и цепь разделения нагрузки [мм² (AWG) ¹⁾	4 x 240 (4 x 500 mcm)	
Макс. сечение кабеля, тормоз [мм² (AWG) ¹⁾	2 x 185 (2 x 350 mcm)	
Макс. внешние сетевые предохранители [А] ²⁾	700	
Расчетные потери мощности при 600 В [Вт] ³⁾⁴⁾	4424	5323
Расчетные потери мощности при 690 В [Вт] ^{3) 4)}	4589	5529
Вес, корпус IP21, IP54 [кг]	263	
Вес, корпус IP00 [кг]	221	
КПД ^{4) 4)}	0,98	
Выходная частота	0–500 Гц	
Отключение при перегреве радиатора	110 °C	
Отключение силовой платы питания при повышении внешней температуры	85 °C	
* Высокая перегрузка (НО) = 160-процентный крутящий момент в течение 60 с, нормальная перегрузка (NO) = 110-процентный крутящий момент в течение 60 с		

Таблица 4.8 Технические характеристики, типоразмер E, 525–690 В, питание от сети 3 x 525–690 В пер. тока

1) Американский сортамент проводов.

2) Номиналы предохранителей см. в глава 7.2.1 Предохранители.

3) 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). Для двигателей с более низким КПД потери мощности в преобразователе возрастают. Если частота коммутации повышена относительно расчетной, потери мощности могут возрасти значительно. Значения потребляемой мощности для LCP и типовых силовых плат учтены. 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 A или B увеличение потерь составляет всего 4 Вт для каждой платы.

4) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м при номинальной нагрузке и номинальной частоте.

FC 302	P400		P500		P560	
Высокая (НО)/нормальная перегрузка (НО)*	НО	НО	НО	НО	НО	НО
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 550 В	315	400	400	450	450	500
Типичная выходная мощность на валу [л. с.] при 575 В	400	500	500	600	600	650
Типичная выходная мощность на валу [кВт] при 690 В	400	500	500	560	560	630
Корпус IP21	E1		E1		E1	
Корпус IP54	E1		E1		E1	
Корпус IP00	E2		E2		E2	
Выходной ток						
Непрерывный (при 550 В) [А]	429	523	523	596	596	630
Прерывистый (перегрузка в течение 60 с при 550 В) [А]	644	575	785	656	894	693
Непрерывный (при 575/690 В) [А]	410	500	500	570	570	630
Прерывистый (перегрузка в течение 60 с при 575/690 В) [А]	615	550	750	627	855	693
Непрерывная мощность (при 550 В) [кВА]	409	498	498	568	568	600
Непрерывная мощность (при 575 В) [кВА]	408	498	498	568	568	627
Непрерывная мощность (при 690 В) [кВА]	490	598	598	681	681	753
Макс. входной ток						
Непрерывный (при 550 В) [А]	413	504	504	574	574	607
Непрерывный (при 575 В) [А]	395	482	482	549	549	607
Непрерывный (при 690 В) [А]	395	482	482	549	549	607
Макс. сечение кабеля, сеть, двигатель и цепь разделения нагрузки [мм² (AWG) ¹⁾]	4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)	
Макс. сечение кабеля, тормоз [мм² (AWG) ¹⁾]	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] ²⁾	700		900		900	
Расчетные потери мощности при 600 В [Вт] ^{3/4)}	4795	6010	6493	7395	7383	8209
Расчетные потери мощности при 690 В [Вт] ^{3/4)}	4970	6239	6707	7653	7633	8495
Вес, корпус IP21, IP54 [кг]	263		272		313	
Вес, корпус IP00 [кг]	221		236		277	
КПД ⁴⁾	0,98					
Выходная частота	0–500 Гц					
Отключение при перегреве радиатора	110 °C					
Отключение силовой платы питания при повышении внешней температуры	85 °C					
* Высокая перегрузка (НО) = 160-процентный крутящий момент в течение 60 с, нормальная перегрузка (НО) = 110-процентный крутящий момент в течение 60 с						

Таблица 4.9 Технические характеристики, типоразмер E, 525–690 В, питание от сети 3 x 525–690 В пер. тока

1) Американский сортамент проводов.

2) Номиналы предохранителей см. в глава 7.2.1 Предохранители.

3) 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). Для двигателей с более низким КПД потери мощности в преобразователе возрастают. Если частота коммутации повышена относительно расчетной, потери мощности могут возрасти значительно. Значения потребляемой мощности для LCP и типовых силовых плат учтены. 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.

4) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м при номинальной нагрузке и номинальной частоте.

FC 302	P630		P710		P800	
Высокая (НО)/нормальная перегрузка (НО)*	НО	НО	НО	НО	НО	НО
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
Корпус IP21, IP54 без шкафа/со шкафом для дополнительного оборудования	F1/ F3		F1/ F3		F1/ F3	
Выходной ток						
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
Макс. входной ток						
Непрерывный (при 550 В) [А]	642	743	743	866	866	962
Непрерывный (при 575 В) [А]	613	711	711	828	828	920
Непрерывный (при 690 В) [А]	613	711	711	828	828	920
Макс. сечение кабеля, двигатель [мм² (AWG)¹]	8 x 150 (8 x 300 mcm)					
Макс. сечение кабеля, питающая сеть, F1 [мм² (AWG)¹]	8 x 240 (8 x 500 mcm)					
Макс. сечение кабеля, питающая сеть, F3 [мм² (AWG)¹]	8 x 456 (8 x 900 mcm)					
Макс. сечение кабеля, цепь разделения нагрузки [мм² (AWG)¹]	4 x 120 (4 x 250 mcm)					
Макс. сечение кабеля, тормоз [мм² (AWG)¹]	4 x 185 (4 x 350 mcm)					
Макс. внешние сетевые предохранители [А]²	1600					
Расчетные потери мощности при 600 В [Вт]³ ⁴)	8075	9500	9165	10872	10860	12316
Расчетные потери мощности при 690 В [Вт]³ ⁴)	8388	9863	9537	11304	11291	12798
F3/F4, макс. добавочные потери автоматического выключателя или разъединителя и контактора	342	427	419	532	519	615
Макс. потери доп. устройств панели	400					
Вес, корпус IP21, IP54 [кг]	1017/1318					
Масса, модуль выпрямителя [кг]	102		102		102	
Масса, модуль инвертора [кг]	102		102		136	
КПД⁴)	0,98					
Выходная частота	0–500 Гц					
Отключение при перегреве радиатора	95 °C		105 °C		95 °C	
Отключение силовой платы питания при повышении внешней температуры	85 °C					
* Высокая перегрузка (НО) = 160-процентный крутящий момент в течение 60 с, нормальная перегрузка (НО) = 110-процентный крутящий момент в течение 60 с						

Таблица 4.10 Технические характеристики, типоразмер F1/F3, 525–690 В, питание от сети 3 x 525–690 В пер. тока

1) Американский сортамент проводов.

2) Номиналы предохранителей см. в глава 7.2.1 Предохранители.

3) 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). Для двигателей с более низким КПД потери мощности в преобразователе возрастают. Если частота коммутации повышена относительно расчетной, потери мощности могут возрасти значительно. Значения потребляемой мощности для LCP и типовых силовых плат учтены. 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.

4) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м при номинальной нагрузке и номинальной частоте.

FC 302	P900		P1M0		P1M2	
Высокая (НО)/нормальная перегрузка (НО)*	НО	НО	НО	НО	НО	НО
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
Корпус IP21, IP54 без шкафа/со шкафом для дополнительного оборудования	F2/F4		F2/F4		F2/F4	
Выходной ток						
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
Макс. входной ток						
Непрерывный (при 550 В) [А]	962	1079	1079	1282	1282	1440
Непрерывный (при 575 В) [А]	920	1032	1032	1227	1227	1378
Непрерывный (при 690 В) [А]	920	1032	1032	1227	1227	1378
Макс. сечение кабеля, двигатель [мм² (AWG) ¹⁾]	12 x 150 (12 x 300 mcm)					
Макс. сечение кабеля, питающая сеть, F2 [мм² (AWG) ¹⁾]	8 x 240 (8 x 500 mcm)					
Макс. сечение, кабель питающей сети, F4 [мм² (AWG) ¹⁾]	8 x 456 (8 x 900 mcm)					
Макс. сечение кабеля, цепь разделения нагрузки [мм² (AWG) ¹⁾]	4 x 120 (4 x 250 mcm)					
Макс. сечение кабеля, тормоз [мм² (AWG) ¹⁾]	6 x 185 (6 x 350 mcm)					
Макс. внешние сетевые предохранители [А] ²⁾	1600		2000		2500	
Расчетные потери мощности при 600 В [Вт] ^{3) 4)}	12062	13731	13269	16190	16089	18536
Расчетные потери мощности при 690 В [Вт] ^{3) 4)}	12524	14250	13801	16821	16719	19247
F3/F4, макс. добавочные потери автоматического выключателя или разъединителя и контактора	556	665	634	863	861	1044
Макс. потери доп. устройств панели	400					
Вес, корпус IP21, IP54 [кг]	1260/1561				1294/1595	
Масса, модуль выпрямителя [кг]	136		136		136	
Масса, модуль инвертора [кг]	102		102		136	
КПД ⁴⁾	0,98					
Выходная частота	0–500 Гц					
Отключение при перегреве радиатора	95 °C		105 °C		95 °C	
Отключение силовой платы питания при повышении внешней температуры	85 °C					
* Высокая перегрузка (НО) = 160-процентный крутящий момент в течение 60 с, нормальная перегрузка (НО) = 110-процентный крутящий момент в течение 60 с						

Таблица 4.11 Технические характеристики, типоразмер F2/F4, 525–690 В, питание от сети 3 x 525–690 В пер. тока

1) Американский сортамент проводов.

2) Номиналы предохранителей см. в глава 7.2.1 Предохранители.

3) 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). Для двигателей с более низким КПД потери мощности в преобразователе возрастают. Если частота коммутации повышена относительно расчетной, потери мощности могут возрасти значительно. Значения потребляемой мощности для LCP и типовых силовых плат учтены. 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.

4) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м при номинальной нагрузке и номинальной частоте.

4.2.1 Электрические характеристики, 525–690 В перем. тока, 12-импульсный

FC 302	P355		P400		P500		P560	
Высокая (НО)/нормальная перегрузка (НО)	НО	НО	НО	НО	НО	НО	НО	НО
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
Корпус IP21	F8/F9		F8/F9		F8/F9		F8/F9	
Корпус IP54	F8/F9		F8/F9		F8/F9		F8/F9	
Выходной ток								
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
Макс. входной ток								
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) [А]	366	434	395	482	482	549	549	607
Макс. сечение кабеля, питающая сеть [мм² (AWG)¹]	4 x 85 (3/0)							
Макс. сечение кабеля, двигатель [мм² (AWG)¹]	4 x 250 (500 mcm)							
Макс. сечение кабеля, тормоз [мм² (AWG)¹]	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]²	630							
Расчетные потери мощности при 600 В [Вт]³ ⁴)	4424	5323	4795	6010	6493	7395	7383	8209
Расчетные потери мощности при 690 В [Вт]³ ⁴)	4589	5529	4970	6239	6707	7653	7633	8495
Вес, корпус IP21, IP54 [кг]	447/669							
КПД⁴)	0,98							
Выходная частота	0–500 Гц							
Отключение при перегреве радиатора	110 °C							
Отключение силовой платы питания при повышении внешней температуры	85 °C							
* Высокая перегрузка (НО) = 160-процентный крутящий момент в течение 60 с, нормальная перегрузка (НО) = 110-процентный крутящий момент в течение 60 с								

Таблица 4.12 Технические характеристики, типоразмер F8/F9, 525–690 В, питание от сети 6 x 525–690 В пер. тока, 12-импульсные

1) Американский сортамент проводов.

2) Номиналы предохранителей см. в глава 7.2.1 Предохранители.

3) 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). Для двигателей с более низким КПД потери мощности в преобразователе возрастают. Если частота коммутации повышена относительно расчетной, потери мощности могут возрасти значительно. Значения потребляемой мощности для LCP и типовых силовых плат учтены. 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.

4) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м при номинальной нагрузке и номинальной частоте.

FC 302	P630		P710		P800	
Высокая (НО)/нормальная перегрузка (NO)	НО	NO	НО	NO	НО	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
Корпус IP21, IP54 без шкафа/со шкафом для дополнительного оборудования	F10/F11		F10/F11		F10/F11	
Выходной ток						
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
Макс. входной ток						
Непрерывный (при 550 В) [А]	642	743	743	866	866	962
Непрерывный (при 575 В) [А]	613	711	711	828	828	920
Непрерывный (при 690 В) [А]	613	711	711	828	828	920
Макс. сечение кабеля, двигатель [мм² (AWG) ¹⁾	8 x 150 (8 x 300 mcm)					
Макс. сечение кабеля, питающая сеть [мм² (AWG) ¹⁾	6 x 120 (6 x 250 mcm)					
Макс. сечение кабеля, тормоз [мм² (AWG) ¹⁾	4 x 185 (4 x 350 mcm)					
Макс. внешние сетевые предохранители [А] ²⁾	900					
Расчетные потери мощности при 600 В [Вт] ^{3) 4)}	8075	9500	9165	10872	10860	12316
Расчетные потери мощности при 690 В [Вт] ^{3) 4)}	8388	9863	9537	11304	11291	12798
F3/F4, макс. добавочные потери автоматического выключателя или разъединителя и контактора	342	427	419	532	519	615
Макс. потери доп. устройств панели	400					
Вес, корпус IP21, IP54 [кг]	1017/1319					
Масса, модуль выпрямителя [кг]	102		102		102	
Масса, модуль инвертора [кг]	102		102		136	
КПД ⁴⁾	0,98					
Выходная частота	0–500 Гц					
Мощность отключения по перегреву радиатора	95 °C		105 °C		95 °C	
Отключение силовой платы питания при повышении внешней температуры	85 °C					
* Высокая перегрузка (НО) = 160-процентный крутящий момент в течение 60 с, нормальная перегрузка (NO) = 110-процентный крутящий момент в течение 60 с						

Таблица 4.13 Технические характеристики, типоразмер F10/F11, 525–690 В, питание от сети 6 x 525–690 В пер. тока, 12-импульсные

1) Американский сортамент проводов.

2) Номиналы предохранителей см. в глава 7.2.1 Предохранители.

3) 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). Для двигателей с более низким КПД потери мощности в преобразователе возрастают. Если частота коммутации повышена относительно расчетной, потери мощности могут возрасти значительно. Значения потребляемой мощности для LCP и типовых силовых плат учтены. 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.

4) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м при номинальной нагрузке и номинальной частоте.

FC 302	P900		P1M0		P1M2	
Высокая (НО)/нормальная (НО) перегрузка*	НО	НО	НО	НО	НО	НО
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
Корпус IP21, IP54 без шкафа/со шкафом для дополнительного оборудования	F12/F13		F12/F13		F12/F13	
Выходной ток						
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
Макс. входной ток						
Непрерывный (при 550 В) [А]	962	1079	1079	1282	1282	1440
Непрерывный (при 575 В) [А]	920	1032	1032	1227	1227	1378
Непрерывный (при 690 В) [А]	920	1032	1032	1227	1227	1378
Макс. сечение кабеля, двигатель [мм² (AWG) ¹⁾]	12 x 150 (12 x 300 mcm)					
Макс. сечение кабеля, питающая сеть, F12 [мм² (AWG) ¹⁾]	8 x 240 (8 x 500 mcm)					
Макс. сечение кабеля, питающая сеть, F13 [мм² (AWG) ¹⁾]	8 x 400 (8 x 900 mcm)					
Макс. сечение кабеля, тормоз [мм² (AWG) ¹⁾]	6 x 185 (6 x 350 mcm)					
Макс. внешние сетевые предохранители [А] ²⁾	1600		2000		2500	
Расчетные потери мощности при 600 В [Вт] ^{3) 4)}	12062	13731	13269	16190	16089	18536
Расчетные потери мощности при 690 В [Вт] ³⁾⁴⁾	12524	14250	13801	16821	16719	19247
F3/F4, макс. добавочные потери автоматического выключателя или разъединителя и контактора	556	665	634	863	861	1044
Макс. потери доп. устройств панели	400					
Вес, корпус IP21, IP54 [кг]	1261/1562				1295/1596	
Масса, модуль выпрямителя [кг]	136		136		136	
Масса, модуль инвертора [кг]	102		102		136	
КПД ⁴⁾	0,98					
Выходная частота	0–500 Гц					
Мощность отключения по перегреву радиатора	95 °C		105 °C		95 °C	
Отключение силовой платы питания при повышении внешней температуры	85 °C					
* Высокая перегрузка (НО) = 160-процентный крутящий момент в течение 60 с, нормальная перегрузка (НО) = 110-процентный крутящий момент в течение 60 с						

Таблица 4.14 Технические характеристики, типоразмер F12/F13, 525–690 В, питание от сети 6 x 525–690 В пер. тока, 12-импульсные

1) Американский сортамент проводов.

2) Номиналы предохранителей см. в глава 7.2.1 Предохранители.

3) 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). Для двигателей с более низким КПД потери мощности в преобразователе возрастают. Если частота коммутации повышена относительно расчетной, потери мощности могут возрасти значительно. Значения потребляемой мощности для LCP и типовых силовых плат учтены. 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.

4) Измеряется с использованием экранированных кабелей двигателя длиной 5 м при номинальной нагрузке и номинальной частоте.

4.3 Общие технические требования

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	380–500 В ± 10 %
Напряжение питания	FC 302: 525–690 В ± 10 %

Низкое напряжение сети/пропадание напряжения:

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

Частота питания	50/60 Гц ± 5 %
Макс. кратковременная асимметрия фаз сети питания	3,0 % от номинального напряжения питающей сети
Коэффициент активной мощности (λ)	$\geq 0,9$ номинального значения при номинальной нагрузке
Коэффициент реактивной мощности ($\cos \phi$)	около 1 ($> 0,98$)
Число включений входного питания L1, L2, L3 при мощности ≥ 90 кВт	не более 1 раза за 2 минуты.
Условия окружающей среды в соответствии с требованием стандарта EN60664-1	Категория перенапряжения III/степень загрязнения 2

Устройство пригодно для использования в схеме, способной подавать симметричный ток не более 100 000 А (эфф.) при максимальном напряжении 240/500/600/690 В.

Выходная мощность двигателя (U, V, W)

Выходное напряжение	0–100 % напряжения источника питания
Выходная частота (90–1000 кВт)	0–590 ¹⁾ Гц
Выходная частота в режиме магнитного потока (только для FC 302)	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 160 % на протяжении 60 с ¹⁾
Пусковой крутящий момент	максимум 180 % на протяжении 0,5 с ¹⁾
Перегрузка по крутящему моменту (постоянный крутящий момент)	максимум 160 % на протяжении 60 с ¹⁾
Пусковой крутящий момент (переменный крутящий момент)	максимум 110 % на протяжении 60 с ¹⁾
Время нарастания крутящего момента в VVC ^{plus} (независимое от част. перекл.)	10 мс
Время нарастания крутящего момента в режиме управления магнитным потоком (для част. перекл. 5 кГц)	1 мс

1) Значения в процентах относятся к номинальному крутящему моменту.

2) Время отклика крутящего момента зависит от применения и нагрузки, но, как правило, шаг крутящего момента от 0 до задания составляет 4–5-кратное время нарастания крутящего момента.

Длина и сечение кабелей управления¹⁾

Макс. длина кабеля двигателя (экранированный)	150 м
Макс. длина кабеля двигателя (неэкранированный)	300 м
Макс. сечение проводов, подключаемых к клеммам управления при монтаже гибким/жестким проводом без концевых кабельных муфт	1,5 мм ² /16 AWG
Макс. сечение проводов, подключаемых к клеммам управления при монтаже гибким проводом с концевыми кабельными муфтами	1 мм ² /18 AWG
Макс. сечение проводов, подключаемых к клеммам управления при монтаже гибким проводом с концевыми кабельными муфтами, имеющими кольцевой буртик	0,5 мм ² /20 AWG
Мин. сечение проводов, подключаемых к клеммам управления	0,25 мм ² /24 AWG

¹⁾ Данные о кабелях питания см. в глава 4.1 Электрические характеристики, 380–500 В.

Средства и функции защиты

- Электронная тепловая защита электродвигателя от перегрузки.
- Контроль температуры радиатора обеспечивает отключение преобразователя частоты при достижении определенной температуры. Сброс защиты от перегрева не может быть сброшен, пока температура радиатора не станет ниже значений, указанных в таблицах на последующих страницах. Обратите внимание, что эти температуры могут различаться в зависимости от мощности, типоразмера, степени защиты и т. д.
- Преобразователь частоты защищен от короткого замыкания клемм двигателя U, V, W.
- При потере фазы сети питания преобразователь частоты отключается или выдает предупреждение (в зависимости от нагрузки).
- Отслеживание напряжения промежуточной цепи обеспечивает отключение преобразователя частоты при значительном понижении или повышении напряжения промежуточной цепи.
- Преобразователь частоты постоянно контролирует критические уровни внутренней температуры, тока нагрузки, высокого напряжения на промежуточной цепи и низких скоростей вращения двигателя. При обнаружении критического уровня преобразователь частоты может изменить частоту и/или метод коммутации для обеспечения надлежащих эксплуатационных характеристик.

Цифровые входы

Программируемые цифровые входы	4 (6) ¹⁾
Номер клеммы	18, 19, 27 ¹⁾ , 29 ¹⁾ , 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 ²⁾	> 19 В пост. тока
Уровень напряжения, логическая «1» NPN ²⁾	< 14 В пост. тока
Максимальное напряжение на входе	28 В пост. тока
Диапазон частоты повторения импульсов	0–110 кГц
(Рабочий цикл) Мин. длительность импульсов	4,5 мс
Входное сопротивление, R _i	прибл. 4 кОм

Клемма безопасного отключения крутящего момента 37^{3, 4)} (Клемма 37 имеет фиксированную логику PNP)

Уровень напряжения	0–24 В пост. тока
Уровень напряжения, логический «0» PNP	< 4 В пост. тока
Уровень напряжения, логическая «1» PNP	> 20 В пост. тока
Максимальное напряжение на входе	28 В пост. тока
Типовой входной ток при напряжении 24 В	50 мА (эфф.)
Типовой входной ток при напряжении 20 В	60 мА (эфф.)
Входная емкость	400 нФ

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

¹⁾ Клеммы 27 и 29 можно также запрограммировать как выходные.

²⁾ За исключением входной клеммы безопасного останова 37.

³⁾ Для получения дополнительной информации о клемме 37 и безопасном отключении крутящего момента см. глава 3.12 Безопасный останов.

⁴⁾ При использовании контактора с катушкой постоянного тока совместно с функцией безопасного отключения крутящего момента важно обеспечить обратный путь току от катушки при ее отключении. Это может быть сделано посредством размещения диода свободного хода (или, как вариант, сервоклапана 30–50 В для сокращения времени отклика) в катушке. Стандартные контакторы могут приобретаться в комплекте с таким диодом.

Аналоговые входы

Количество аналоговых входов	2
Номер клеммы	53, 54
Режимы	Напряжение или ток
Выбор режима	Переключатели A53 и A54 (типоразмер D), S201 и S202 (типоразмеры E и F)
Режим напряжения	Переключатели A53 и A54 (типоразмер D), S201 и S202 (типоразмеры E и F) = ВЫКЛ. (U)
Уровень напряжения	От -10 до +10 В (масштабируемый)
Входное сопротивление, R_i	около 10 кОм
Максимальное напряжение	± 20 В
Режим тока	Переключатели A53 и A54 (типоразмер D), S201 и S202 (типоразмеры E и F) = ВКЛ. (I)
Уровень тока	От 0/4 до 20 мА (масштабируемый)
Входное сопротивление, R_i	около 200 Ом
Макс. ток	30 мА
Разрешающая способность аналоговых входов	10 бит (+ 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.

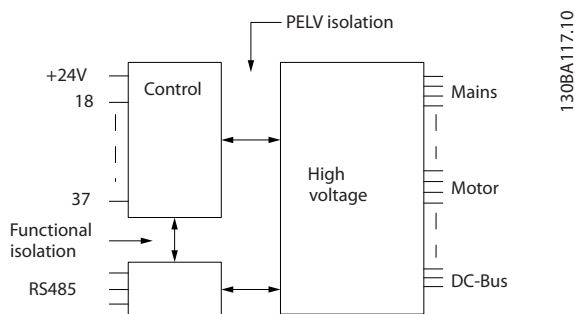


Рисунок 4.1 Изоляция PELV

Импульсные входы/входы энкодера

Программируемые импульсные входы/входы энкодера	2/1
Номер клеммы импульсного входа/входа энкодера	29 ¹⁾ , 33 ²⁾ /32 ³⁾ , 33 ³⁾
Макс. частота на клемме 29, 32, 33	110 кГц (двухтактное управление)
Макс. частота на клемме 29, 32, 33	5 кГц (открытый коллектор)
Мин. частота на клемме 29, 32, 33	4 Гц
Уровень напряжения	см. глава 9.2.2 Цифровые входы — клемма X30/1–4
Максимальное напряжение на входе	28 В пост. тока
Входное сопротивление, R_i	прибл. 4 кОм
Точность на импульсном входе (0,1–1 кГц)	Макс. погрешность: 0,1 % от полной шкалы
Точность на входе энкодера (1–11 кГц)	Макс. погрешность: 0,05 % от полной шкалы

Импульсные входы и входы энкодера (клеммы 29, 32, 33) гальванически изолированы от напряжения питания (PELV) и от других высоковольтных клемм.

¹⁾ Только FC 302

²⁾ Импульсные входы 29 и 33

³⁾ Входы энкодера: 32 = A и 33 = B

Аналоговый выход

Количество программируемых аналоговых выходов	1
Номер клеммы	42
Диапазон тока аналогового выхода	0/4–20 мА
Макс. нагрузка на землю на аналоговом выходе	500 Ом
Точность на аналоговом выходе	Макс. погрешность: 0,5 % от полной шкалы
Разрешающая способность на аналоговом выходе	12 бит

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

Плата управления, последовательная связь RS-485

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 развязана от напряжения питания (PELV).

Цифровой выход

Программируемые цифровые/импульсные выходы:	2
Номер клеммы	27, 29 ¹⁾
Уровень напряжения на цифровом/частотном выходе	0–24 В
Макс. выходной ток (сток 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	Макс. погрешность: 0,1 % полной шкалы
Разрешающая способность частотных выходов	12 бит

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

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

Плата управления, выход 24 В пост. тока

Номер клеммы	12, 13
Выходное напряжение	24 В +1, -3 В
Макс. 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
Реле 01, номера клемм	1–3 (размыкание), 1–2 (замыкание)
Макс. нагрузка (AC-1) ¹⁾ на клеммах 1–3 (нормально замкнутый контакт), 1–2 (нормально разомкнутый контакт) (резистивная нагрузка)	240 В перем. тока, 2 А
Макс. нагрузка на клеммах (AC-15) ¹⁾ (индуктивная нагрузка при $\cos\phi = 0,4$)	240 В перем. тока, 0,2 А
Макс. нагрузка (DC-1) ¹⁾ на клеммах 1–2 (нормально разомкнутый контакт), 1–3 (нормально замкнутый контакт) (резистивная нагрузка)	60 В пост. тока, 1 А
Макс. нагрузка на клеммах (DC-13) ¹⁾ (индуктивная нагрузка)	24 В пост. тока, 0,1 А
Номер клеммы реле 02 (только для FC 302)	4–6 (размыкание), 4–5 (замыкание)
Макс. нагрузка (AC-1) ¹⁾ на клеммах 4–5 (нормально разомкнутый контакт) (резистивная нагрузка) ²⁾³⁾ Перенапряжение, кат. II	400 В перем. тока, 2 А
Макс. нагрузка (AC-15) ¹⁾ на клеммах 4–5 (нормально разомкнутый контакт) (индуктивная нагрузка при $\cos\phi = 0,4$)	240 В перем. тока, 0,2 А
Макс. нагрузка (DC-1) ¹⁾ на клеммах 4–5 (нормально разомкнутый контакт) (резистивная нагрузка)	80 В пост. тока, 2 А
Макс. нагрузка (DC-13) ¹⁾ на клеммах 4–5 (нормально разомкнутый контакт) (индуктивная нагрузка)	24 В пост. тока, 0,1 А
Макс. нагрузка (AC-1) ¹⁾ на клеммах 4–6 (нормально замкнутый контакт) (резистивная нагрузка)	240 В перем. тока, 2 А
Макс. нагрузка на клеммы (AC-15) ¹⁾ 4–6 (нормально замкнутый контакт) (индуктивная нагрузка при $\cos\phi = 0,4$)	240 В перем. тока, 0,2 А
Макс. нагрузка (DC-1) ¹⁾ на клеммах 4–6 (нормально замкнутый контакт) (резистивная нагрузка)	50 В пост. тока, 2 А
Макс. нагрузка (DC-13) ¹⁾ на клеммах 4–6 (нормально замкнутый контакт) (индуктивная нагрузка)	24 В пост. тока, 0,1 А
Минимальная нагрузка на клеммах 1–3 (нормально замкнутый контакт), 1–2 (нормально разомкнутый контакт), 4–6 (нормально замкнутый контакт), 4–5 (нормально разомкнутый контакт)	24 В пост. тока, 10 мА, 24 В перем. тока, 20 мА
Условия окружающей среды согласно стандарту EN60664-1	Категория перенапряжения III/степень загрязнения 2

¹⁾ IEC 60947, части 4 и 5.

Контакты реле гальванически изолированы от остальной части схемы посредством усиленной изоляции (PELV).

²⁾ Категория перенапряжения II.

³⁾ Применения стандарта UL 300 В пер. тока, 2 А.

Плата управления, выход 10 В пост. тока

Номер клеммы	50
Выходное напряжение	10,5 В $\pm 0,5$ В
Макс. нагрузка	15 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	$\pm 0,003$ Гц
Точность повторения прецизионного пуска/останова (клеммы 18, 19)	$\leq \pm 0,1$ мс
Время реакции системы (клеммы 18, 19, 27, 29, 32, 33)	≤ 2 мс
Диапазон регулирования скорости (разомкнутый контур)	1:100 синхронной скорости вращения
Диапазон регулирования скорости вращения (замкнутый контур)	1:1000 синхронной скорости вращения
Точность регулирования скорости вращения (разомкнутый контур)	30–4000 об/мин: погрешность ± 8 об/мин
Точность регулирования скорости (в замкнутом контуре) в зависимости от разрешающей способности устройства в обратной связи	0–6000 об/мин: погрешность $\pm 0,15$ об/мин
Точность регулирования крутящего момента (обратная связь по скорости)	макс. погрешность ± 5 % от номинального крутящего момента

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

Рабочие характеристики платы управления

Интервал сканирования 1 мс

Окружающие условия

Типоразмеры D1h, D2h, E1, F1, F2, F3 и F4 IP21, IP54

Типоразмеры D3h, D4h IP20

E2 IP00

Испытание вибрацией, типоразмеры D, E и F 1 g

Макс. относительная влажность 5–95 % (IEC 60 721-3-3; класс 3K3 (без конденсации)) во время работы

Агрессивная среда (IEC 60068-2-43), тест H₂S класс Kd

Метод испытаний соответствует требованиям стандарта IEC 60068-2-43 H2S (10 дней)

Агрессивная внешняя среда (IEC 721-3-3), с покрытием Класс 3C3

Температура окружающей среды (полный номинал при параметрах по умолчанию) Макс. 45 °C

Температура окружающей среды со снижением номинальных характеристик Не более 55 °C

Подробнее о снижении параметров при высоких температурах окружающей среды см. в глава 4.7 Особые условия.

Мин. температура окружающей среды во время работы с полной нагрузкой 0 °C

Мин. температура окружающей среды при работе с пониженной производительностью -10 °C

Температура при хранении/транспортировке -25 ... +65/70 °C

Макс. высота над уровнем моря 1000 м

О снижении номинальных характеристик с увеличением высоты над уровнем моря см. глава 4.7 Особые условия.

Стандарты ЭМС, излучение EN 61800-3, EN 61000-6-3/4, EN 55011

EN 61800-3, EN 61000-6-1/2,

Стандарты ЭМС, помехозащищенность EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN 61000-4-6

См. глава 4.7 Особые условия.

Плата управления, последовательная связь через порт USB

Стандартный порт USB 1.1 (полная скорость)

Разъем USB Разъем USB типа B, «для устройств»

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

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

Заземление USB соединения не изолировано гальванически от защитного заземления. К разъему связи USB на преобразователе частоты может подключаться только изолированный переносной персональный компьютер.

4.4 КПД

КПД преобразователя частоты (η_{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 % (когда двигатель работает при неполной нагрузке).

КПД преобразователя частоты не меняется даже при выборе других характеристик U/f. Однако характеристики U/f влияют на КПД двигателя.

КПД несколько снижается при задании частоты коммутации выше 5 кГц. КПД также немного уменьшается при напряжении питающей сети 480 В и при длине кабеля свыше 30 м.

Расчет КПД преобразователя частоты

При определении КПД преобразователя частоты для различных скоростей и нагрузок используйте *Рисунок 4.2*. Коэффициент на этой диаграмме нужно умножить на коэффициент эффективности, который приведен в таблицах технических характеристик в разделах *глава 4.1 Электрические характеристики, 380–500 В* и *глава 4.2 Электрические характеристики, 525–690 В*.

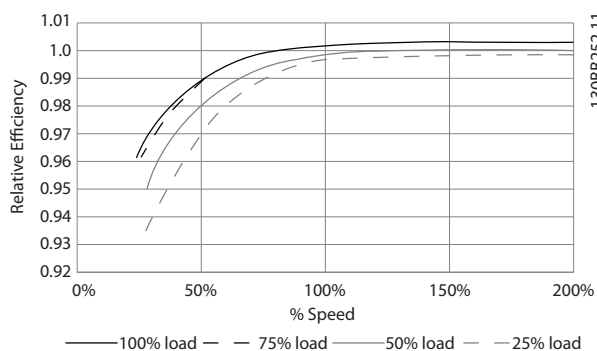


Рисунок 4.2 Типичные кривые КПД

Пример: Предположим наличие преобразователя со следующими характеристиками: 160 кВт, 380–480 В переменного тока, нагрузка 25 %, скорость 50 %. На *Рисунок 4.2* показано 0,97 — номинальная эффективность для преобразователя с мощностью 160 кВт составляет 0,98. Фактическая эффективность равна: $0,97 \times 0,98 = 0,95$.

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 мало мощных двигателей влияние на КПД характеристик U/f незначительно. В то же время для двигателей мощностью 11 кВт и выше имеется существенный выигрыш.

Частота коммутации на КПД мало мощных двигателей обычно не влияет. Для двигателей мощностью 11 кВт и выше КПД увеличивается (1–2 %) поскольку при высокой частоте коммутации ток двигателя имеет почти идеальную синусоидальную форму.

КПД системы ($\eta_{системы}$)

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

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

4.5 Акустический шум

Акустический шум, создаваемый преобразователем частоты, обусловлен тремя источниками:

1. Дроссели промежуточной цепи постоянного тока
2. Встроенным вентилятором
3. Дросселем фильтра ВЧ-помех.

Типовые значения акустического шума, измеренные на расстоянии 1 м от блока, показаны в *Таблица 4.15*.

Типоразмер	Шум при полной скорости вентилятора, дБА
N90k	71
N110	71
N132	72
N160	74
N200	75
N250	73
Типоразмеры E1/E2 ¹⁾	74
Типоразмеры E1/E2 ²⁾	83
Типоразмеры F	80

Таблица 4.15 Акустический шум

¹⁾ Только 250 кВт, 380–500 В и 355/400 кВт, 525–690 В.

²⁾ Все другие устройства типоразмера E.

4.6 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 индуктивность вызывает скачок напряжения U_{PEAK} на двигателе, после чего оно стабилизируется на уровне, зависящем от напряжения в промежуточной цепи. Время нарастания и пиковое напряжение U_{PEAK} 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), время нарастания и пиковое напряжение будут больше.

Пиковое напряжение на клеммах двигателя вызывается переключением транзисторов IGBT. Преобразователь частоты соответствует требованиям IEC 60034-25 в части, касающейся двигателей, сконструированных под управление 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 4.16* и *Таблица 4.17*, 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 ниже, не соответствуют требованиям, предъявляемым к двигателям общего назначения в NEMA MG 1-1998, часть 30.2.2.8.

Типоразмер по мощности	Длина кабеля [м]	Напряжение сети [В]	Время нарастания [мкс]	Пиковое напряжение [В]	dU/dt [В/мкс]
90–250 кВт/380–500 В	30	400	0,26	1180	2109 ¹⁾

Таблица 4.16 dU/dt, типоразмер D, 380–500 В

Типоразмер по мощности	Длина кабеля [м]	Напряжение сети [В]	Время нарастания [мкс]	Пиковое напряжение [В]	dU/dt [В/мкс]
315–800 кВт/380–500 В	30	500	0,71	1165	1389
	30	500 ¹⁾	0,80	906	904
	30	400	0,61	942	1233
	30	400 ¹⁾	0,82	760	743

Таблица 4.17 dU/dt, типоразмер E, 380–500 В

¹⁾ С фильтром dU/dt Danfoss.

Типоразмер по мощности	Длина кабеля [м]	Напряжение сети [В]	Время нарастания [мкс]	Пиковое напряжение [В]	dU/dt [В/мкс]
90–132 кВт/525–690 В	150	690	0,36	2135	2,197
160–315 кВт/525–690 В	150	690 ¹⁾	0,46	2210	1,744

Таблица 4.18 dU/dt, типоразмер D, 525–690 В

¹⁾ С фильтром dU/dt Danfoss.

Типоразмер по мощности	Длина кабеля [м]	Напряжение сети [В]	Время нарастания [мкс]	Пиковое напряжение [В]	dU/dt [В/мкс]
355–1200 кВт/525–690 В	30	690	0,57	1611	2261
	30	575	0,25		2510
	30	690 ¹⁾	1,13	1629	1150

Таблица 4.19 dU/dt, типоразмеры E и 525–690 В

¹⁾ С фильтром dU/dt Danfoss.

4.7 Особые условия

В данном разделе представлены подробные данные относительно работы преобразователя частоты в условиях, требующих снижения номинальных характеристик. В некоторых условиях снижение номинальных параметров необходимо произвести вручную. В других же условиях преобразователь частоты выполняет до определенной степени автоматический переход на пониженные характеристики. Снижение номинальных характеристик используется для обеспечения работы в критических режимах, в которых в противном случае может произойти отключение.

4.7.1 Снижение номинальных характеристик вручную

Необходимость снижения номинальных характеристик вручную может быть рассмотрена в отношении следующих факторов:

- Атмосферное давление — имеет смысл при установке оборудования на высоте выше 1 км.
- Скорость двигателя — при непрерывной работе на низких оборотах в применениях с постоянным крутящим моментом.
- Температура окружающей среды — имеет смысл при температуре окружающей среды выше 50 °C.

4.7.2 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 4.20 и Таблица 4.21.

4

Модель корпуса	Метод коммутации	Высокая перегрузка (HO), 150 %	Нормальная перегрузка (NO), 110 %
Типоразмер D N90–N250 380–500 В	60° AVM		
	SFAVM		
Типоразмеры E и F P315–P1M0 380–500 В	60° AVM		
	SFAVM		

Таблица 4.20 Таблицы снижения номинальных характеристик для преобразователей частоты с номинальным напряжением 380–500 В (T5)

Модель корпуса	Метод коммутации	Высокая перегрузка (HO), 150 %	Нормальная перегрузка (NO), 110 %
Типоразмер D N55K–N315 525–690 В	60 AVM		
	SFAVM		
Типоразмеры E и F P355–P1M0 525–690 В	60 AVM		
	SFAVM		

Таблица 4.21 Таблицы снижения номинальных характеристик для преобразователей частоты с номинальным напряжением 525–690 В (T7)

4.7.3 Автоматическое снижение номинальных параметров

Преобразователь частоты непрерывно проверяет критические уровни:

- Критически 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 регулирует частоту коммутации. При критически высоких внутренних температурах и низкой скорости двигателя преобразователи частоты также могут принудительно переключить метод коммутации на SFAVM.

УВЕДОМЛЕНИЕ

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

5 Заказ

5.1 Форма для заказа

5.1.1 Код типа

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

Таблица 5.1 Строка кода типа

Группы изделий	1-3	
Серия преобразователя частоты	4-6	
Код поколения	7	
Номинальная мощность	8-10	
Фазы	11	
Напряжение сети	12	
Корпус	13-15	
Тип корпуса		
Класс корпуса		
Напряжение питания цепей управления		
Аппаратная конфигурация	16-23	
Фильтр ВЧ-помех/привод с пониженными гармониками/12-импульсный	16-17	
Тормоз	18	
Дисплей (LCP)	19	
Покрывтие печатной платы	20	
Опция сети	21	
Адаптация А	22	
Адаптация В	23	
Выпуск ПО	24-27	
Язык ПО	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 5.2 Пример кода типа для заказа преобразователя

частоты

Не все возможности/опции доступны для каждого из вариантов FC 302. Чтобы проверить доступность опции для конкретной версии, см. конфигуратор привода в Интернете.

5.1.2 Конфигуратор привода

Пользуясь системой номеров для заказа, показанных в Таблица 5.1 и Таблица 5.2, можно спроектировать преобразователь частоты FC 300 в соответствии с требованиями к основным эксплуатационным характеристикам.

Для серии FC 300 можно заказать стандартные преобразователи частоты и преобразователи частоты с встроенными дополнительными устройствами; для этого в местное торговое представительство Danfoss нужно отправить строку кода типа, описывающую изделие, например:

FC-302N132T5E20H4BGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

Значения символов в строке см. в Таблица 5.3. Дополнительные сведения по каждому из преобразователей частоты можно найти в этой главе на страницах с номерами для заказа. В примере выше в комплект поставляемого преобразователя частоты включены дополнительная плата Profibus DP V1 и дополнительное резервное устройство питания 24 В пост. тока.

С помощью конфигуратора привода можно скомпоновать подходящий привод для конкретного применения. Конфигуратор привода автоматически формирует восьмиразрядный торговый номер, который необходимо передать в местное торговое представительство.

Можно также создать список проектов с несколькими изделиями и направить его торговому представителю Danfoss.

Конфигуратор привода можно найти на сайте в сети Интернет на глобальном сайте компании:
www.danfoss.com/drives.

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 бахаза (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.

Описание	Поз.	Возможный выбор
Группа изделия	1-6	302: FC 302
Код поколения	7	N
Номинальная мощность	8-10	55–315 кВт
Фазы	11	Три фазы (Т)
Напряжение сети	11-12	Т 5: 380–500 В перем. тока Т 7: 525–690 В перем. тока

Описание	Поз.	Возможный выбор
Корпус	13-15	E20: IP20 (шасси — для установки во внешнем корпусе) E2S: IP20/шасси — типоразмер D3h E21: IP21 (NEMA 1) E2D: IP 21 / Тип 1 — типоразмер D1h E54: IP54 (NEMA 12) E5D: IP 54 / Тип 12 — типоразмер D1h E2M: IP21 (NEMA 1) с сетевым экраном E5M: IP54 (NEMA 12) с сетевым экраном C20: IP20/(шасси) + тыловой канал из нержавеющей стали C2S: IP20/шасси с тыловым каналом из нержавеющей стали — типоразмер D3h H21: IP21 (NEMA 1) + обогреватель H54: IP54 (NEMA 12) + обогреватель
Фильтр ВЧ-помех	16-17	H2: фильтр ВЧ-помех, класс А2 (стандартный) H4: фильтр ВЧ-помех, класс А1 ¹⁾
Тормоз	18	X: тормозной IGBT отсутствует B: тормозной IGBT установлен R: клеммы рекуперации S: тормоз + рекуперация (только IP20)
Элемент	19	G: графическая панель местного управления (LCP) N: цифровая панель местного управления (NLCP) X: без панели местного управления
Покрывание печатной платы	20	C: печатная плата с покрытием R: печатная плата с покрытием + защищенное исполнение
Опция сети	21	X: без опций сети 3: разъединитель сети и предохранитель 4: контактор сети + предохранители 7: предохранитель A: предохранитель и разделение нагрузки (только IP20) D: клеммы цепи разделения нагрузки (только IP20) E: разъединитель сети + контактор + предохранители J: автоматический выключатель + предохранители
Адаптация	22	X: стандартные точки ввода кабеля
Адаптация	23	X: без адаптации Q: панель доступа к радиатору
Выпуск ПО	24-27	Действующее ПО

Описание	Поз.	Возможный выбор
Язык ПО	28	

Таблица 5.3 Код типа для заказа преобразователей частоты типоразмера D

¹⁾ В наличии для всех корпусов типоразмера D.

Описание	Поз.	Возможный выбор
Группа изделия	1-3	302: FC 302
Серия привода	4-6	FC 302
Номинальная мощность	8-10	250–560 кВт
Фазы	11	Три фазы (Т)
Напряжение сети	11-12	Т 5: 380–500 В перем. тока Т 7: 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 A2 (стандартный) H4: фильтр ВЧ-помех, класс A1 ¹⁾ B2: 12-импульсный привод с фильтром ВЧ-помех, класс A2 B4: 12-импульсный привод с фильтром ВЧ-помех, класс A1 N2: LHD с фильтром ВЧ-помех класса A2 N4: LHD с фильтром ВЧ-помех класса A1
Тормоз	18	B: тормозной IGBT установлен X: тормозной IGBT отсутствует R: клеммы рекуперации S: тормоз + рекуперация
Элемент	19	G: графическая панель местного управления (LCP) N: цифровая панель местного управления (NLCP) X: Без панели местного управления
Покрывание печатной платы	20	C: печатная плата с покрытием

Описание	Поз.	Возможный выбор
Опция сети	21	X: без опций сети 3: разъединитель сети и предохранитель 5: разъединитель сети, 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 ПО	28	

Таблица 5.4 Код типа для заказа для преобразователей частоты типоразмера E.

¹⁾ В наличии только для 380–480/500 В.

²⁾ По вопросам сертификации для применения на судах рекомендуется получить консультацию у изготовителя.

Описание	Поз.	Возможный выбор
Группа изделия	1-6	FC 302
Номинальная мощность	8-10	450–1200 кВт
Фазы	11	Три фазы (Т)
Напряжение сети	11-12	Т 5: 380–500 В перем. тока Т 7: 525–690 В перем. тока

Описание	Поз.	Возможный выбор
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 силовой выход 230 В IEC L5X: IP54/NEMA 12 с подсветкой шкафа и силовой выход 230 В IEC L2A: IP21/NEMA 1 с подсветкой шкафа и силовой выход 115 В NAM L5A: IP54/NEMA 12 с подсветкой шкафа и силовой выход 115 В NAM H21: IP21 с нагревательным прибором и термостатом H54: IP54 с нагревательным прибором и термостатом R2X: IP21/NEMA1 с нагревательным прибором, термостатом, подсветкой и выходом 230 В IEC R5X: IP54/NEMA12 с нагревательным прибором, термостатом, подсветкой и выходом 230 В IEC R2A: IP21/NEMA1 с нагревательным прибором, термостатом, подсветкой и выходом NAM 115 В R5A: IP54/NEMA12 с нагревательным прибором, термостатом, подсветкой и выходом NAM 115 В

Описание	Поз.	Возможный выбор
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: привод с пониженными гармониками и фильтром ВЧ-помех класса А2 N4: привод 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*

Описание	Поз.	Возможный выбор
Тормоз	18	В: тормозной IGBT установлен Х: тормозной IGBT отсутствует С: безопасный останов с реле Pilz D: безопасный останов с реле безопасности Pilz и тормозным IGBT R: клеммы рекуперации М: кнопка аварийного останова IEC (с реле безопасности Pilz) N: кнопка аварийной остановки IEC с тормозным IGBT и клеммами для торможения Р: кнопка аварийной остановки IEC с клеммами рекуперации
Элемент	19	G: графическая панель местного управления (LCP)
Покрытие печатной платы	20	C: печатная плата с покрытием
Опция сети	21	Х: без опций сети 3: разъединитель сети и предохранитель 5: разъединитель сети, предохранитель и разделение нагрузки 7: предохранитель А: предохранитель и разделение нагрузки D: разделение нагрузки Е: разъединитель сети, контактор и предохранители F: автоматический выключатель, контактор и предохранители G: разъединитель, контактор, клеммы разделения нагрузки и предохранители ²⁾ H: автоматический выключатель, контактор, клеммы разделения нагрузки и предохранители J: автоматический выключатель и предохранители K: автоматический выключатель, клеммы разделения нагрузки и предохранители

Описание	Поз.	Возможный выбор
Силовые клеммы и пускатели двигателя	22	Х: без доп. устройств Е: силовые клеммы, защищенные предохранителями 30 А F: силовые клеммы, защищенные предохранителями 30 А и ручной пускатель двигателя 2,5–4 А G: силовые клеммы, защищенные предохранителями 30 А и ручной пускатель двигателя 4–6,3 А H: силовые клеммы, защищенные предохранителями 30 А и ручной пускатель двигателя 6,3–10 А J: силовые клеммы, защищенные предохранителями 30 А и ручной пускатель двигателя 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	Х: без доп. устройств H: источник питания 5 А, 24 В (на усмотрение заказчика) J: внешнее устройство контроля температуры G: источники питания 5 А, 24 В (на усмотрение заказчика) и внешнее устройство контроля температуры
Выпуск ПО	24-27	Действующее ПО
	24-28	S023: тыльный канал из нержавеющей стали марки 316 — только приводы большой мощности
Язык ПО	28	
* Требуется наличие MCB 112 и MCB 113		

Таблица 5.5 Код типа для заказа преобразователей частоты типоразмера F

Описание	Поз.	Возможный выбор
Доп. устройства A	29-30	AX: без доп. устройств A A0: MCA-101 Profibus DP V1 (стандартное) A4: MCA 104 DeviceNet (стандартное) A6: MCA 105 CANOpen (стандартное) AN: MCA 121 Ethernet IP AL: MCA-120 ProfiNet AQ: MCA-122 Modbus TCP AT: MCA 113, Profibus-преобразователь VLT3000 AU: MCA-114, Profibus-преобразователь VLT5000
Доп. устройства B	31-32	BX: без доп. устройств BK: MCB 101 дополнительный модуль входа/выхода общего назначения BR: MCB 102 плата энкодера BU: MCB 103 плата резолвера BP: MCB 105 плата реле BZ: MCB 108 интерфейс ПЛК повышенной надежности B2: MCB 112 плата термистора PTC B4: MCB-114, вход датчика VLT
Дополнительные устройства C0/E0	33-34	CX: без доп. устройств C4: MCO 305, программируемый контроллер перемещения BK: MCB 101 вход/выход общего назначения в корпусе E0 BZ: MCB 108 интерфейс ПЛК повышенной надежности в корпусе E0
Дополнительные устройства C1/переходник A/B в доп. устройстве C	35	X: без доп. устройств R: MCB 113, плата расширения релейных выходов Z: MCA 140, дополнительная плата Modbus RTU OEM E: MCF 106, переходник A/B в доп. устройстве C
Программное обеспечение доп. устройств C/Доп. устройства E1	36-37	XX: стандартный контроллер 10: MCO 350, управление синхронизацией 11: MCO 351, управление позиционированием 12: MCO 352, центрирующее наматывающее устройство AN: MCA 121, Ethernet IP в корпусе E1 BK: MCB 101 вход/выход общего назначения в корпусе E1 BZ: MCB 108 интерфейс ПЛК повышенной надежности в корпусе E1
Доп. устройства D	38-39	DX: без доп. устройств D0: MCB 107, внешний резервный источник питания 24 В пост. тока

Таблица 5.6 Дополнительные устройства для заказа для всех типоразмеров

5.2 Номера для заказа

5.2.1 Дополнительные устройства и принадлежности

Тип	Описание	Номер для заказа	
Различные устройства			
Верхний ввод Profibus	Верхний ввод для типоразмеров D и E, типы корпусов IP00, IP20, IP21 и IP54	176F1742	
Клеммные колодки	Винтовые клеммные колодки для замены подпружиненных выводов Соединители: на 10 контактов — 1 шт., на 6 контактов — 1 шт. и на 3 контакта — 1 шт.	130B1116	
Номера для заказа комплектов вентиляционного и охлаждения, комплектов NEMA 3R, комплектов основания, комплектов дополнительных входных плат и сетевых экранов можно найти в <i>глава 9.12 Опции для высокой мощности</i> .			
LCP			
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)	175Z0929	
Комплект LCP, IP21	Монтажный комплект панели, включающий графическую LCP, крепеж, кабель (3 м) и прокладку	130B1113	
Комплект LCP, IP21	Монтажный комплект панели, включающий цифровую LCP, крепеж и прокладку.	130B1114	
Комплект LCP, IP21	Монтажный комплект для панелей LCP всех типов, включающий крепеж, кабель (3 м) и прокладку	130B1117	
Дополнительные устройства для гнезда A		Без покрытия	С покрытием
MCA 101	Дополнительная плата Profibus DP V0/V1	130B1100	130B1200
MCA 104	Дополнительная плата Device Net	130B1102	130B1202
MCA 105	CANopen	130B1103	130B1205
MCA 113	Преобразователь протокола Profibus VLT 3000	130B1245	
Дополнительные платы для гнезда B			
MCB 101	Модуль входов/выходов общего назначения	130B1125	130B1212
MCB 103	Плата энкодера	130B1115	130B1203
MCB 103	Плата резолвера	130B1127	130B1227
MCB 105	Плата реле	130B1110	130B1210
MCB 108	Интерфейс ПЛК повышенной надежности (преобразователь постоянного тока в постоянный)	130B1120	130B1220
MCB 112	Плата термистора PTC ATEX		130B1137
Доп. устройства для гнезда C			
MCO 305	Программируемый контроллер перемещения	130B1134	130B1234
MCO 350	Контроллер синхронизации	130B1152	130B1252
MCO 351	Контроллер положения	130B1153	120B1253
MCO 352	Контроллер центрирующего наматывающего устройства	130B1165	130B1166
MCB 113	Плата расширения релейных выходов	130B1164	130B1264
Дополнительная плата для гнезда D		Без покрытия	С покрытием
MCB 107	Резервное питание 24 В пост. тока	130B1108	130B1208
Внешние дополнительные устройства			
Ethernet IP	Главное устройство Ethernet	175N2584	

Таблица 5.7 Дополнительные устройства и принадлежности

Тип	Описание	Номер для заказа
Программное обеспечение для ПК		
МСТ 10	Средство конфигурирования МСТ 10 — 1 пользователь	130B1000
МСТ 10	Средство конфигурирования МСТ 10 — 5 пользователей	130B1001
МСТ 10	Средство конфигурирования МСТ 10 — 10 пользователей	130B1002
МСТ 10	Средство конфигурирования МСТ 10 — 25 пользователей	130B1003
МСТ 10	Средство конфигурирования МСТ 10 — 50 пользователей	130B1004
МСТ 10	Средство конфигурирования МСТ 10 — 100 пользователей	130B1005
МСТ 10	Средство конфигурирования МСТ 10 — неограниченное число пользователей	130B1006

Таблица 5.8 Дополнительное программное обеспечение

Дополнительные устройства можно заказать с установкой на заводе-изготовителе. Информацию о совместимости периферийной шины (fieldbus) и дополнительных устройств для различных применений с более старыми версиями программного обеспечения можно получить у поставщика Danfoss.

5.2.2 Тормозные резисторы

Требования к тормозным сопротивлениям различаются для различных применений. При выборе тормозных резисторов всегда сверяйтесь с Руководством по проектированию тормозных резисторов для преобразователей частоты серии VLT FC. Особенно важны следующие данные:

- Рабочий цикл торможения, сопротивление и допустимая мощность тормозного резистора
- Минимальное сопротивление преобразователя частоты

В таблицах ниже представлены типичные данные для двух распространенных типов применения. Для нерегулярного торможения горизонтальных нагрузок обычно используется 10 %. В грузоподъемных механизмах, в которых нагрузка должна останавливаться при каждом этапе опускания, обычно используется 40 %.

380–500 В перем. тока				
FC 302 [T5]	P _m (NO) [кВт]	Число тормозных прерывателей ⁽¹⁾	R _{min}	R _(торм.,ном.)
N90K	90	1	3,6	3,8
N110	110	1	3,0	3,2
N132	132	1	2,5	2,5
N160	160	1	2,0	2,0
N200	200	1	1,6	1,7
N250	250	1	1,2	1,4
P315	315	1	1,2	1,5
P355	355	1	1,2	1,3
P400	400	1	1,1	1,1
P450	450	2	0,9	1,0
P500	500	2	0,9	0,91
P560	560	2	0,8	0,82
P630	630	2	0,7	0,72
P710	710	3	0,6	0,64
P800	800	3	0,5	0,57

Таблица 5.9 Данные тормозного прерывателя, 380–500 В

$R_{\text{мин.}}$ = минимальное тормозное сопротивление, которое может использоваться с этим преобразователем частоты. Если преобразователь частоты имеет нескольких тормозных прерывателей, значение сопротивления равно сумме сопротивлений всех резисторов, подключенных параллельно.

$R_{\text{торм.,ном.}}$ = номинальное сопротивление, необходимое для достижения тормозного момента 150 %.

$R_{\text{рекоменд.}}$ = значение сопротивления рекомендуемого тормозного резистора Danfoss.

¹⁾ Преобразователи частоты большей мощности содержат несколько модулей инвертора с тормозным прерывателем в каждом инверторе. К каждому тормозному прерывателю должны быть подключены одинаковые резисторы.

525–690 В перем. тока				
FC 302 [Т7]	Pm (NO) [кВт]	Число тормозных прерывателей ⁽¹⁾	R _{min}	R _(торм.,ном.)
N55K	55	1	13,5	11,0
N75K	75	1	8,8	9,4
N90K	90	1	8,2	7,5
N110	110	1	6,6	6,2
N132	132	1	4,2	5,2
N160	160	1	4,2	4,2
N200	200	1	3,4	3,3
N250	250	1	2,3	2,8
N315	315	1	2,3	2,4
P355	355	1	2,3	2,4
P400	400	1	2,1	2,1
P500	500	1	2,0	2,0
P560	560	1	2,0	2,0
P630	630	2	1,3	1,3
P710	710	2	1,1	1,2
P800	800	2	1,1	1,1
P900	900	3	1,0	1,0
P1M0	1000	3	0,8	0,84
P1M2	1200	3	0,7	0,70
P1M4	1400	4	0,55	0,60

Таблица 5.10 Данные тормозного прерывателя, 525–690 В

$R_{мин.}$ = минимальное тормозное сопротивление, которое может использоваться с этим преобразователем частоты. Если преобразователь частоты имеет нескольких тормозных прерывателей, значение сопротивления равно сумме сопротивлений всех резисторов, подключенных параллельно.

$R_{торм.,ном.}$ = номинальное сопротивление, необходимое для достижения тормозного момента 150 %.

$R_{рекоменд.}$ = значение сопротивления рекомендуемого тормозного резистора Danfoss.

¹⁾ Преобразователи частоты большей мощности содержат несколько модулей инвертора с тормозным прерывателем в каждом инверторе. К каждому тормозному прерывателю должны быть подключены одинаковые резисторы.

5.2.3 Усовершенствованные фильтры гармоник

Фильтры гармоник используются для уменьшения сетевых гармоник:

- ANF 010: искажение тока 10 %
- ANF 005: искажение тока 5 %

Подробнее об усовершенствованных фильтрах гармоник см. в *Руководстве по проектированию усовершенствованных фильтров гармоник*.

5

Кодовый номер АНF005 IP00 IP20	Кодовый номер АНF010 IP00 IP20	Номиналь- ный ток фильтра	Типичный двигатель	Модель VLT и номинальные токи		Потери		Акустиче- ский шум	Типоразмер	
						АНF005	АНF010			
		[А]	[кВт]	[кВт]	[А]	[Вт]	[Вт]	[дБА]	АНF005	АНF010
130B1446 130B1251	130B1295 130B1214	204	110	N110	204	1080	742	<75	X6	X6
130B1447 130B1258	130B1369 130B1215	251	132	N132	251	1195	864	<75	X7	X7
130B1448 130B1259	130B1370 130B1216	304	160	N160	304	1288	905	<75	X7	X7
130B3153 130B3152	130B3151 130B3136	325	Параллельное соединение при 355 кВт			1406	952	<75	X8	X7
130B1449 130B1260	130B1389 130B1217	381	200	N200	381	1510	1175	<77	X8	X7
130B1469 130B1261	130B1391 130B1228	480	250	N250	472	1852	1542	<77	X8	X8
2x130B1448 2x130B1259	2x130B1370 2x130B1216	608	315	N315	590	2576	1810	<80		

Таблица 5.11 Усовершенствованные фильтры гармоник (АНF) 380–415 В, 50 Гц, типоразмер D

Кодовый номер АНF005 IP00 IP20	Кодовый номер АНF010 IP00 IP20	Номинальный ток фильтра [А]	Типичный двигатель [кВт]	Модель VLT и номинальные токи [кВт] [А]		Потери		Акустический шум [дБА]	Типоразмер АНF005 АНF010	
						АНF005 [Вт]	АНF010 [Вт]			
2x130B3153 2x130B3152	2x130B3151 2x130B3136	650	355	P355	647	2812	1904	<80		
130B1448+130B1449 130B1259+130B1260	130B1370+130B1389 130B1216+130B1217	685	400	P400	684	2798	2080	<80		
2x130B1449 2x130B1260	2x130B1389 2x130B1217	762	450	P450	779	3020	2350	<80		
130B1449+130B1469 130B1260+130B1261	130B1389+130B1391 130B1217+130B1228	861	500	P500	857	3362	2717	<80		
2x130B1469 2x130B1261	2x130B1391 2x130B1228	960	560	P560	964	3704	3084	<80		
3x130B1449 3x130B1260	3x130B1389 3x130B1217	1140	630	P630	1090	4530	3525	<80		
2x130B1449+130B1469 2x130B1260+130B1261	2x130B1389+130B1391 2x130B1217+130B1228	1240	710	P710	1227	4872	3892	<80		
3x130B1469 3x130B1261	3x130B1391 3x130B1228	1440	800	P800	1422	5556	4626	<80		
2x130B1449+2x130B1469 2x130B1260+2x130B1261	2x130B1389+2x130B1391 2x130B1217+2x130B1228	1720	1000	P1000	1675	6724	5434	<80		

Таблица 5.12 Усовершенствованные фильтры гармоник (АНF) 380–415 В, 50 Гц, типоразмеры Е и F

Кодовый номер АНF005 IP00 IP20	Кодовый номер АНF010 IP00 IP20	Номинальный ток фильтра [А]	Типичный двигатель [кВт]	Модель VLT и номинальные токи [кВт] [А]		Потери		Акустический шум [дБА]	Типоразмер АНF005 АНF010	
						АНF005 [Вт]	АНF010 [Вт]			
130B3131 130B2869	130B3090 130B2500	204	110	N110	204	1080	743	<75	X6	X6
130B3132 130B2870	130B3091 130B2700	251	132	N132	251	1194	864	<75	X7	X7
130B3133 130B2871	130B3092 130B2819	304	160	N160	304	1288	905	<75	X8	X7
130B3157 130B3156	130B3155 130B3154	325	Параллельное соединение при 355 кВт			1406	952	<75	X8	X7
130B3134 130B2872	130B3093 130B2855	381	200	N200	381	1510	1175	<77	X8	X7
130B3135 130B2873	130B3094 130B2856	480	250	N250	472	1850	1542	<77	X8	X8
2x130B3133 2x130B2871	2x130B3092 2x130B2819	608	315	N315	590	2576	1810	<80		

Таблица 5.13 Усовершенствованные фильтры гармоник, 380–415 В, 60 Гц, типоразмер D

Кодовый номер АНF005 IP00 IP20	Кодовый номер АНF010 IP00 IP20	Номинальный ток фильтра [А]	Типичный двигатель [кВт]	Модель VLT/ номинальные токи		Потери		Акустический шум [дБА]	Типоразмер	
						АНF005	АНF010			
2x130B3157 2x130B3156	2x130B3155 2x130B3154	650	315	P355	647	2812	1904	<80		
130B3133+130B3134 130B2871+130B2872	130B3092+130B3093 130B2819+130B2855	685	355	P400	684	2798	2080	<80		
2x130B3134 2x130B2872	2x130B3093 2x130B2855	762	400	P450	779	3020	2350	<80		
130B3134+130B3135 130B2872+130B3135	130B3093+130B3094 130B2855+130B2856	861	450	P500	857	3362	2717	<80		
2x130B3135 2x130B2873	2x130B3094 2x130B2856	960	500	P560	964	3704	3084	<80		
3x130B3134 3x130B2872	3x130B3093 3x130B2855	1140	560	P630	1090	4530	3525	<80		
2x130B3134+130B3135 2x130B2872+130B2873	2x130B3093+130B3094 2x130B2855+130B2856	1240	630	P710	1227	4872	3892	<80		
3x130B3135 3x130B2873	3x130B3094 3x130B2856	1440	710	P800	1422	5556	4626	<80		
2x130B3134+2x130B3135 2x130B2872+2x130B2873	2x130B3093+2x130B3094 2x130B2855+2x130B2856	1722	800	P1M0	1675	6724	5434	<80		

Таблица 5.14 Усовершенствованные фильтры гармоник (АНF) 380–415 В, 60 Гц, типоразмеры Е и F

Кодовый номер АНF005 IP00 IP20	Кодовый номер АНF010 IP00 IP20	Номинальный ток фильтра [А]	Типичный двигатель [л. с.]	Модель VLT и номинальные токи		Потери		Акустический шум [дБА]	Типоразмер	
						АНF005	АНF010			
130B1799 130B1764	130B1782 130B1496	183	150	N110	183	1080	743	<75	X6	X6
130B1900 130B1765	130B1783 130B1497	231	200	N132	231	1194	864	<75	X7	X7
130B2200 130B1766	130B1784 130B1498	291	250	N160	291	1288	905	<75	X8	X7
130B2257 130B1768	130B1785 130B1499	355	300	N200	348	1406	952	<75	X8	X7
130B3168 130B3167	130B3166 130B3165	380	Используется для параллельного соединения при 355 кВт			1510	1175	<77	X8	X7
130B2259 130B1769	130B1786 130B1751	436	350	N250	436	1852	1542	<77	X8	X8
130B1900+ 130B2200 130B1765+ 130B1766	130B1783+ 130B1784 130B1497+ 130B1498	522	450	N315	531	2482	1769	<80		

Таблица 5.15 Усовершенствованные фильтры гармоник, 440–480 В, 60 Гц, типоразмер D

Кодовый номер АНФ005 IP00/IP20	Кодовый номер АНФ010 IP00/IP20	Номинальный ток фильтра	Типичный двигатель	Модель VLT/ номинальные токи		Потери		Акустический шум	Типоразмер	
		[А]	[л. с.]	[кВт]	[А]	[Вт]	[Вт]			
		[А]	[л. с.]	[кВт]	[А]	[Вт]	[Вт]		АНФ005	АНФ010
2x130B2200 2x130B1766	2x130B1784 2x130B1498	582	500	P355	580	2576	1810	<80		
130B2200+130B3166 130B1766+130B3167	130B1784+130B3166 130B1498+130B3165	671	550	P400	667	2798	2080	<80		
2x130B2257 2x130B1768	2x130B1785 2x130B1499	710	600	P450	711	2812	1904	<80		
2x130B3168 2x130B3167	2x130B3166 2x130B3165	760	650	P500	759	3020	2350	<80		
2x130B2259 2x130B1769	2x130B1786 2x130B1751	872	750	P560	867	3704	3084	<80		
3x130B2257 3x130B1768	3x130B1785 3x130B1499	1065	900	P630	1022	4218	2856	<80		
3x130B3168 3x130B3167	3x130B3166 3x130B3165	1140	1000	P710	1129	4530	3525	<80		
3x130B2259 3x130B1769	3x130B1786 3x130B1751	1308	1200	P800	1344	5556	4626	<80		
2x130B2257+2x130B2259 2x130B1768+2x130B1768	2x130B1785+2x130B1785 +2x130B1786 2x130B1499+2x130B1751	1582	1350	P1M0	1490	6516	5988	<80		

Таблица 5.16 Усовершенствованные фильтры гармоник, 440–480 В, 60 Гц, типоразмеры Е и F

Кодовый номер АНФ005 IP00/IP20	Кодовый номер АНФ010 IP00/ IP20	Номинальный ток фильтра	Типичный двигатель	Модель VLT и номинальные токи		Потери		Акустический шум	Типоразмер	
		50 Гц								
		[А]				[Вт]	[Вт]		АНФ005	АНФ010
130B5269 130B5254	130B5237 130B5220	87	75	N75K	85	962	692	<72	X6	X6
130B5270 130B5255	130B5238 130B5221	109	100	N90K	106	1080	743	<72	X6	X6
130B5271 130B5256	130B5239 130B5222	128	125	N110	124	1194	864	<72	X6	X6
130B5272 130B5257	130B5240 130B5223	155	150	N132	151	1288	905	<72	X7	X7
130B5273 130B5258	130B5241 130B5224	197	200	N160	189	1406	952	<72	X7	X7
130B5274 130B5259	130B5242 130B5225	240	250	N200	234	1510	1175	<75	X8	X8
130B5275 130B5260	130B5243 130B5226	296	300	N250	286	1852	1288	<75	X8	X8
2x130B5273 2x130B5258	130B5244 130B5227	366	350	N315	339	2812	1542	<75		X8
2x130B5273 2x130B5258	130B5245 130B5228	395	400	N400	395	2812	1852	<75		X8

Таблица 5.17 Усовершенствованные фильтры гармоник, 600 В, 60 Гц

Кодовый номер АНF005 IP00/IP20	Кодовый номер АНF010 IP00/IP20	Номинал-фильтра по току	Типичный двигатель	Модель VLT и номинальные токи		Потери		Акустический шум	Типоразмер	
		50 Гц				АНF005	АНF010			
		[А]				[Вт]	[Вт]			
2x130B5274 2x130B5259	2x130B5242 2x130B5225	480	500	P500	482	3020	2350			
2x130B5275 2x130B5260	2x130B5243 2x130B5226	592	600	P560	549	3704	2576			
3x130B5274 3x130B5259	2x130B5244 2x130B5227	732	650	P630	613	4530	3084			
3x130B5274 3x130B5259	2x130B5244 2x130B5227	732	750	P710	711	4530	3084			
3x130B5275 3x130B5260	3x130B5243 3x139B5226	888	950	P800	828	5556	3864			
4x130B5274 4x130B5259	3x130B5244 3x130B5227	960	1050	P900	920	6040	4626			
4x130B5275 4x130B5260	3x130B5244 3x130B5227	1098	1150	P1M0	1032	7408	4626			
	4x130B5244 4x130B5227	1580	1350	P1M2	1227		6168			

Таблица 5.18 Усовершенствованные фильтры гармоник, 600 В, 60 Гц

Кодовый номер АНF005 IP00/IP20	Кодовый номер АНF010 IP00/IP20	Номинальный ток фильтра	Модель VLT и номинальные токи						Потери		Акустический шум	Типоразмер	
		50 Гц	Типичный размер двигателя	500–550 В		Типичный размер двигателя	551–690 В		АНF 005	АНF 010			
		[А]	[кВт]	[кВт]	[А]	[кВт]	[кВт]	[А]	[Вт]	[Вт]		АНF 005	АНF 010
130B5024	130B5325	77	45	N55K	71	75	N75K	76	841	488	<72	X6	X6
130B5169	130B5287												
130B5025	130B5326	87	55	N75K	89				962	692	<72	X6	X6
130B5170	130B5288												
130B5026	130B5327	109	75	N90K	110	90	N90K	104	1080	743	<72	X6	X6
130B5172	130B5289												
130B5028	130B5328	128	90	N110	130	110	N110	126	1194	864	<72	X6	X6
130B5195	130B5290												
130B5029	130B5329	155	110	N132	158	132	N132	150	1288	905	<72	X7	X7
130B5196	130B5291												
130B5042	130B5330	197	132	N160	198	160	N160	186	1406	952	<72	X7	X7
130B5197	130B5292												
130B5066	130B5331	240	160	N200	245	200	N200	234	1510	1175	<75	X8	X7
130B5198	130B5293												
130B5076	130B5332	296	200	N250	299	250	N250	280	1852	1288	<75	X8	X8
130B5199	130B5294												
2x130B5042	130B5333	366	250	N315	355	315	N315	333	2812	1542			X8
2x130B5197	130B5295												
2x130B5042	130B5334	395	315	N355	381	400			2812	1852			X8
130B5042 +130B5066	130B5330 +130B5331	437	355	N400	413	500	N400	395	2916	2127			
130B5197 +130B5198	130B5292 +130B5293												

Таблица 5.19 Усовершенствованные фильтры гармоник, 500–690 В, 50 Гц

Кодовый номер АНF005 IP00/IP20	Кодовый номер АНF010 IP00/IP20	Номинальный ток фильтра	Модель VLT и номинальные токи						Потери		Акустический шум	Типоразмер	
		50 Гц	Типичный размер двигателя	500–550 В		Типичный размер двигателя	551–690 В		АНF 005	АНF 010			
		[А]	[кВт]	[кВт]	[А]	[кВт]	[кВт]	[А]	[Вт]	[Вт]		АНF 005	АНF 010
130B5066 +130B5076	130B5331 +130B5332	536	400	P450	504	560	P500	482	3362	2463			
130B5198 +130B5199	130B5292 +130B5294												
2 x130B5076	2x130B5332	592	450	P500	574	630	P560	549	3704	2576			
2 x130B5199	2x130B5294												
130B5076 +2x 130B5042	130B5332 +130B5333	662	500	P560	642	710	P630	613	4664	2830			
130B5199 +2x 130B5197	130B5294 +130B5295												
4x130B5042	2x130B5333	732	560	P630	743	800	P710	711	5624	3084			
4x130B5197	2x130B5295												
3x130B5076	3x130B5332	888	670	P710	866	900	P800	828	5556	3864			
3x130B5199	3x130B5294												
2x130B5076 +2x 130B5042	2x130B5332 +130B5333	958	750	P800	962	1000	P900	920	6516	4118			
2x130B5199 +2x 130B5197	2x130B5294 +130B5295												
6x130B5042	3x130B5333	1098	850	P1M0	1079		P1M0	1032	8436	4626			
6x130B5197	3x130B5295												

Таблица 5.20 Усовершенствованные фильтры гармоник, 500–690 В, 50 Гц

5.2.4 Модули синусоидальных фильтров, 380–690 В перем. тока

400 В, 50 Гц		460 В, 60 Гц		500 В, 50 Гц		Типоразмер	Номер для заказа фильтра	
[кВт]	[А]	[л. с.]	[А]	[кВт]	[А]		IP00	IP23
90	177	125	160	110	160	D1h/D3h/D5h/D6h	130B3182	130B3183
110	212	150	190	132	190	D1h/D3h/D5h/D6h	130B3184	130B3185
132	260	200	240	160	240	D1h/D3h/D5h/D6h, D13		
160	315	250	302	200	302	D2h/D4h, D7h/D8h, D13	130B3186	130B3187
200	395	300	361	250	361	D2h/D4h, D7h/D8h, D13		
250	480	350	443	315	443	D2h/D4h, D7h, D8h, D13, E9, F8/F9	130B3188	130B3189
315	600	450	540	355	540	E1/E2, E9, F8/F9	130B3191	130B3192
355	658	500	590	400	590	E1/E2, E9, F8/F9		
400	745	600	678	500	678	E1/E2, E9, F8/F9	130B3193	130B3194
450	800	600	730	530	730	E1/E2, E9, F8/F9		
450	800	600	730	530	730	F1/F3, F10/F11, F18	2X130B3186	2X130B3187
500	880	650	780	560	780	F1/F3, F10/F11, F18	2X130B3188	2X130B3189
560	990	750	890	630	890	F1/F3, F10/F11, F18		
630	1120	900	1050	710	1050	F1/F3, F10/F11, F18	2X130B3191	2X130B3192
710	1260	1000	1160	800	1160	F1/F3, F10/F11, F18		
710	1260	1000	1160	800	1160	F2/F4, F12/F13	3X130B3188	3X130B3189
800	1460					F2/F4, F12/F13		
		1200	1380	1000	1380	F2/F4, F12/F13	3X130B3191	3X130B3192
1000	1720	1350	1530	1100	1530	F2/F4, F12/F13		

Таблица 5.21 Модули синусоидальных фильтров, 380–500 В

525 В, 50 Гц		575 В, 60 Гц		690 В, 50 Гц		Типоразмер	Номер для заказа фильтра	
[кВт]	[А]	[л. с.]	[А]	[кВт]	[А]		IP00	IP23
45	76	60	73	55	73	D1h/D3h/D5h/D6h	130B4116	130B4117
55	90	75	86	75	86	D1h/D3h/D5h/D6h	130B4118	130B4119
75	113	100	108	90	108	D1h/D3h/D5h/D6h	130B4118	130B4119
90	137	125	131	110	131	D1h/D3h/D5h/D6h	130B4121	130B4124
110	162	150	155	132	155	D1h/D3h/D5h/D6h		
132	201	200	192	160	192	D2h/D4h, D7h/D8h	130B4125	130B4126
160	253	250	242	200	242	D2h/D4h, D7h/D8h		
200	303	300	290	250	290	D2h/D4h, D7h/D8h	130B4129	130B4151
250	360	350	344	315	344	D2h/D4h, D7h/D8h, F8/F9		
		350	344	355	380	F8/F9	130B4152	130B4153
315	429	400	400	400	410	F8/F9		
		400	410			E1/E2, F8/F9	130B4154	130B4155
355	470	450	450	450	450	E1/E2, F8/F9		
400	523	500	500	500	500	E1/E2, F8/F9		
450	596	600	570	560	570	E1/E2, F8/F9	130B4156	130B4157
500	630	650	630	630	630	E1/E2, F8/F9		
500	659			630	630	F1/F3, F10/F11	2X130B4129	2X130B4151
		650	630			F1/F3, F10/F11	2X130B4152	2X130B4153
560	763	750	730	710	730	F1/F3, F10/F11		
670	889	950	850	800	850	F1/F3, F10/F11	2X130B4154	2X130B4155
750	988	1050	945	900	945	F1/F3, F10/F11		
750	988	1050	945	900	945	F2/F4, F12/F13	3X130B4152	3X130B4153
850	1108	1150	1060	1000	1060	F2/F4, F12/F13		
1000	1317	1350	1260	1200	1260	F2/F4, F12/F13	3X130B4154	3X130B4155

Таблица 5.22 Модули синусоидальных фильтров, 525–690 В

УВЕДОМЛЕНИЕ

При использовании синусоидальных фильтров частота коммутации должна соответствовать техническим характеристикам фильтра, указанным в пар. 14-01 *Switching Frequency*.

См. также *Руководство по проектированию для усовершенствованных фильтров гармоник*.

5.2.5 Фильтры dU/dt

Номинальные характеристики для типовых применений:						Типоразмер	Номер для заказа фильтра	
380–500 В [T5]								
400 В, 50 Гц		460 В, 60 Гц		500 В, 50 Гц				
кВт	А	л.с.	А	кВт	А		IP00	IP23
90	177	125	160	110	160	D1h/D3h/D5h/D6h	130B2847	130B2848
110	212	150	190	132	190	D1h/D3h/D5h/D6h		
132	260	200	240	160	240	D1h/D3h, D2h/D4h, D13		
160	315	250	302	200	302	D2h/D4h, D7h/D8h, D13		
200	395	300	361	250	361	D2h/D4h, D7h/D8h, D13	130B2849	130B3850
250	480	350	443	315	443	D2h/D4h, D7h/D8h, D11 E1/E2, E9, F8/F9		
315	600	450	540	355	540	E1/E2, E9, F8/F9	130B2851	130B2852
355	658	500	590	400	590	E1/E2, E9, F8/F9		
						E1/E2, F8/F9	130B2853	130B2854
						E1/E2, F8/F9		
400	745	600	678	500	678	E1/E2, E9, F8/F9		
450	800	600	730	530	730	E1/E2, E9, F8/F9		
						E1/E2, F8/F9	2 x 130B28492	2 x 130B28502
450	800	600	730	530	730	F1/F3, F10/F11, F18		
500	880	650	780	560	780	F1/F3, F10/F11, F18	2 x 130B2851	2 x 130B2852
						F1/F3, F10/F11		
560	990	750	890	630	890	F1/F3, F10/F11, F18		
630	1120	900	1050	710	1050	F1/F3, F10/F11, F18	2 x 130B2851	2 x 130B2852
710	1260	1000	1160	800	1160	F1/F3, F10/F11, F18		
						F1/F3, F10/F11	2 x 130B2853	2 x 130B2854
710	1260	1000	1160	800	1160	F2/F4, F12/F13	3 x 130B2849	3 x 130B2850
						F2/F4, F12/F13	3 x 130B2851	3 x 130B2852
800	1460	1200	1380	1000	1380	F2/F4, F12/F13		
1000	1720	1350	1530	1100	1530	F2/F4, F12/F13		
						F2/F4, F12/F13	3 x 130B2853	3 x 130B2854

Таблица 5.23 Номера для заказа фильтров dU/dt для 380–500 В

Номинальные характеристики для типовых применений:						Типоразмер	Номер для заказа фильтра	
525–690 В [T7]								
525 В, 50 Гц		575 В, 60 Гц		690 В, 50 Гц				
кВт	А	л.с.	А	кВт	А		IP00	IP23
45	76	60	73	55	73	D1h/D3h, D5h/D6h	130B2841	130B2842 (IP20)
55	90	75	86	75	86	D1h/D3h, D5h/D6h		
75	113	100	108	90	108	D1h/D3h, D5h/D6h	130B2844	130B2845 (IP20)
90	137	125	131			D1h/D3h, D5h/D6h		
110	162	150	155	110	131	D1h/D3h, D5h/D6h	130B2847	130B2848
132	201	200	192	132	155	D1h/D3h, D2h/D4h, D13		
		250	242	160	192	D2h/D4h, D7h/D8h, D13	130B2849	130B3850
160	253			200	242	D2h/D4h, D7h/D8h, D13		
200	303	300	290	250	290	D2h/D4h, D7h/D8h, D11 E9, F8/F9	130B2851	130B2852
250	360	350	344	315	344	D2h/D4h, D7h/D8h, E9, F8/F9		
300	395	400	410	355	380	D2h/D4h, D7h/D8h, E9, F8/F9		
315	429	450	450	400	410	D2h/D4h, D7h/D8h, E1/E2, F8/F9		
				450	450	E1/E2, F8/F9	130B2853	130B2854
400	523	500	500	500	500	E1/E2, E9, F8/F9		
450	596	600	570	560	570	E1/E2, E9, F8/F9		
500	630	650	630	630	630	E1/E2, F8/F9		
						F1/F3, F10/F11, F18	2 x 130B28492	2 x 130B28502
500	659	650	630			F1/F3, F10/F11, F18		
				630 ²	630 ²	F1/F3, F10/F11	2 x 130B2851	2 x 130B2852
560	763	750	730	710	730	F1/F3, F10/F11, F18		
670	889	950	850	800	850	F1/F3, F10/F11, F18	2 x 130B2851	2 x 130B2852
750	988	1050	945			F1/F3, F10/F11, F18		
				900	945	F1/F3, F10/F11	2 x 130B2853	2 x 130B2854
750	988	1050	945			F2/F4, F12/F13	3 x 130B2849	3 x 130B2850
				900	945	F2/F4, F12/F13	3 x 130B2851	3 x 130B2852
850	1108	1150	1060	1000	1060	F2/F4, F12/F13		
1000	1317	1350	1260	1200	1260	F2/F4, F12/F13		
1100	1479	1550	1415	1400	1415	F2/F4, F12/F13	3 x 130B2853	3 x 130B2854

Таблица 5.24 Номера для заказа фильтров dU/dt для 525–690 В

УВЕДОМЛЕНИЕ

См. также *Руководство по проектированию усовершенствованных фильтров гармоник (АНФ)*.

6 Механический монтаж

6.1 Перед монтажом

УВЕДОМЛЕНИЕ

Перед установкой преобразователя частоты необходимо разработать проект его установки. Пренебрежение этой стадией может привести к дополнительным трудозатратам во время и после монтажа.

Выберите наилучшее возможное место эксплуатации с учетом следующих факторов:

- Рабочая температура окружающей среды
- Способ монтажа
- Способ охлаждения блока
- Положение преобразователя частоты
- Прокладка кабелей
- Убедитесь, что источники питания подают надлежащее напряжение и обеспечивают достаточный ток
- Убедитесь, что номинальный ток двигателя не превышает максимальный ток преобразователя частоты
- Если преобразователь частоты не имеет встроенных плавких предохранителей, убедитесь, что внешние предохранители рассчитаны на соответствующий ток

Подробнее см. далее в этой главе.

6.1.1 Приемка преобразователя частоты

Во время приемки преобразователя частоты убедитесь в целостности упаковки и обратите внимание на любые повреждения, которые могли произойти во время транспортировки блока. При обнаружении повреждения обратитесь в транспортную компанию с соответствующей претензией.

Кроме того, посмотрите на паспортную табличку, описанную в *Рисунок 6.1*, и убедитесь в том, что заказ соответствует данным паспортной таблички.

VLT ® Automation Drive www.danfoss.com	
T/C: FC-302N200T5E54H2XGC7XXSXXXXA0BXCXXXXDX	
P/N: 134F9807	S/N: 123456H123
200 kW / 300 HP, High Overload	
IN: 3x380-500V 50/60Hz	381/348A
OUT: 3x0-Vin 0-590Hz	395/361A
250 kW / 350 HP, Normal Overload	
IN: 3x380-500V 50/60Hz	463/427A
OUT: 3x0-Vin 0-590Hz	480/443A
Type 12/ IP54 Tamb. 45° C/113° F at Full Output Current Max Tamb. 55° C/131° F w/Output Current Derating	
SCCR 100 kA at UL Voltage range 460-500V ASSEMBLED IN USA	
  	
 Listed 36U0 E70524 Ind. contr. Eq. UL Voltage range 380-480 V	
CAUTION: See manual for special condition / prefuses Voir manuel de conditions speciales / fusibles	
 WARNING: Stored charge, wait 20 min. Charge residuelle, attendez 20 min.	

Рисунок 6.1 Паспортная табличка

6.1.2 Транспортировка и распаковка

Перед распаковкой преобразователя частоты рекомендуется поместить его как можно ближе к месту окончательной установки. Удалите коробку и поместите преобразователь частоты на как можно более длинную паллету.

6.1.3 Подъем

Преобразователь частоты следует поднимать только за предназначенные для этого проушины. Чтобы избежать изгиба подъемных петель, при подъеме всех корпусов E2 (IP00) используйте траверсу.

На следующих иллюстрациях показаны рекомендуемые способы подъема при транспортировке для корпусов различных типоразмеров. Помимо способов, показанных на *Рисунок 6.4*, *Рисунок 6.5* и *Рисунок 6.6*, для подъема корпусов F можно использовать балочную траверсу.

6

ВНИМАНИЕ!

Траверса должна быть способна выдержать вес преобразователя частоты. Вес корпусов различных типоразмеров см. в *глава 6.1.4 Габаритные размеры*. Максимальный диаметр траверсы — 2,5 см. Угол между верхней частью привода и подъемным тросом должен составлять 60 ° и более.

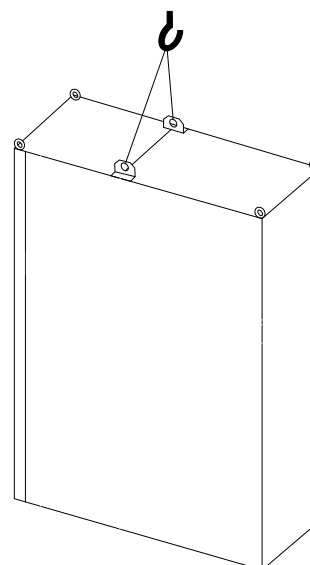


Рисунок 6.4 Рекомендуемый метод подъема, типоразмеры F1, F2, F9 и F10

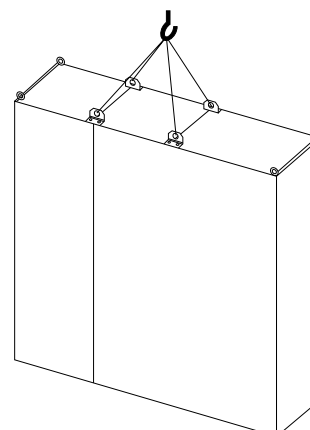


Рисунок 6.5 Рекомендуемый метод подъема, типоразмеры F3, F4, F11, F12 и F13

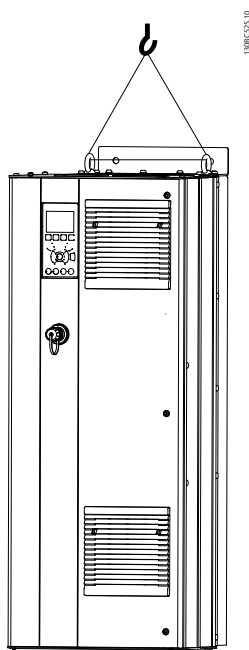


Рисунок 6.2 Рекомендуемый метод подъема, типоразмер D

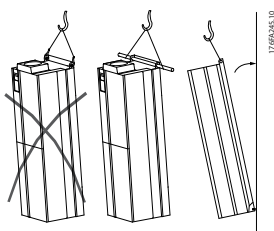


Рисунок 6.3 Рекомендуемый метод подъема, типоразмер E

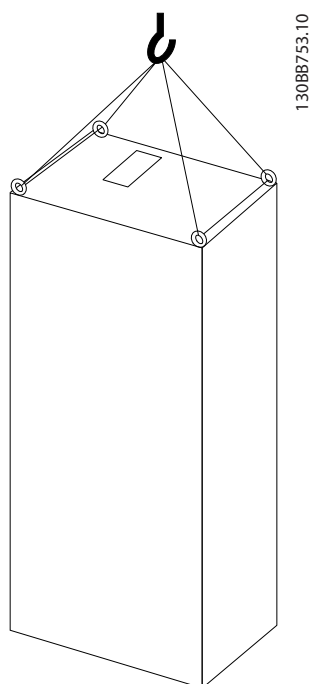
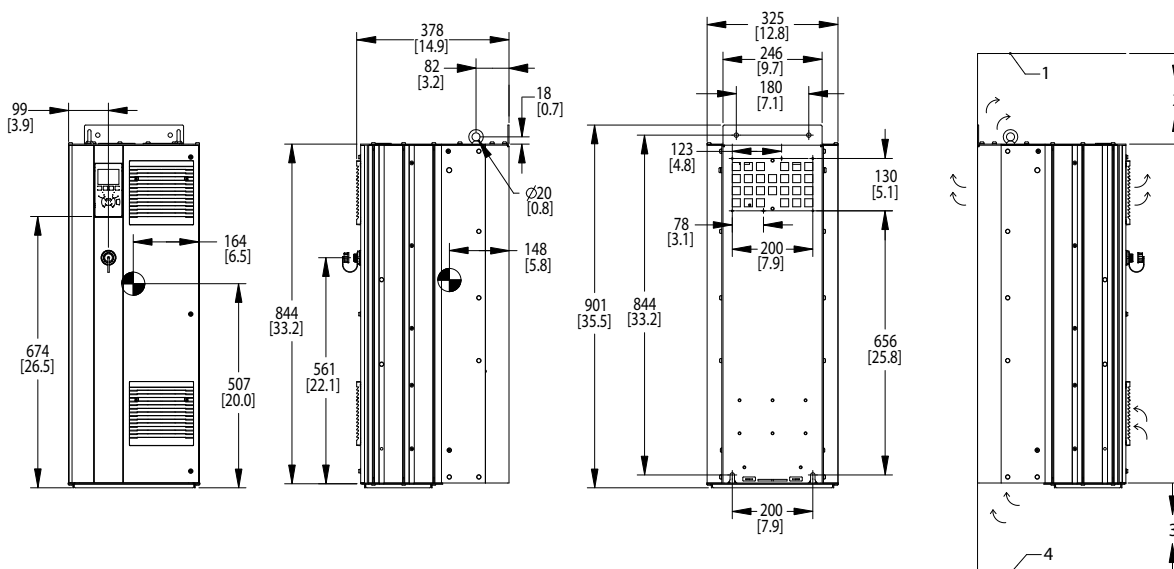


Рисунок 6.6 Рекомендуемый метод подъема, типоразмер F8

УВЕДОМЛЕНИЕ

Подставка входит в комплект поставки, хотя упакована отдельно. Установите преобразователь частоты на подставку на месте, где он будет стоять. Подставка позволяет обеспечить подачу воздушного потока для надлежащего охлаждения преобразователя частоты. См. *глава 6.2.13 Установка на подставке для корпусов типоразмера F*.

6.1.4 Габаритные размеры



130BC515.11

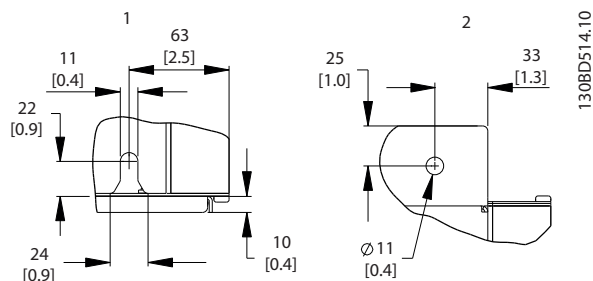
Рисунок 6.7 Габаритные размеры, D1h

1	Потолок
2	Выходной зазор для вентиляции, мин. 225 мм [8,9 дюймов]
3	Входной зазор для вентиляции, мин. 225 мм [8,9 дюймов]
4	Пол

Таблица 6.1 Пояснения к Рисунок 6.7

УВЕДОМЛЕНИЕ

Если используется комплект для направления воздуха от радиатора к вентиляционному отверстию на задней части преобразователя частоты, требуемый зазор до потолка составляет 100 мм.



130BD514.10

Рисунок 6.8 Размеры деталей, D1h

1	Детальный чертеж нижнего монтажного отверстия
2	Детальный чертеж верхнего монтажного отверстия

Таблица 6.2 Пояснения к Рисунок 6.8



6

Таблица 6.3 Пояснения к Рисунок 6.9

Если используется комплект для направления воздуха от радиатора к вентиляционному отверстию на задней части преобразователя частоты, требуемый зазор до потолка составляет 100 мм.



Рисунок 6.10 Размеры деталей, D2h

Таблица 6.4 Пояснения к Рисунок 6.10

6

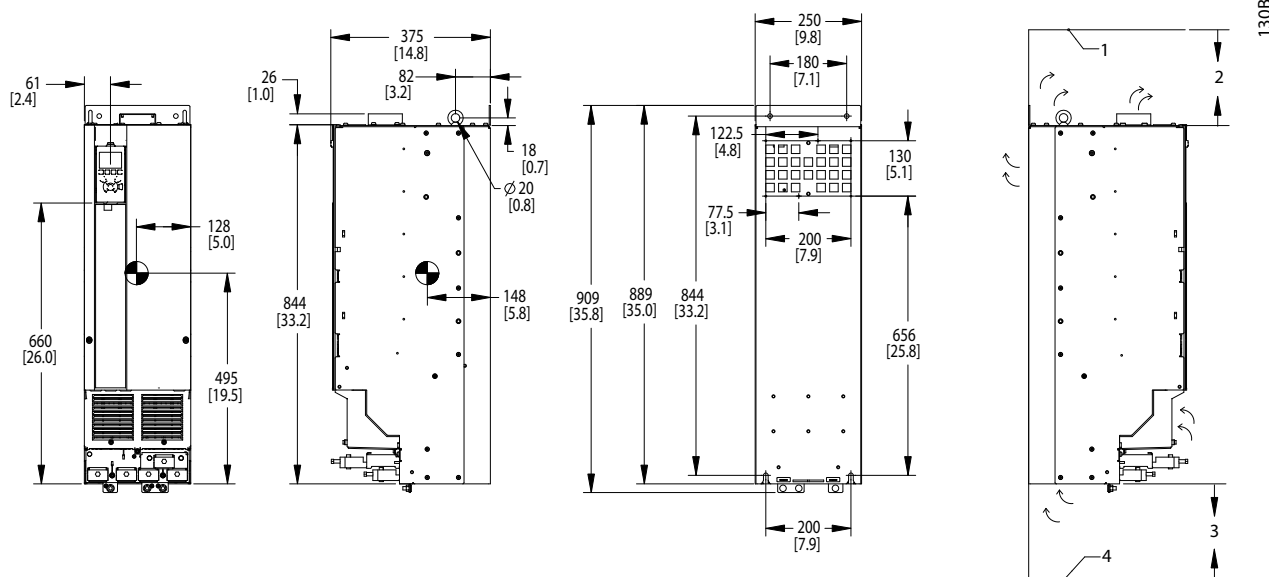


Рисунок 6.11 Габаритные размеры, D3h

1	Потолок
2	Выходной зазор для вентиляции, мин. 225 мм [8,9 дюймов]
3	Входной зазор для вентиляции, мин. 225 мм [8,9 дюймов]
4	Пол

Таблица 6.5 Пояснения к Рисунок 6.11

УВЕДОМЛЕНИЕ

Если используется комплект для направления воздуха от радиатора к вентиляционному отверстию на задней части преобразователя частоты, требуемый зазор до потолка составляет 100 мм.

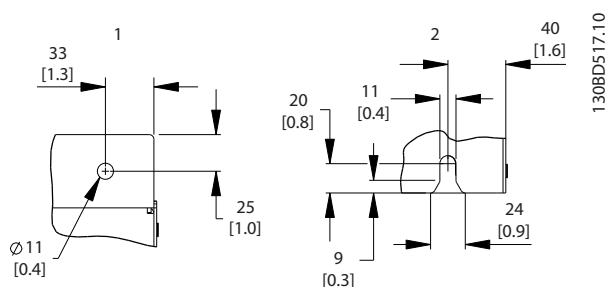
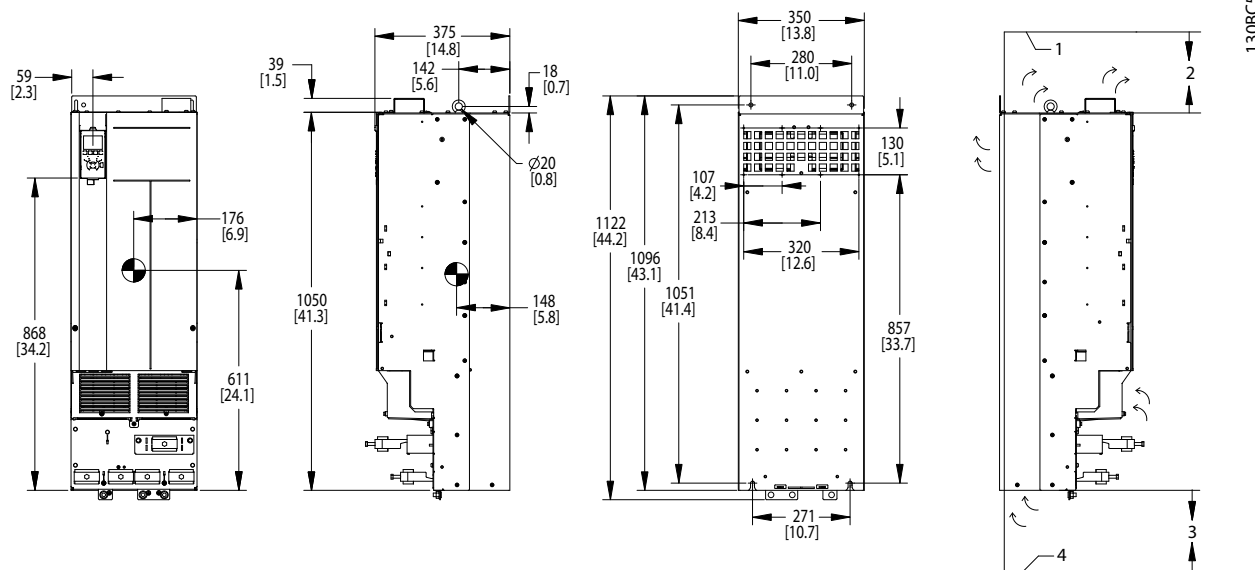


Рисунок 6.12 Размеры деталей, D3h

1	Детальный чертеж верхнего монтажного отверстия
2	Детальный чертеж нижнего монтажного отверстия

Таблица 6.6



6

Рисунок 6.13 Габаритные размеры, D4h

1	Потолок
2	Выходной зазор для вентиляции, мин. 225 мм [8,9 дюймов]
3	Входной зазор для вентиляции, мин. 225 мм [8,9 дюймов]
4	Пол

Таблица 6.7 Пояснения к Рисунок 6.13

УВЕДОМЛЕНИЕ

Если используется комплект для направления воздуха от радиатора к вентиляционному отверстию на задней части преобразователя частоты, требуемый зазор до потолка составляет 100 мм.

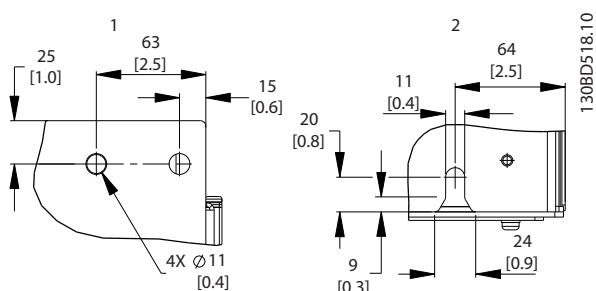


Рисунок 6.14 Размеры деталей, D4h

1	Детальный чертеж верхнего монтажного отверстия
2	Детальный чертеж нижнего монтажного отверстия

Таблица 6.8 Пояснения к Рисунок 6.14

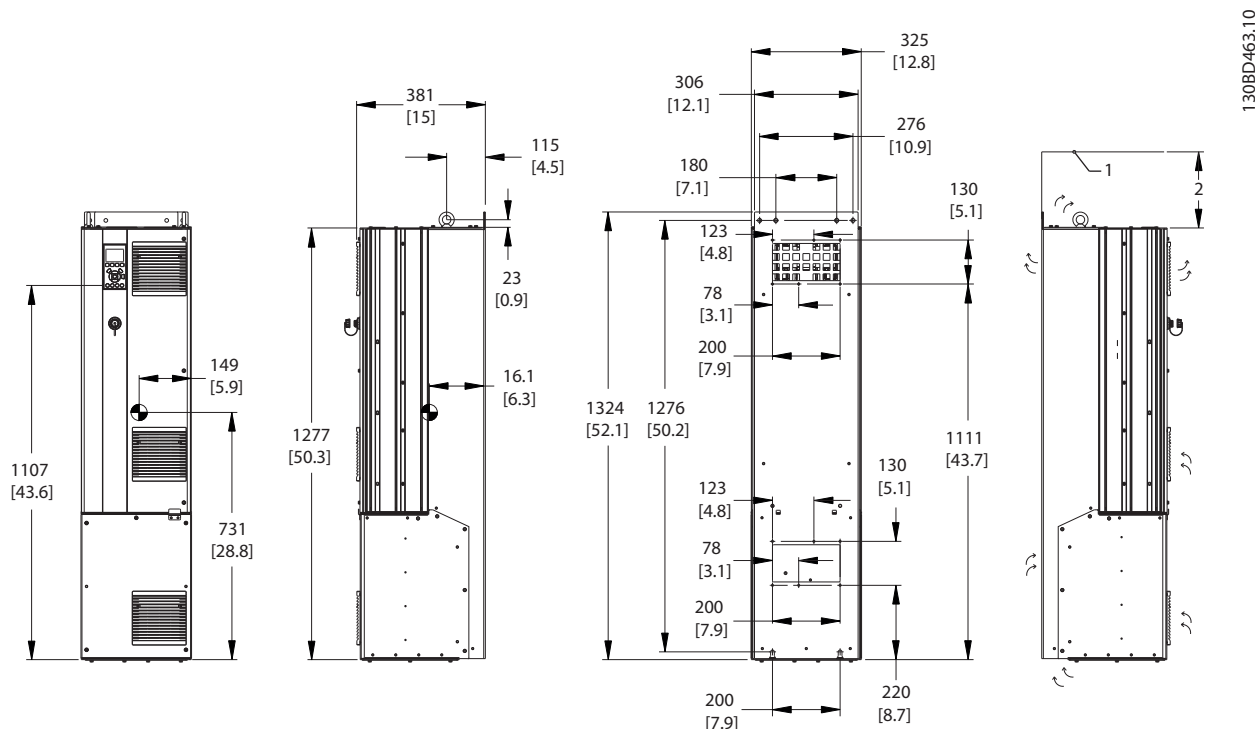


Рисунок 6.15 Габаритные размеры, D5h

1	Потолок
2	Выходной зазор для вентиляции, мин. 225 мм [8,9 дюймов]

Таблица 6.9 Пояснения к Рисунок 6.15

УВЕДОМЛЕНИЕ

Если используется комплект для направления воздуха от радиатора к вентиляционному отверстию на задней части преобразователя частоты, требуемый зазор до потолка составляет 100 мм.

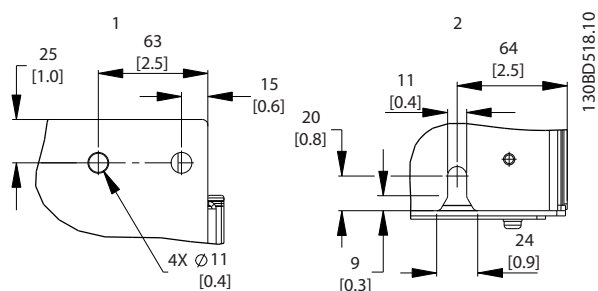


Рисунок 6.16 Размеры деталей, D5h

1	Детальный чертеж верхнего монтажного отверстия
2	Детальный чертеж нижнего монтажного отверстия

Таблица 6.10 Пояснения к Рисунок 6.16

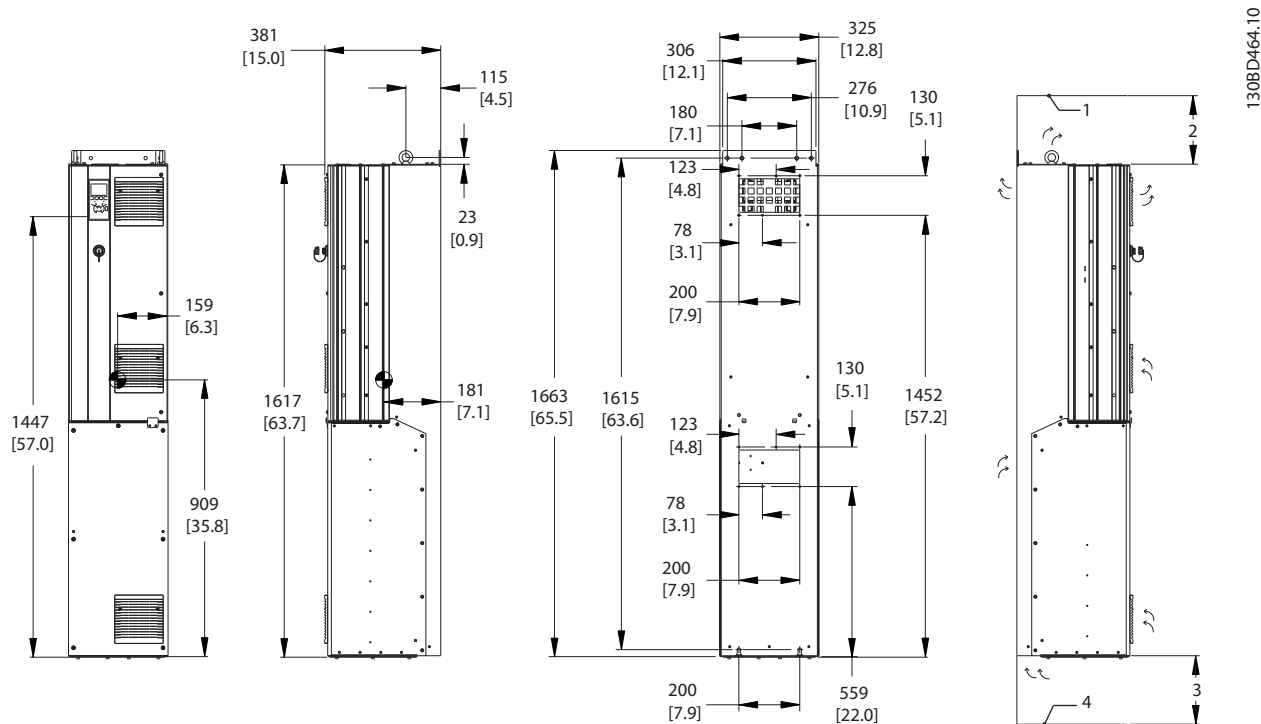


Рисунок 6.17 Габаритные размеры, D6h

1	Потолок
2	Выходной зазор для вентиляции, мин. 225 мм [8,9 дюймов]
3	Входной зазор для вентиляции, мин. 225 мм [8,9 дюймов]
4	Пол

Таблица 6.11 Пояснения к Рисунок 6.17

УВЕДОМЛЕНИЕ

Если используется комплект для направления воздуха от радиатора к вентиляционному отверстию на задней части преобразователя частоты, требуемый зазор до потолка составляет 100 мм.

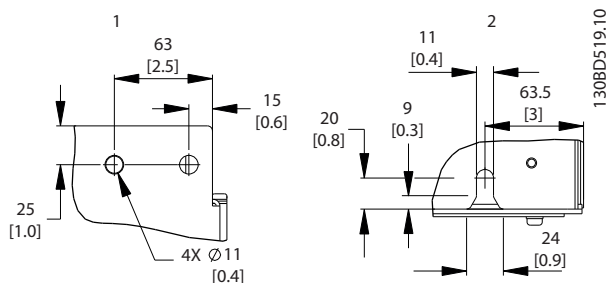


Рисунок 6.18 Размеры деталей, D6h

1	Детальный чертеж верхнего монтажного отверстия
2	Детальный чертеж нижнего монтажного отверстия

Таблица 6.12 Пояснения к Рисунок 6.18

6

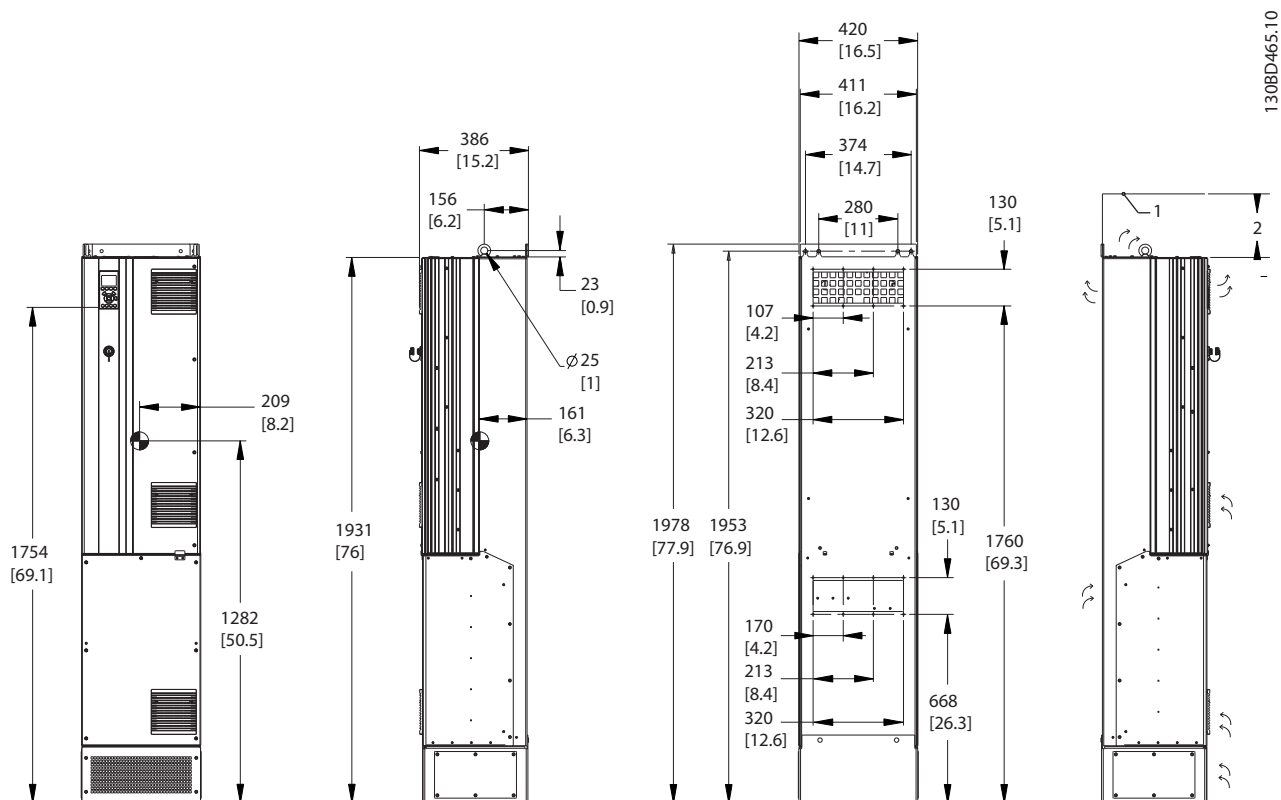


Рисунок 6.19 Габаритные размеры, D7h

1	Потолок
2	Выходной зазор для вентиляции, мин. 225 мм [8,9 дюймов]

Таблица 6.13 Пояснения к Рисунок 6.19

УВЕДОМЛЕНИЕ

Если используется комплект для направления воздуха от радиатора к вентиляционному отверстию на задней части преобразователя частоты, требуемый зазор до потолка составляет 100 мм.

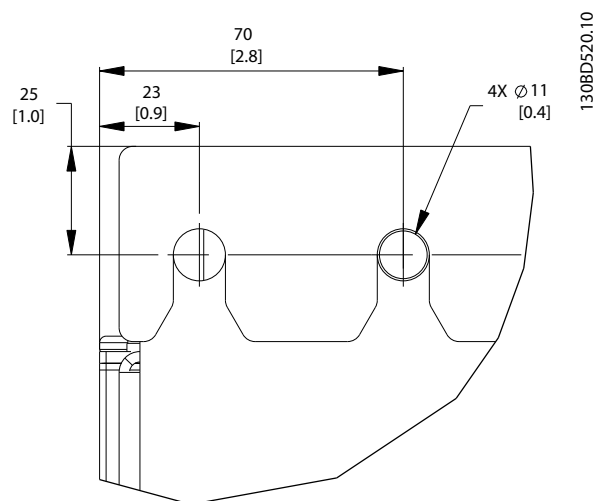


Рисунок 6.20 Детальный чертеж верхнего монтажного отверстия, D7h

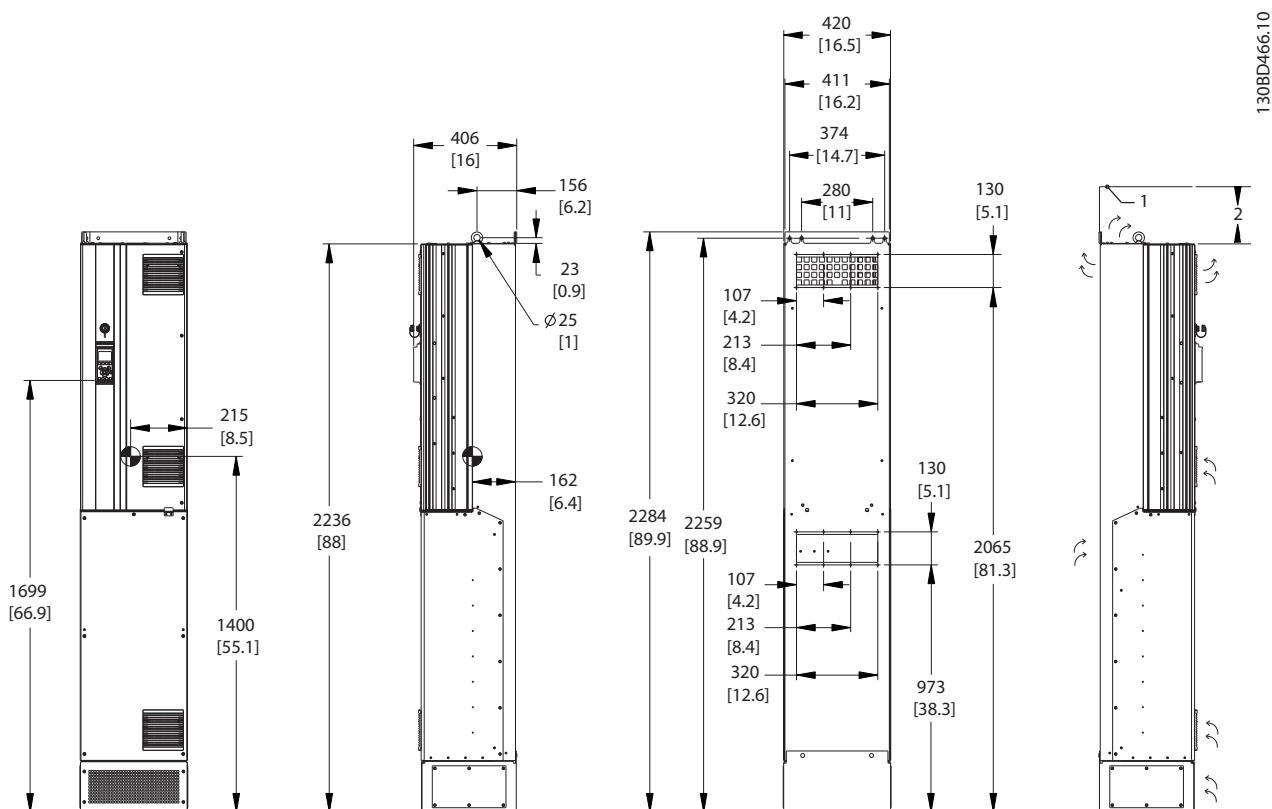


Рисунок 6.21 Габаритные размеры, D8h

1	Потолок
2	Выходной зазор для вентиляции, мин. 225 мм [8,9 дюймов]

Таблица 6.14 Пояснения к Рисунок 6.21

УВЕДОМЛЕНИЕ

Если используется комплект для направления воздуха от радиатора к вентиляционному отверстию на задней части преобразователя частоты, требуемый зазор до потолка составляет 100 мм.

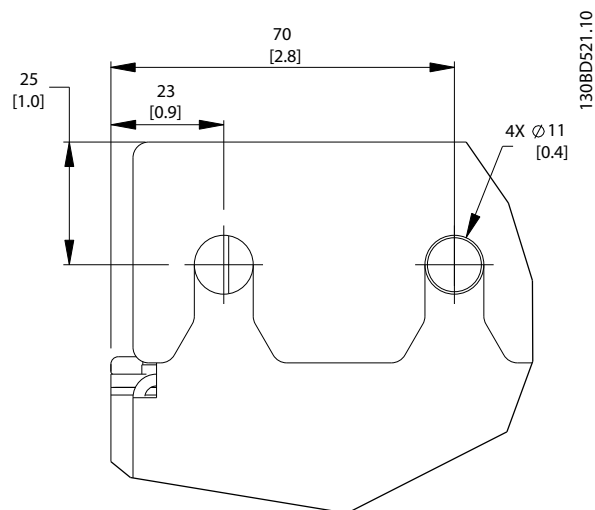


Рисунок 6.22 Детальный чертеж верхнего монтажного отверстия, D8h

6

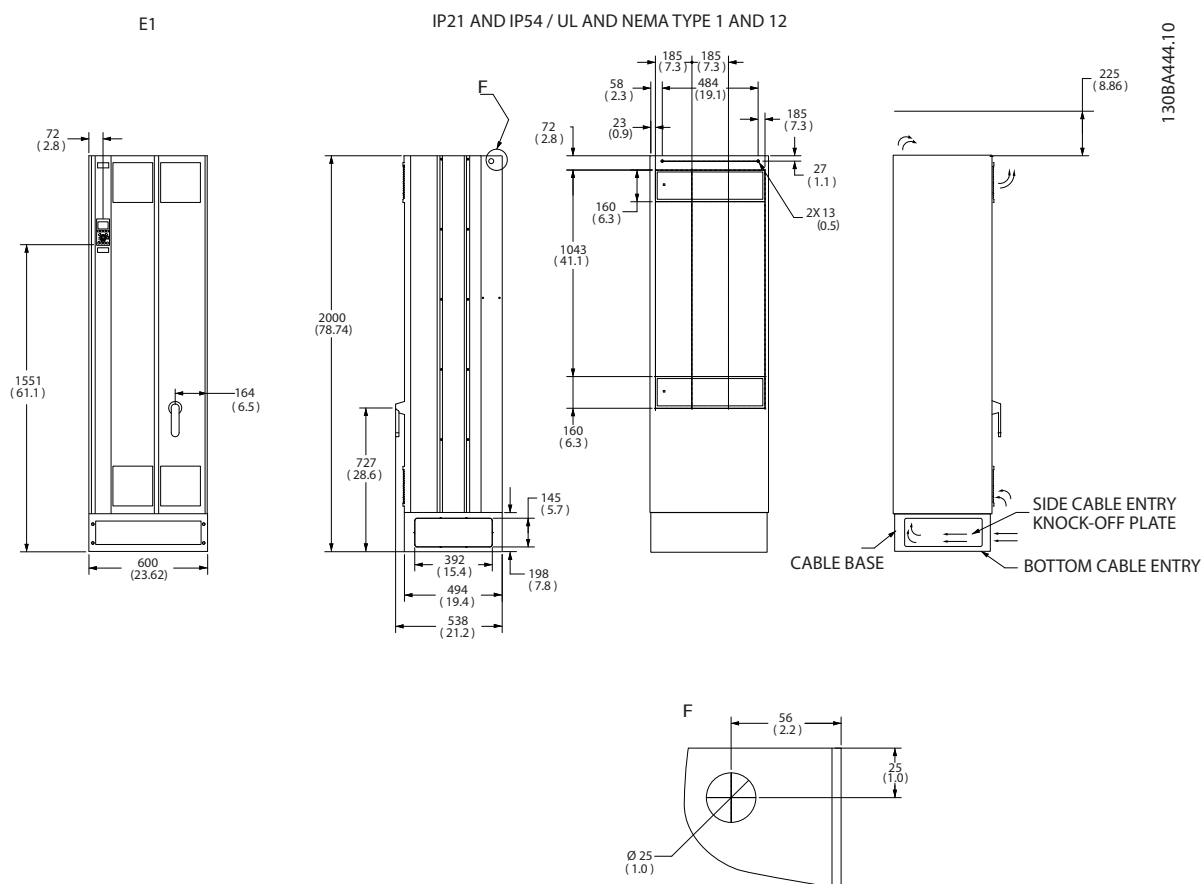


Рисунок 6.23 Габаритные размеры, E1

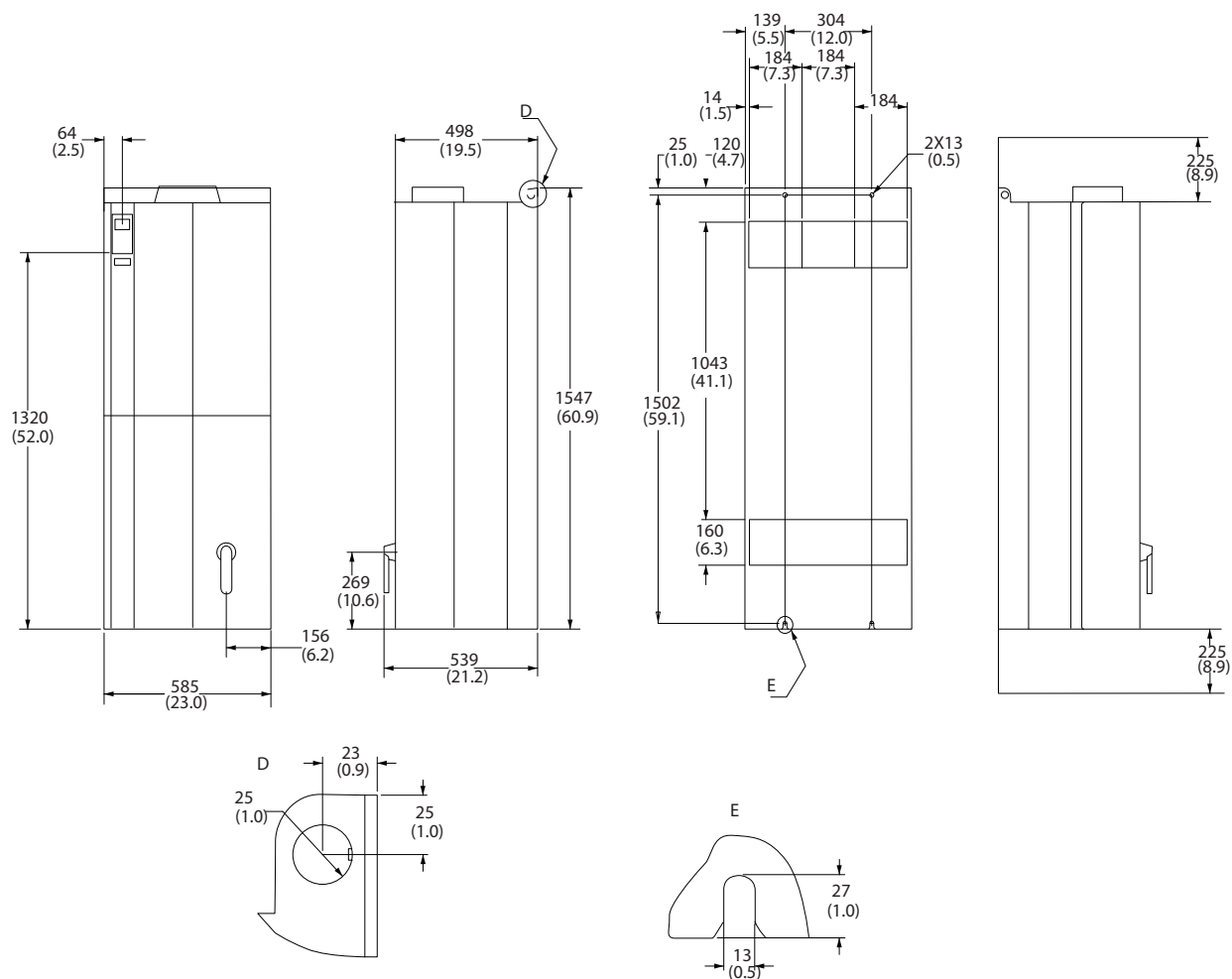
F	Подъемная проушина
---	--------------------

Таблица 6.15 Пояснения к Рисунок 6.23

E2

IP00 / CHASSIS

130BA445.10



6

Рисунок 6.24 Габаритные размеры, E2

D	Подъемная проушина
E	Задние монтажные прорези

Таблица 6.16 Пояснения к Рисунок 6.24

6

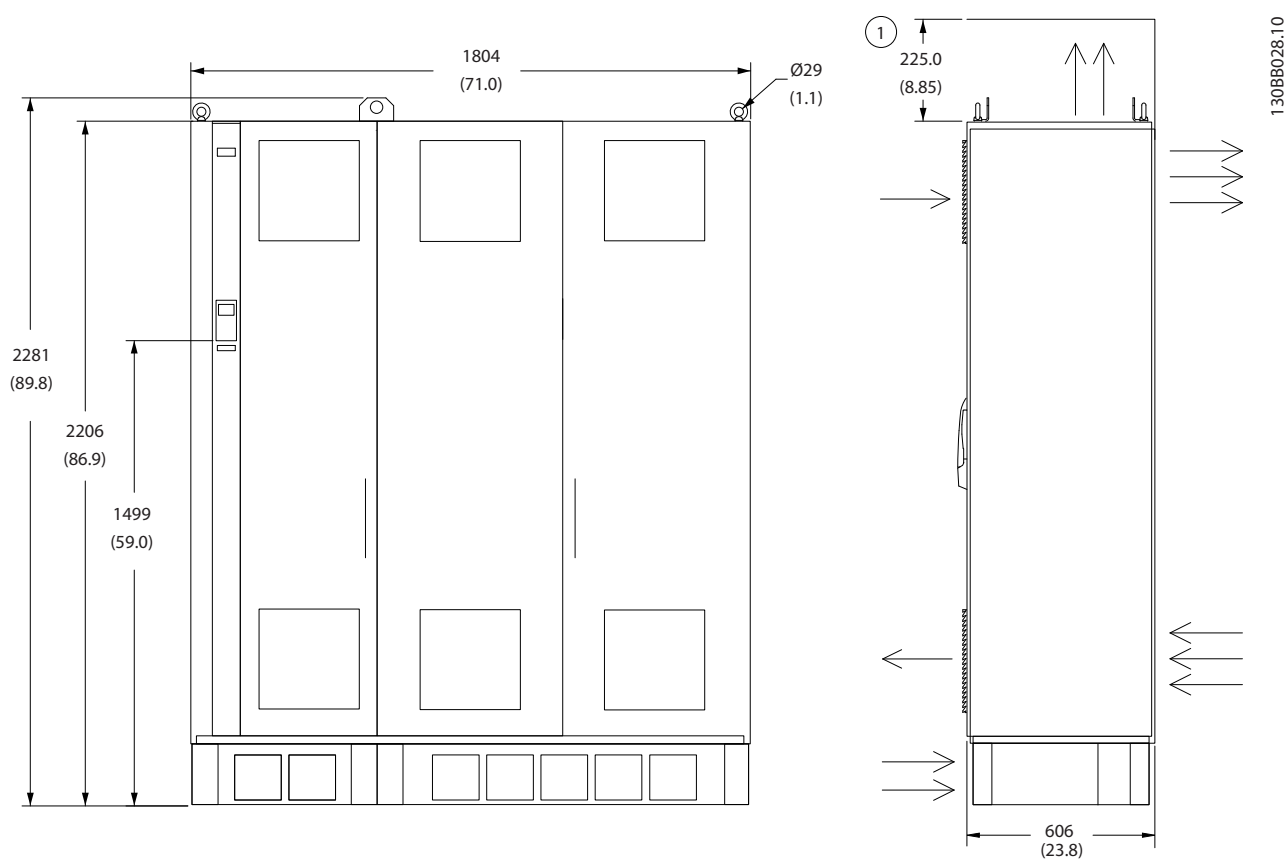


Рисунок 6.25 Габаритные размеры, F2

1	Минимальное расстояние от потолка
---	-----------------------------------

Таблица 6.17 Пояснения к Рисунок 6.25

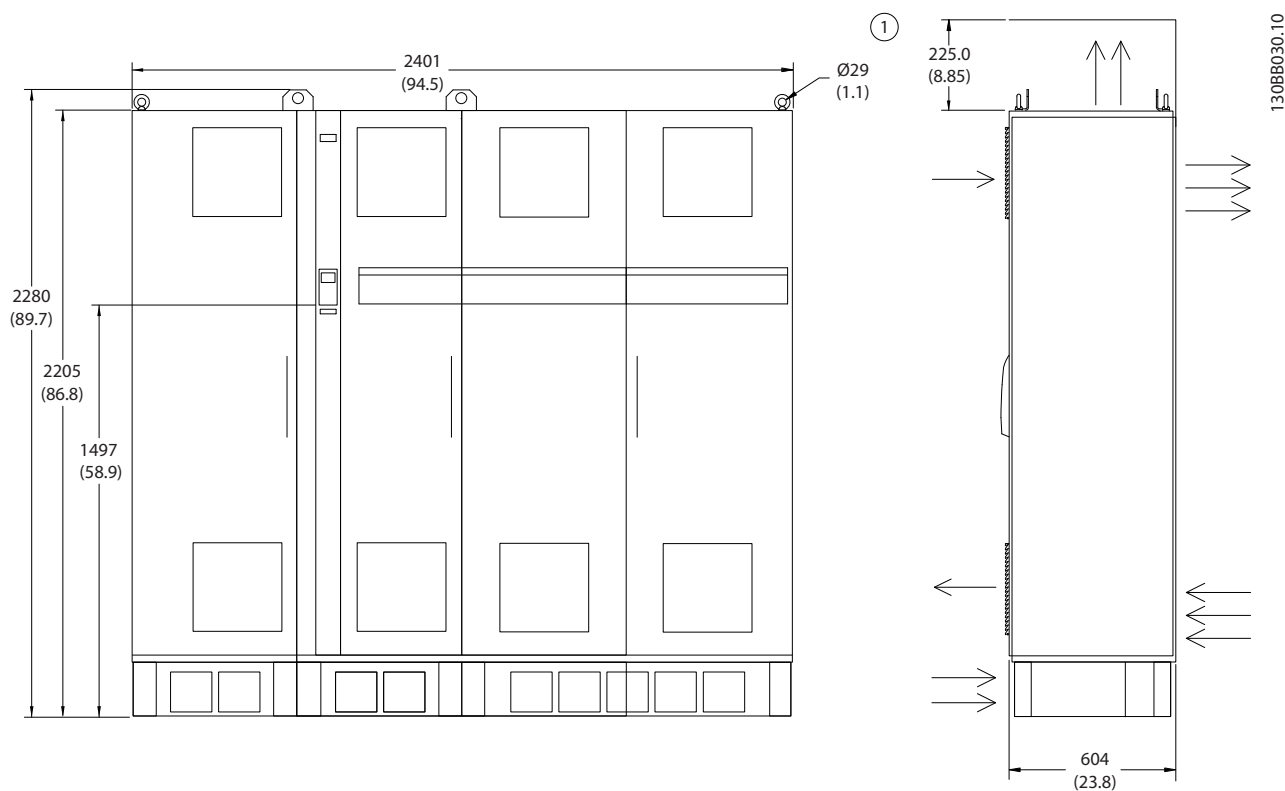


Рисунок 6.26 Габаритные размеры, F4

1	Минимальное расстояние от потолка
---	-----------------------------------

Таблица 6.18 Пояснения к Рисунок 6.26

Типоразмер		D1h	D2h	D3h	D4h	D3h	D4h
		90–132 кВт (380–500 В) 90–132 кВт (525–690 В)	160–250 кВт (380–500 В) 160–315 кВт (525–690 В)	90–132 кВт (380–500 В) 37–132 кВт (525–690 В)	160–250 кВт (380–500 В) 160–315 кВт (525–690 В)	С клеммами цепи разделения нагрузки и рекуперации	
IP NEMA		21/54 Тип 1/12	21/54 Тип 1/12	20 Шасси	20 Шасси		
Габариты в упаковке [мм]	Высота	587	587	587	587	587	587
	Ширина	997	1170	997	1170	1230	1430
	Глубина	460	535	460	535	460	535
Габариты привода [мм]	Высота	901	1060	909	1122	1004	1268
	Ширина	325	420	250	350	250	350
	Глубина	378	378	375	375	375	375
Макс. масса [кг]		98	164	98	164	108	179

Таблица 6.19 Габаритные размеры, размеры блока D1h–D4h

Типоразмер		D5h	D6h	D7h	D8h
		90–132 кВт (380–500 В) 90–132 кВт (525–690 В)	90–132 кВт (380–500 В) 90–132 кВт (525–690 В)	160–250 кВт (380–500 В) 160–315 кВт (525–690 В)	160–250 кВт (380–500 В) 160–315 кВт (525–690 В)
IP NEMA		21/54 Тип 1/12	21/54 Тип 1/12	21/54 Тип 1/12	21/54 Тип 1/12
Габариты в упаковке [мм]	Высота	660	660	660	660
	Ширина	1820	1820	2470	2470
	Глубина	510	510	590	590
Габариты привода [мм]	Высота	1324	1663	1978	2284
	Ширина	325	325	420	420
	Глубина	381	381	386	406
Макс. масса [кг]		116	129	200	225

Таблица 6.20 Габаритные размеры, типоразмеры D5h–D8h

Типоразмер		E1	E2	F1	F2	F3	F4
		250–400 кВт (380–500 В) 355–560 кВт (525–690 В)	250–400 кВт (380–500 В) 355–560 кВт (525–690 В)	450–630 кВт (380–500 В) 630–800 кВт (525–690 В)	710–800 кВт (380–500 В) 900–1200 кВт (525–690 В)	450–630 кВт (380–500 В) 630–800 кВт (525–690 В)	710–800 кВт (380–500 В) 900–1200 кВт (525–690 В)
IP NEMA		21, 54 Тип 12	00 Шасси	21, 54 Тип 12	21, 54 Тип 12	21, 54 Тип 12	21, 54 Тип 12
Габариты в упаковке [мм]	Высота	840	831	2324	2324	2324	2324
	Ширина	2197	1705	1569	1962	2159	2559
	Глубина	736	736	1130	1130	1130	1130
Габариты привода [мм]	Высота	2000	1547	2204	2204	2204	2204
	Ширина	600	585	1400	1800	2000	2400
	Глубина	494	498	606	606	606	606
Макс. масса [кг]		313	277	1017	1260	1318	1561

Таблица 6.21 Габаритные размеры, типоразмеры E1–E2, F1–F4

6.1.5 Габаритные размеры, 12-импульсные блоки

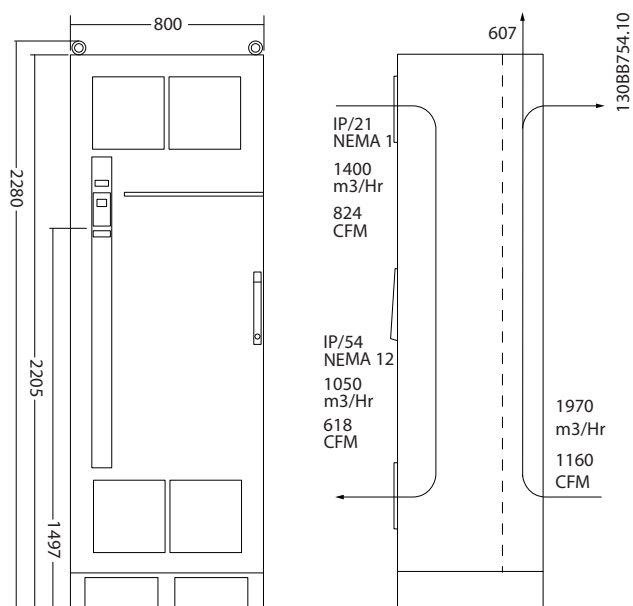


Рисунок 6.27 Габаритные размеры (мм), F8

6

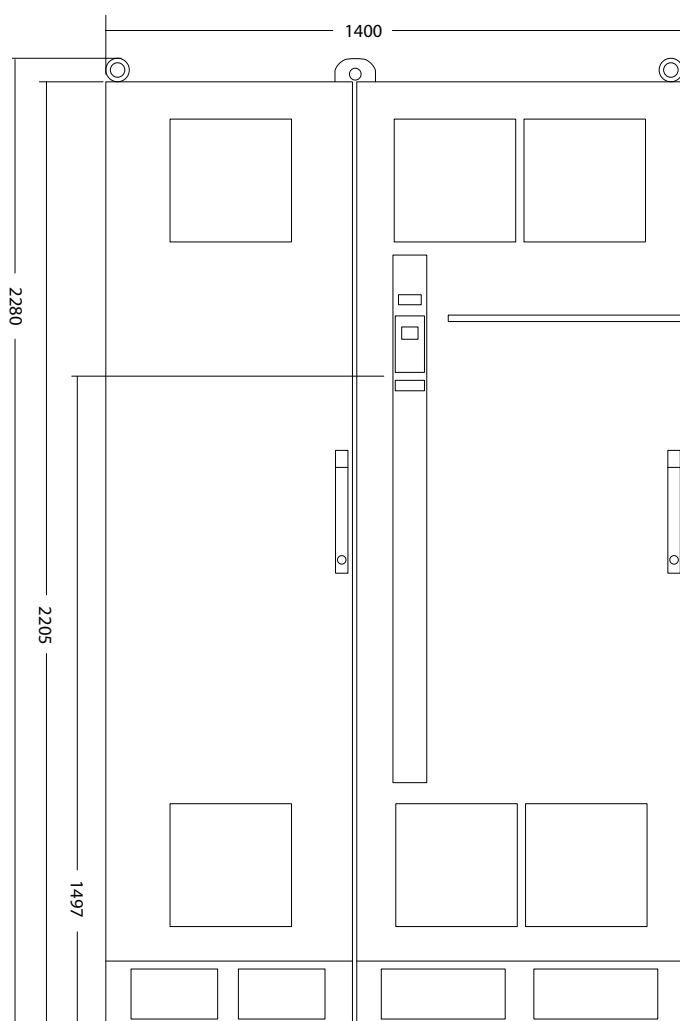
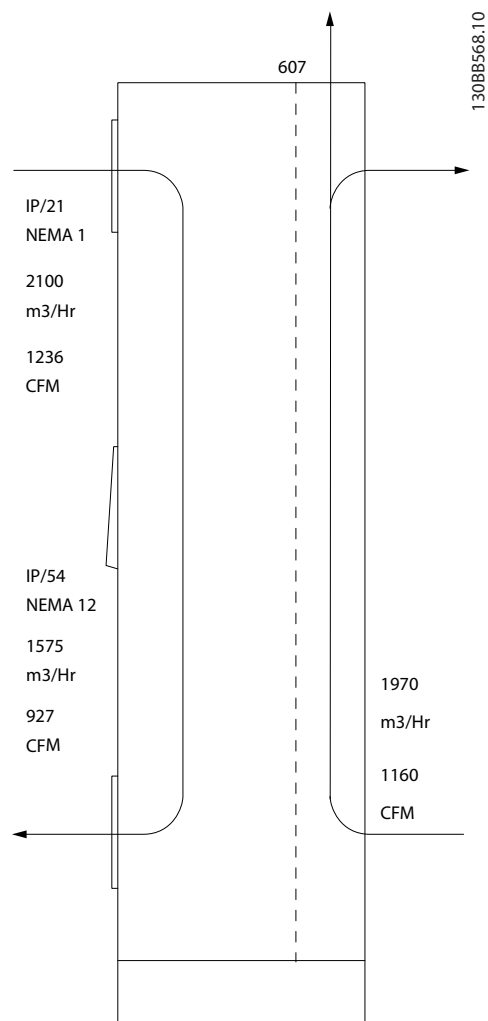


Рисунок 6.28 Габаритные размеры (мм), F9



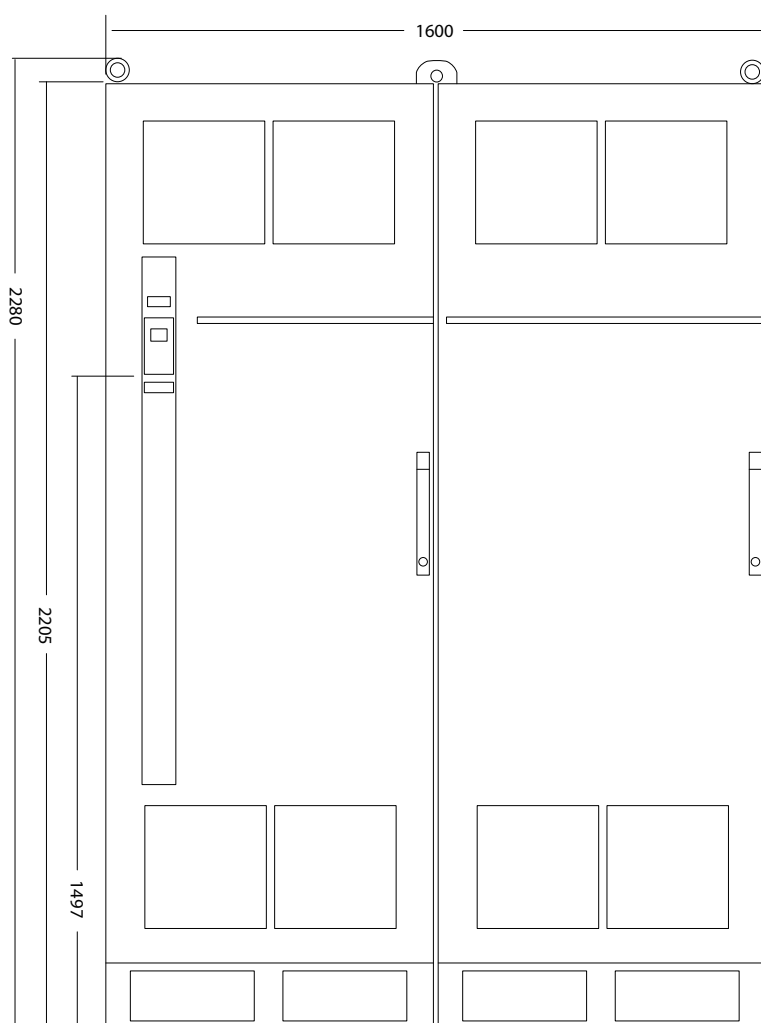
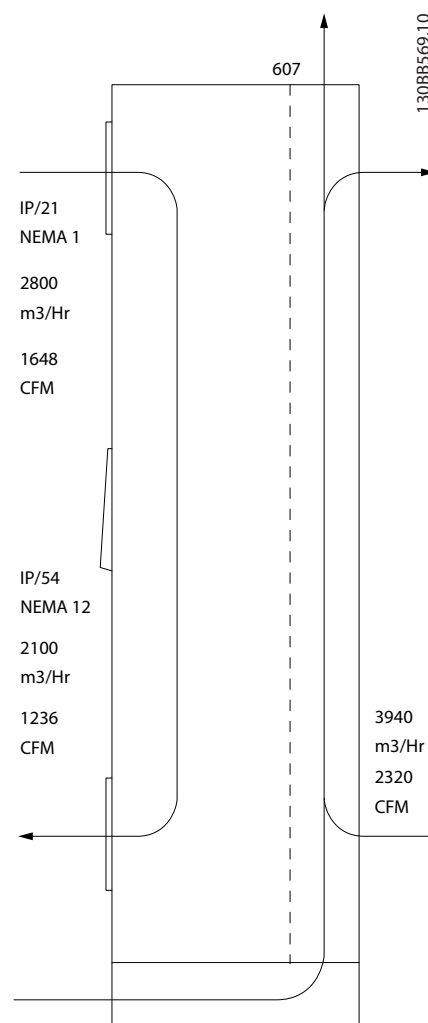


Рисунок 6.29 Габаритные размеры (мм), F10



6

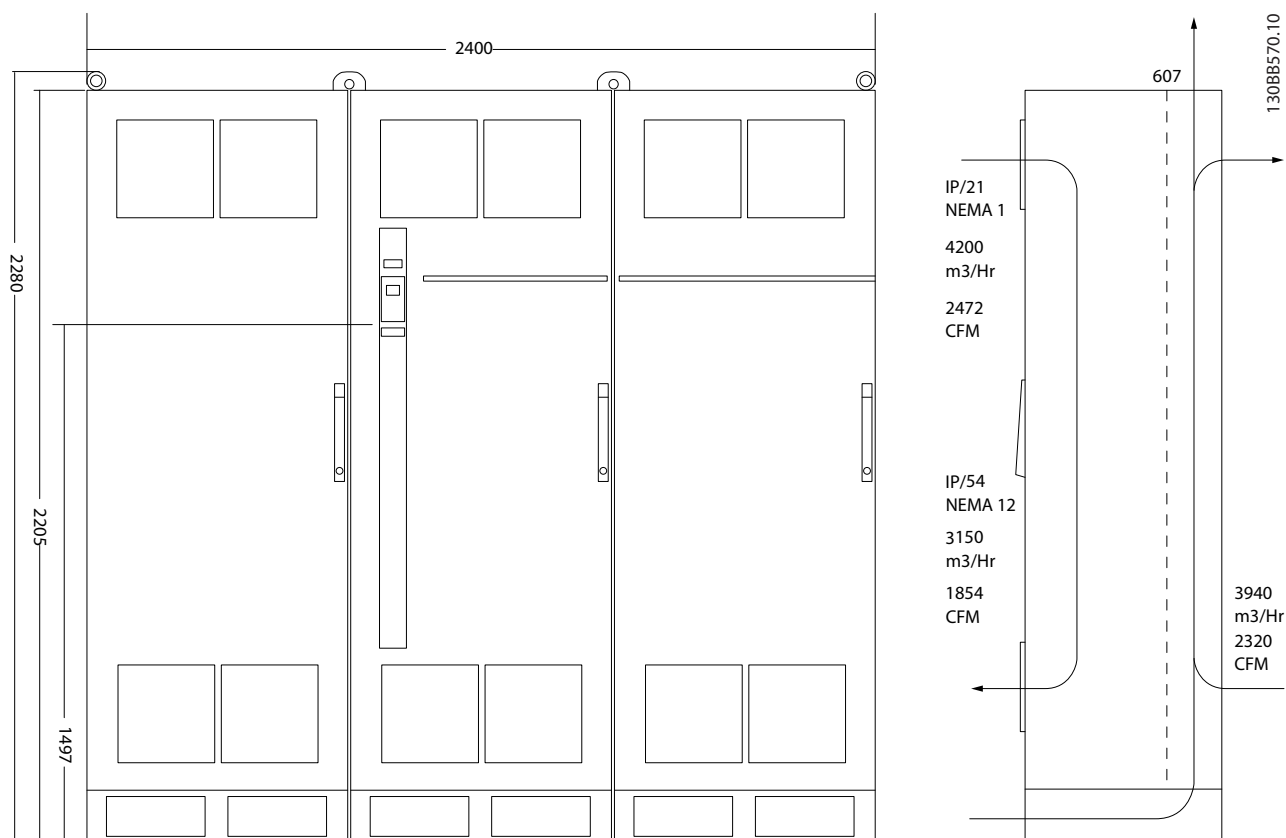


Рисунок 6.30 Габаритные размеры (мм), F11

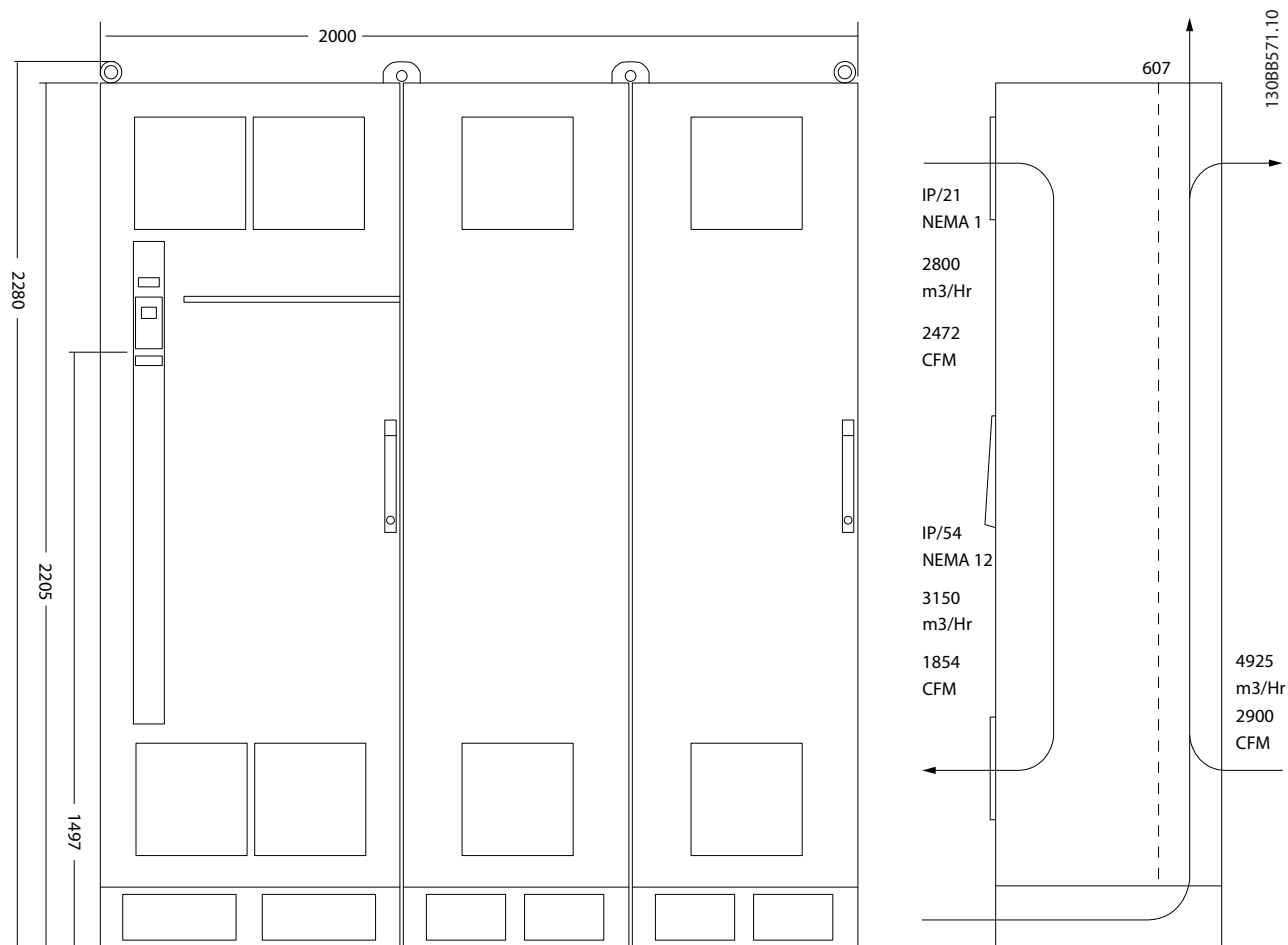


Рисунок 6.31 Габаритные размеры (мм), F12

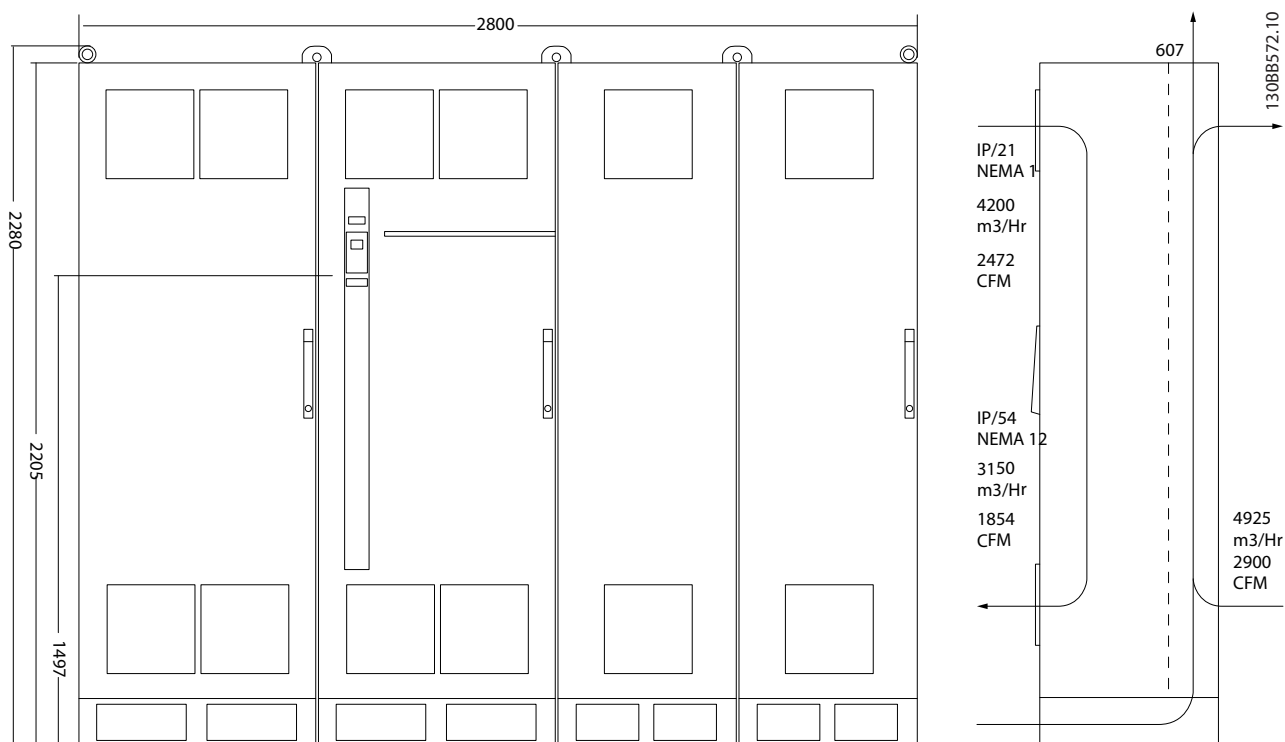


Рисунок 6.32 Габаритные размеры (мм), F13

Типоразмер	F8	F9	F10	F11	F12	F13
Большая перегрузка по номинальной мощности — перегрузка по моменту 160 %	250–400 кВт (380–500 В) 355–560 кВт (525–690 В)	250–400 кВт (380–500 В) 355–560 кВт (525–690 В)	450–630 кВт (380–500 В) 630–800 кВт (525–690 В)	450–630 кВт (380–500 В) 630–800 кВт (525–690 В)	710–800 кВт (380–500 В) 900–1200 кВт (525–690 В)	710–800 кВт (380–500 В) 900–1200 кВт (525–690 В)
IP	21, 54	21, 54	21, 54	21, 54	21, 54	21, 54
NEMA	Тип 1/Тип 12	Тип 1/Тип 12	Тип 1/Тип 12	Тип 1/Тип 12	Тип 1/Тип 12	Тип 1/Тип 12
Габариты в упаковке [мм]	Высота	2324				
	Ширина	970	1568	1760	2559	2160
	Глубина	1130				
Габариты привода [мм]	Высота	2204				
	Ширина	800	1400	1600	2200	2000
	Глубина	606				
Макс. масса [кг]	447	669	893	1116	1037	1259

Таблица 6.22 Габаритные размеры, 12-импульсные блоки, типоразмеры F8–F13

6.2 Механический монтаж

Чтобы обеспечить достижение надлежащих результатов без излишних трудозатрат во время монтажа, необходимо тщательно подготовиться к механическому монтажу преобразователя частоты. Требования к пространственному расположению можно найти в механических чертежах в *глава 6.1.4 Габаритные размеры*.

6.2.1 Необходимый инструмент

Для выполнения механического монтажа требуется следующий инструмент:

- Дрель со сверлом диаметром 10 или 12 мм.
- Рулетка.
- Ключ с соответствующими метрическими головками (7–17 мм).
- Удлинители для ключа.
- Пробойник листового металла для кабелепроводов или кабельных уплотнений в блоках IP21 (NEMA 1) и IP54 (NEMA 12).
- Траверса для подъема блока (стержень или труба максимальным диаметром 25 мм), рассчитанная на подъем не менее 400 кг.
- Кран или иной подъемник для установки преобразователя частоты на место.
- Для установки блока типоразмера E1 в корпусах типа IP21 и IP54 требуется ключ Torx T50.

6.2.2 Общие соображения

Доступ к проводам

Убедитесь в наличии достаточного пространства для доступа к кабелям с возможностью их изгибания. Поскольку корпус IP00 открыт снизу, кабели необходимо крепить к задней панели корпуса, в котором монтируется преобразователь частоты.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Все кабельные наконечники/муфты должны быть установлены в пределах ширины контактной шины.

Свободное пространство

Убедитесь в наличии свободного пространства над и под преобразователем частоты, достаточного для притока воздуха и подвода кабелей. Кроме того, необходимо предусмотреть достаточно места перед блоком для открывания дверцы панели.

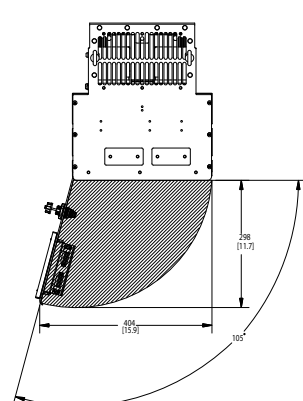


Рисунок 6.33 Пространство перед корпусом типа IP21/IP54, типоразмеры D1h, D5h и D6h.

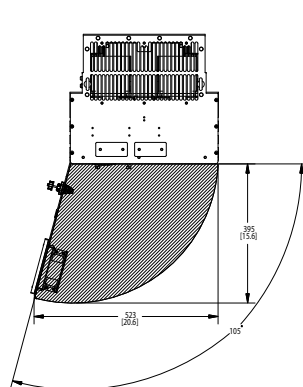


Рисунок 6.34 Пространство перед корпусом типа IP21/IP54, типоразмеры D2h, D7h и D8h.

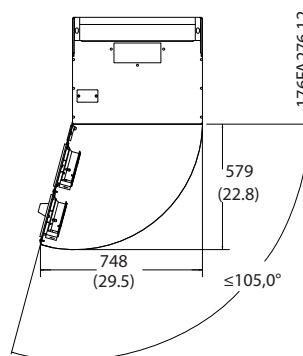


Рисунок 6.35 Пространство перед корпусом типа IP21/IP54, типоразмер E1

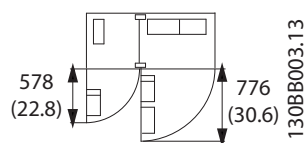


Рисунок 6.36 Пространство перед корпусом типа IP21/IP54, типоразмер F1.

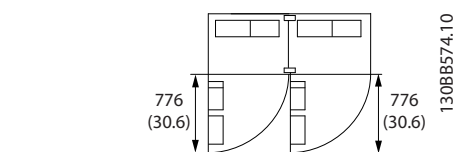


Рисунок 6.42 Пространство перед корпусом типа IP21/IP54, типоразмер F10

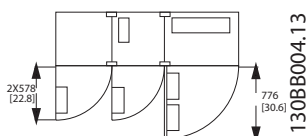


Рисунок 6.37 Пространство перед корпусом типа IP21/IP54, типоразмер F3.

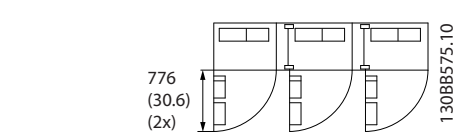


Рисунок 6.43 Пространство перед корпусом типа IP21/IP54, типоразмер F11

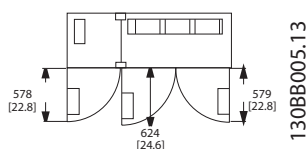


Рисунок 6.38 Пространство перед корпусом типа IP21/IP54, типоразмер F2.

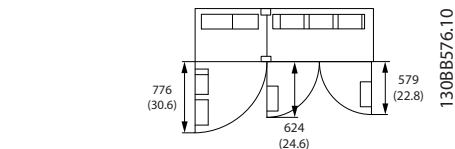


Рисунок 6.44 Пространство перед корпусом типа IP21/IP54, типоразмер F12

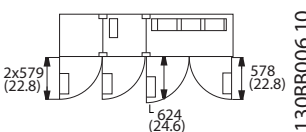


Рисунок 6.39 Пространство перед корпусом типа IP21/IP54, типоразмер F4

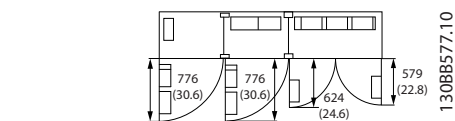


Рисунок 6.45 Пространство перед корпусом типа IP21/IP54, типоразмер F13

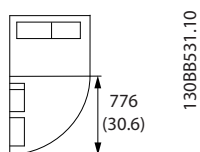


Рисунок 6.40 Пространство перед корпусом типа IP21/IP54, типоразмер F8.

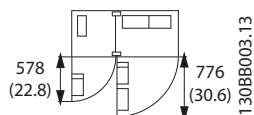


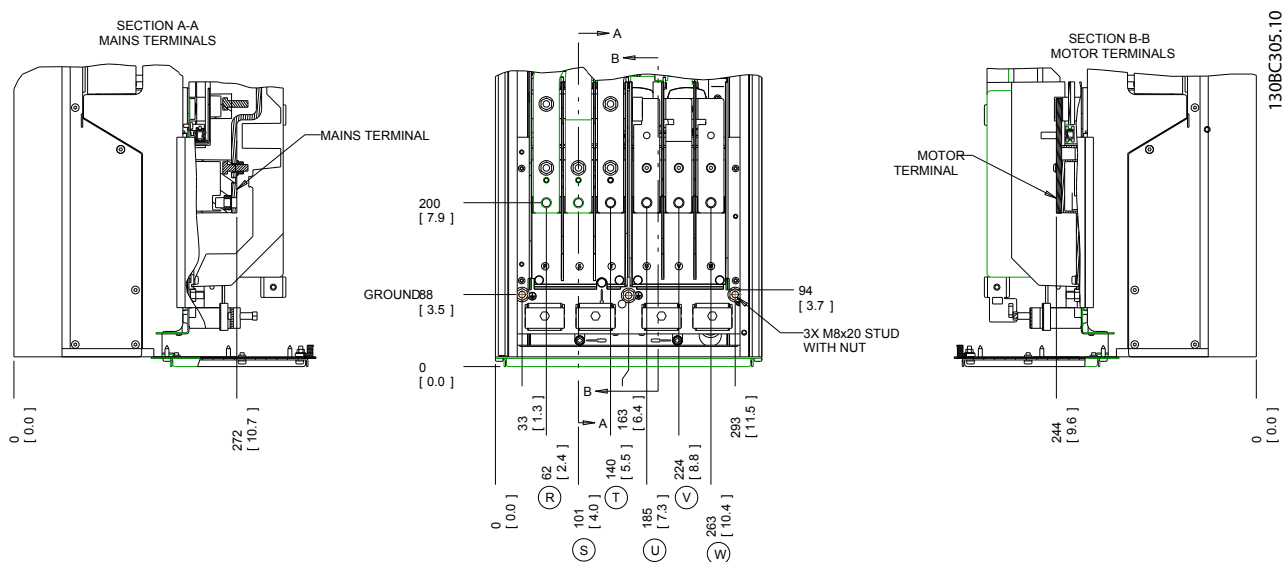
Рисунок 6.41 Пространство перед корпусом типа IP21/IP54, типоразмер F9

6.2.3 Расположение клемм — типоразмер D

При планировании подвода кабелей, учитывайте следующее расположение клемм. Размеры даны в миллиметрах [дюймах].

УВЕДОМЛЕНИЕ

Силовые кабели тяжелые и изгибаются с трудом. Найдите оптимальное положение преобразователя частоты, обеспечивающее удобный монтаж кабелей.



6

Рисунок 6.46 Расположение силовых разъемов, типоразмер D1h

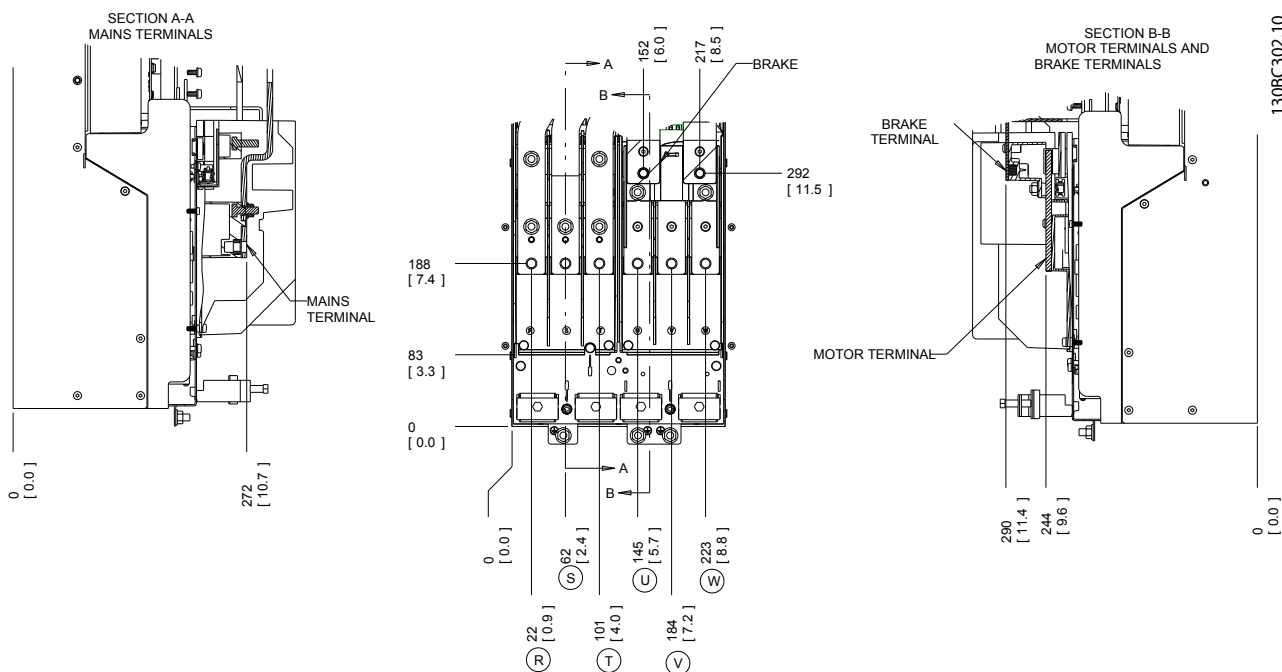
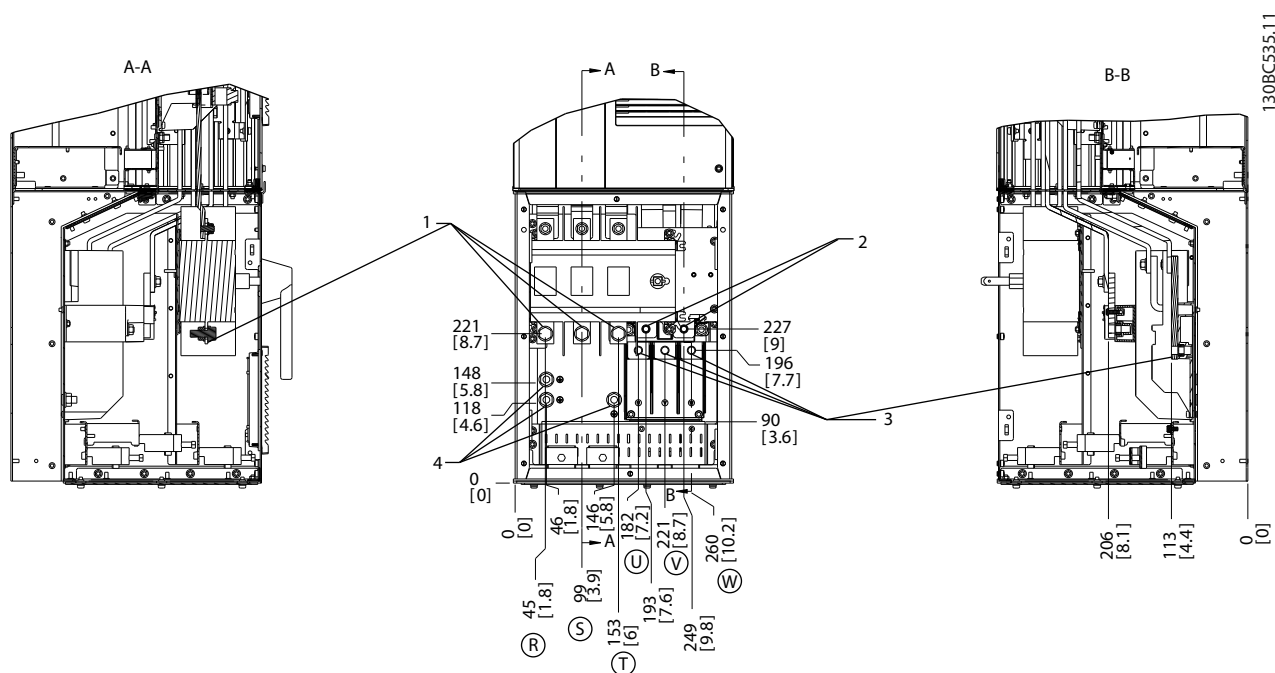


Рисунок 6.47 Расположение силовых разъемов, типоразмер D3h



The technical drawings illustrate the terminal block for the 130BC333.10 motor. Section A-A shows the Mains Terminals, including the Mains Terminal (319 [12.6]), Motor Terminal (200 [7.9]), and Brake / Regen Terminal (376 [14.8]). Section B-B shows the Motor Terminals and Brake Terminals, including the Motor Terminal (308 [12.1]), Brake / Regen Terminal (255 [10.0]), and Brake Terminal (319 [12.6]). The drawings also show the internal wiring and the terminal block assembly.

MG34S250 — Bep. 29-11-2013

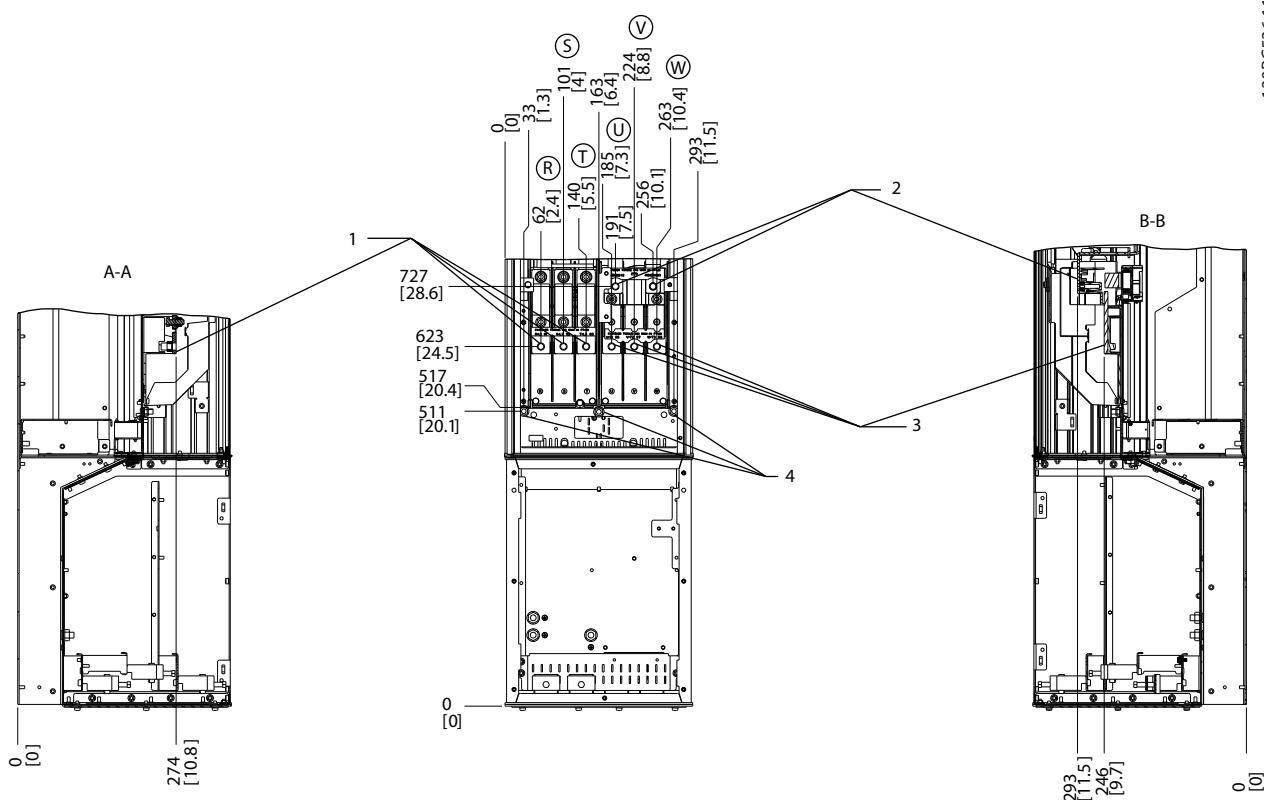


6

Рисунок 6.50 Расположения клемм, D5h с разъединителем

1	Сетевые клеммы
2	Клеммы подключения тормозного резистора
3	Клеммы подключения двигателя
4	Клеммы заземления/зануления

Таблица 6.23 Пояснения к Рисунок 6.50

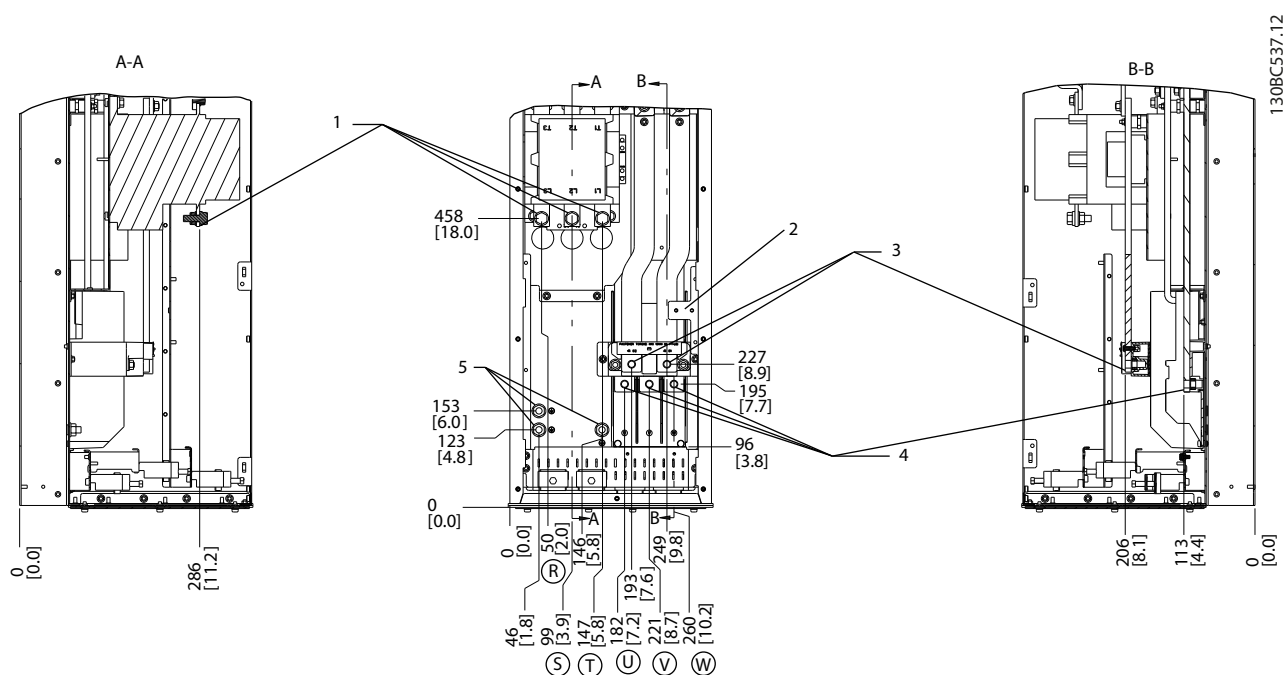


1308C536.11

Рисунок 6.51 Расположение клемм, D5h с тормозом

1	Сетевые клеммы
2	Клеммы подключения тормозного резистора
3	Клеммы подключения двигателя
4	Клеммы заземления/зануления

Таблица 6.24 Пояснения к Рисунок 6.51



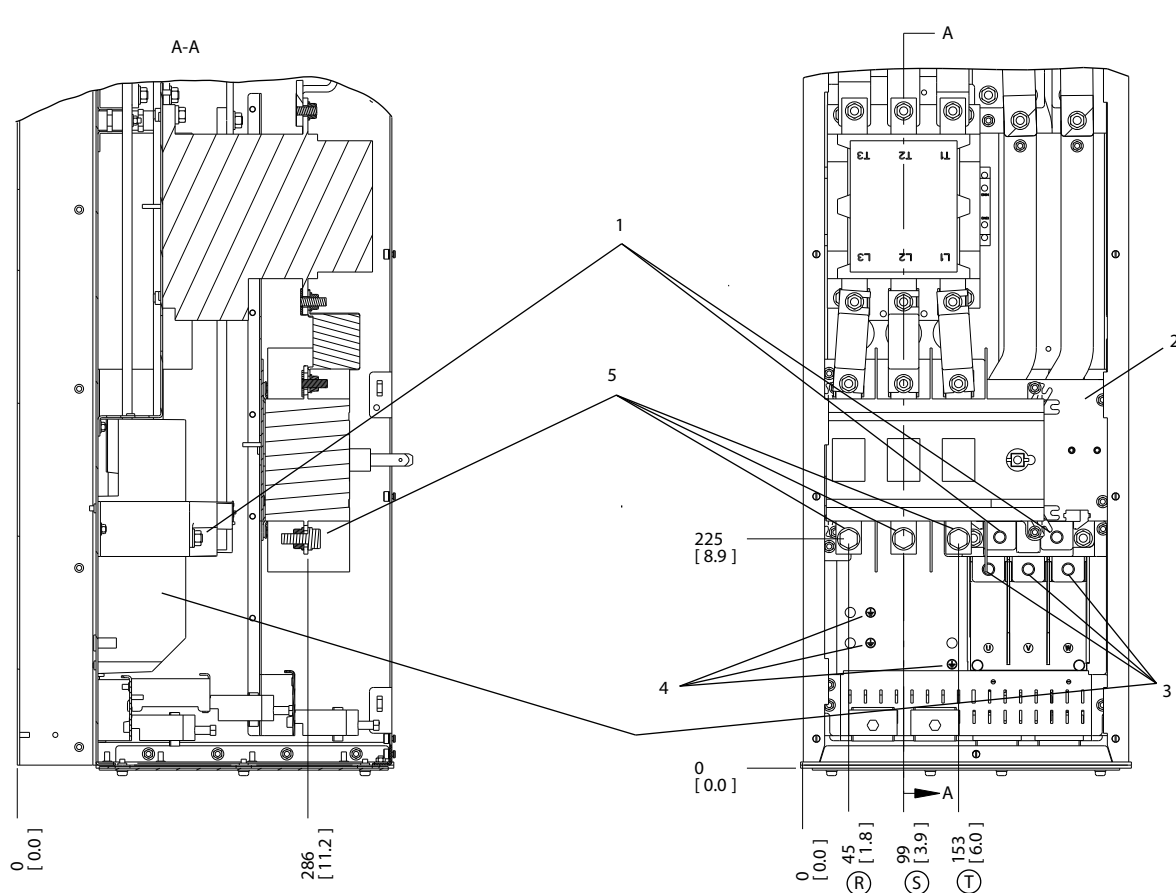
6

Рисунок 6.52 Расположение клемм, D6h с контактором

1	Сетевые клеммы
2	Клеммная колодка для контактора ТВ6
3	Клеммы подключения тормозного резистора
4	Клеммы подключения двигателя
5	Клеммы заземления/зануления

Таблица 6.25 Пояснения к Рисунок 6.52

6

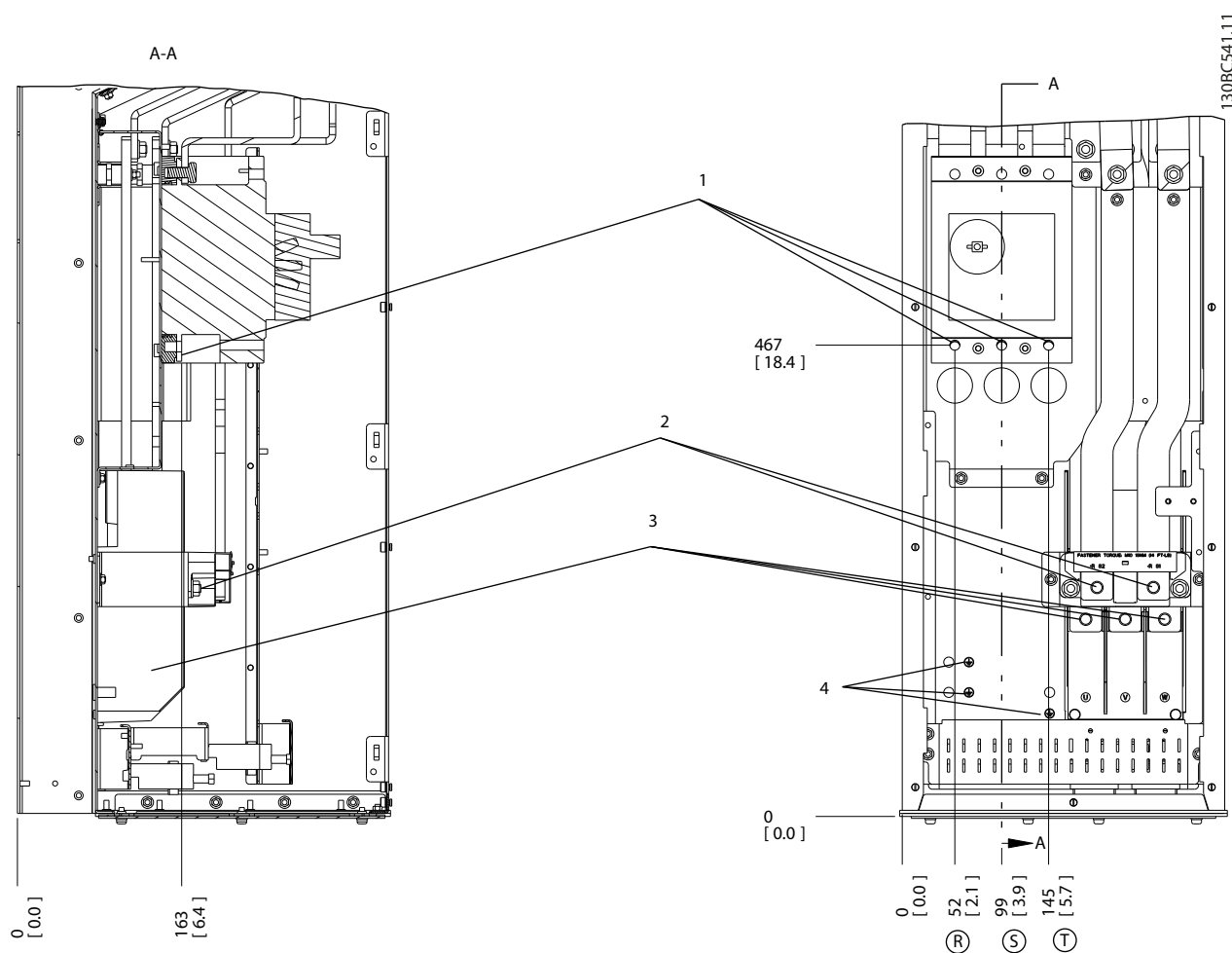


1308C538.12

Рисунок 6.53 Расположение клемм, D6h с контактором и разъединителем

1	Клеммы подключения тормозного резистора
2	Клеммная колодка для контактора ТВ6
3	Клеммы подключения двигателя
4	Клеммы заземления/зануления
5	Сетевые клеммы

Таблица 6.26 Пояснения к Рисунок 6.53



6

Рисунок 6.54 Расположение клемм, D6h с автоматическим выключателем

1	Сетевые клеммы
2	Клеммы подключения тормозного резистора
3	Клеммы подключения двигателя
4	Клеммы заземления/зануления

Таблица 6.27 Пояснения к Рисунок 6.54

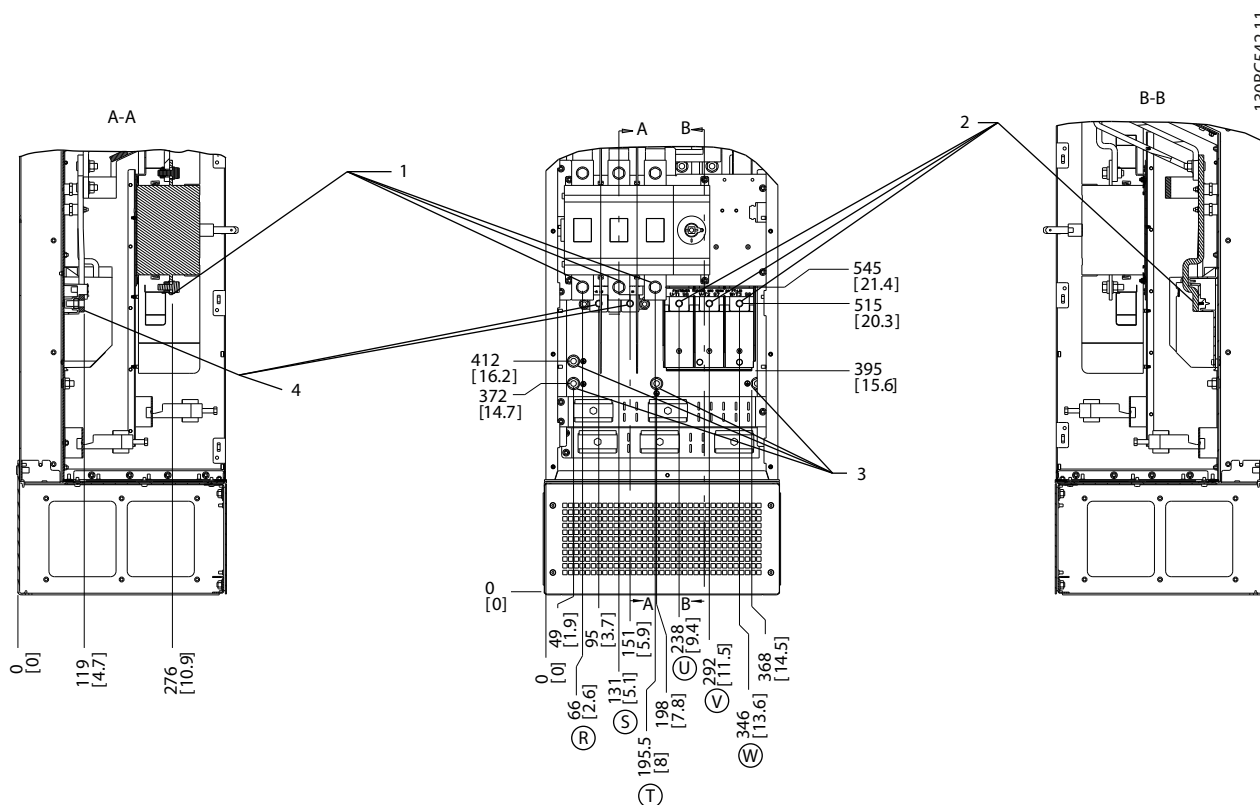


Рисунок 6.55 Расположения клемм, D7h с разъединителем

1	Сетевые клеммы
2	Клеммы подключения двигателя
3	Клеммы заземления/зануления
4	Клеммы подключения тормозного резистора

Таблица 6.28 Пояснения к Рисунок 6.55

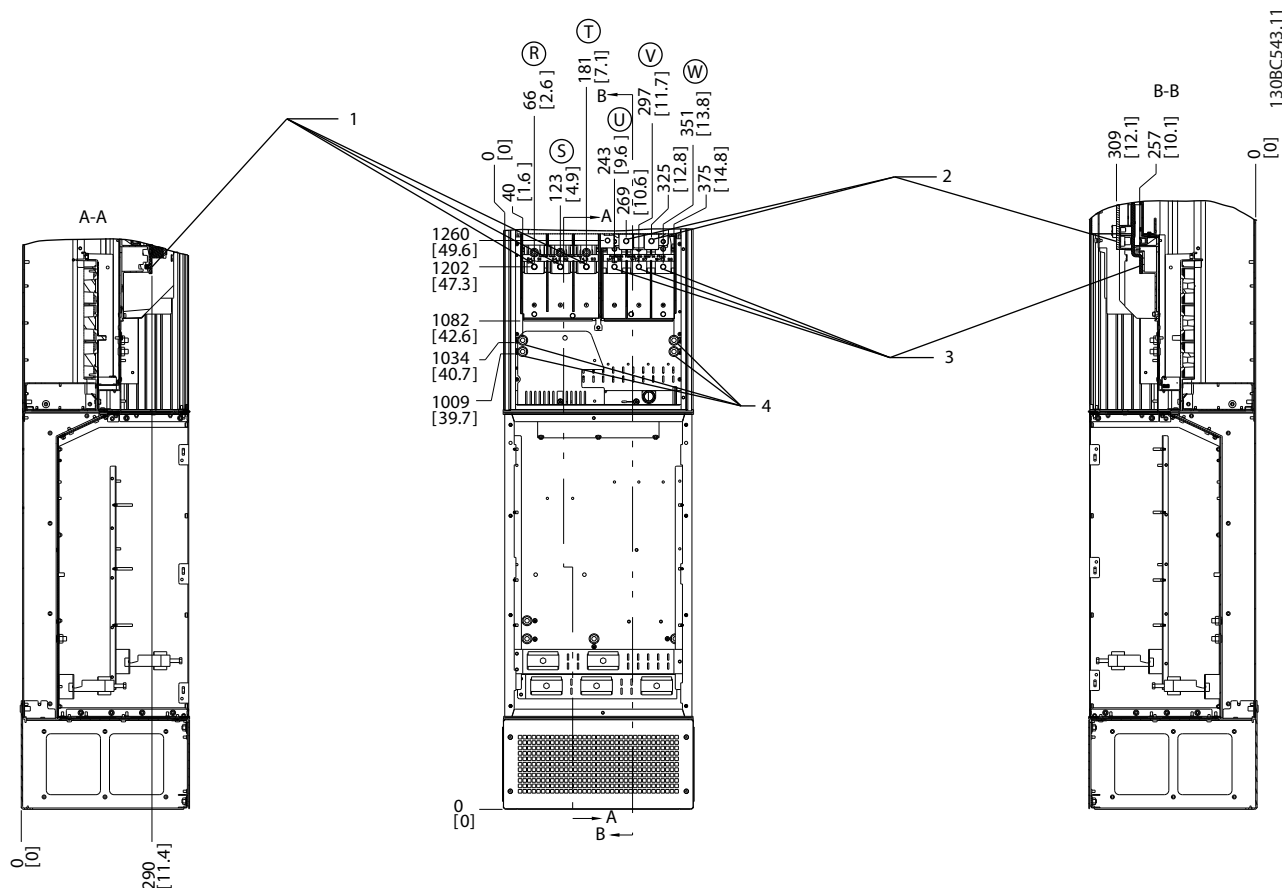
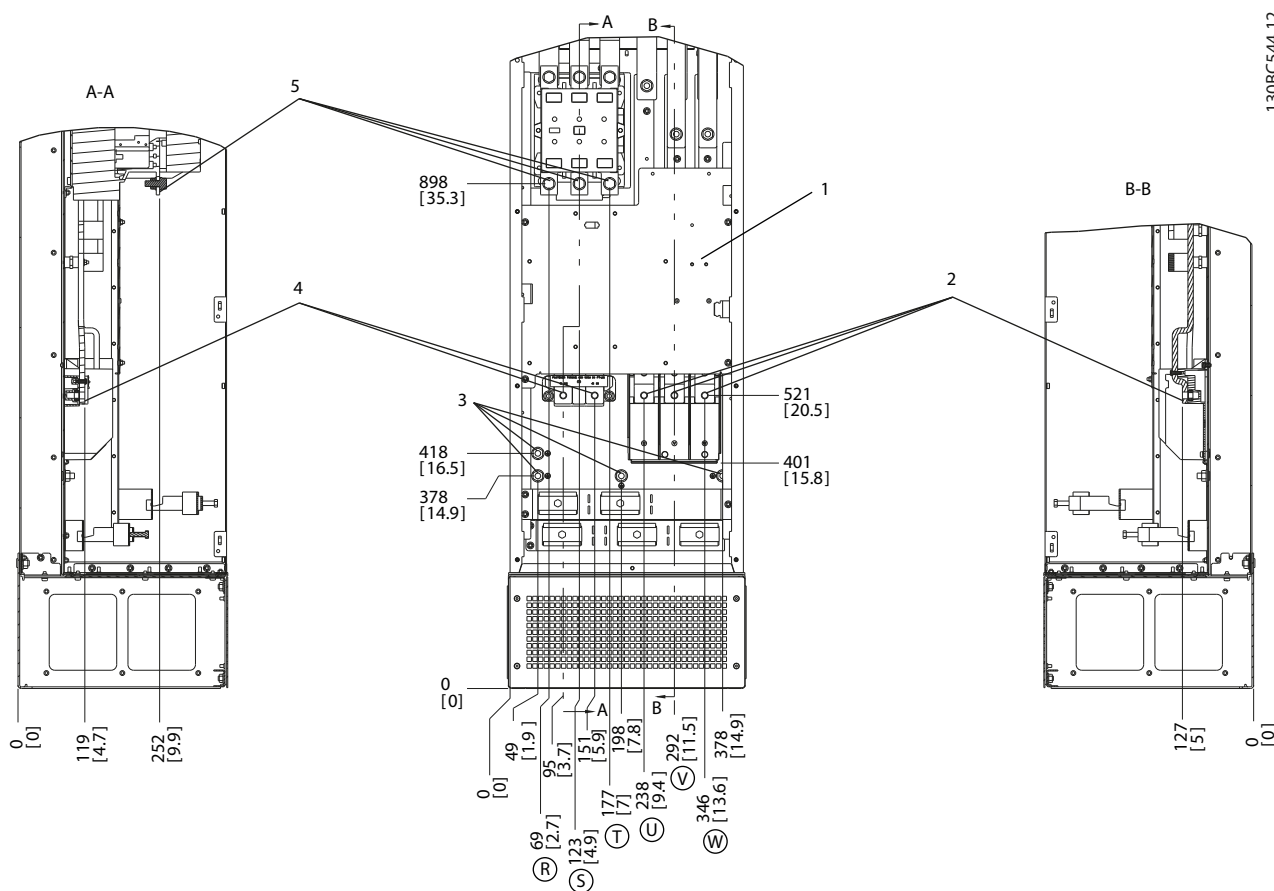


Рисунок 6.56 Расположение клемм, D7h с тормозом

1	Сетевые клеммы
2	Клеммы подключения тормозного резистора
3	Клеммы подключения двигателя
4	Клеммы заземления/зануления

Таблица 6.29 Пояснения к Рисунок 6.56



130BC544.12

Рисунок 6.57 Расположение клемм, D8h с контактором

1	Клеммная колодка для контактора TB6
2	Клеммы подключения двигателя
3	Клеммы заземления/зануления
4	Клеммы подключения тормозного резистора
5	Сетевые клеммы

Таблица 6.30 Пояснения к Рисунок 6.57

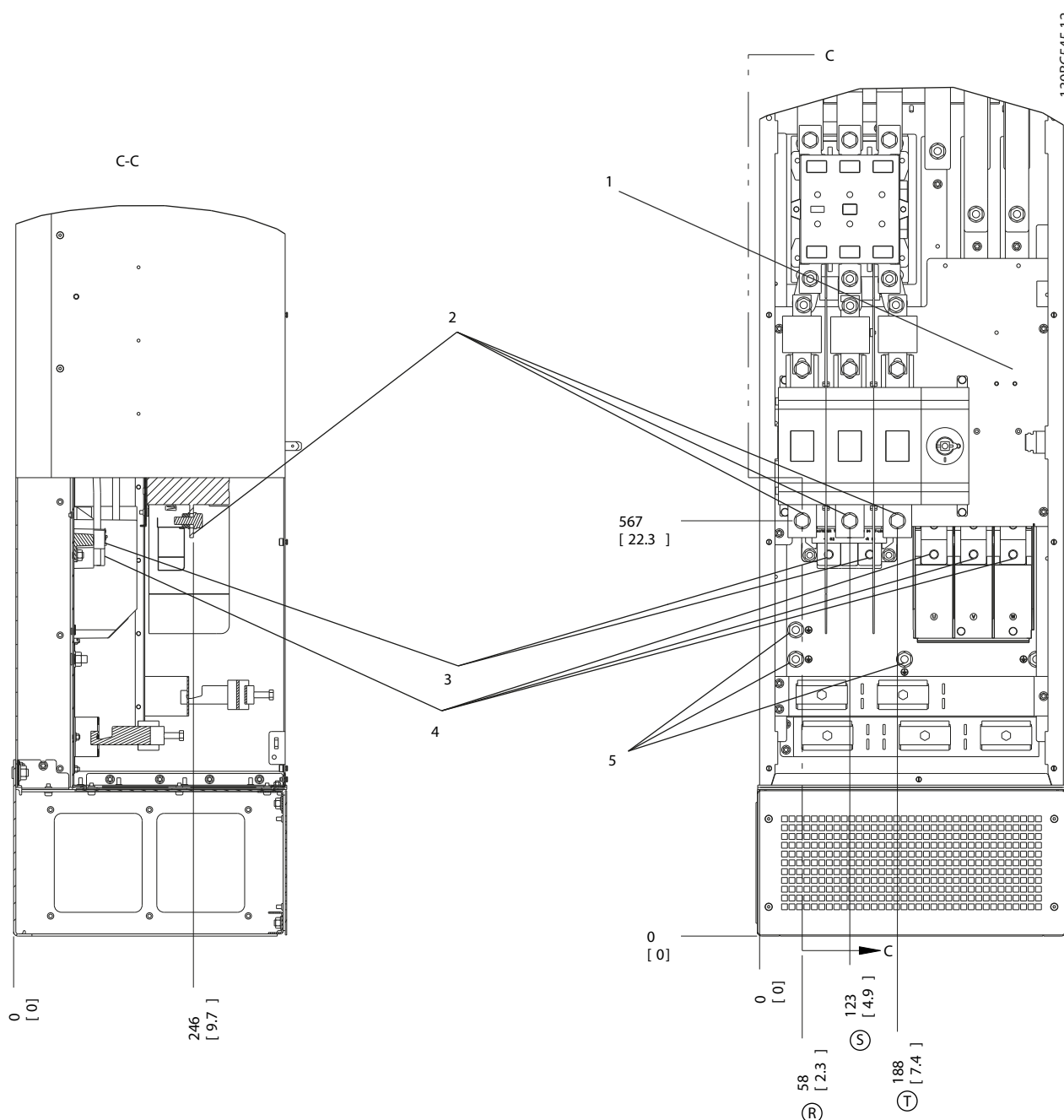


Рисунок 6.58 Расположение клемм, D8h с контактором и разъединителем

1	Клеммная колодка для контактора TB6
2	Сетевые клеммы
3	Клеммы подключения тормозного резистора
4	Клеммы подключения двигателя
5	Клеммы заземления/зануления

Таблица 6.31 Пояснения к Рисунок 6.58

6

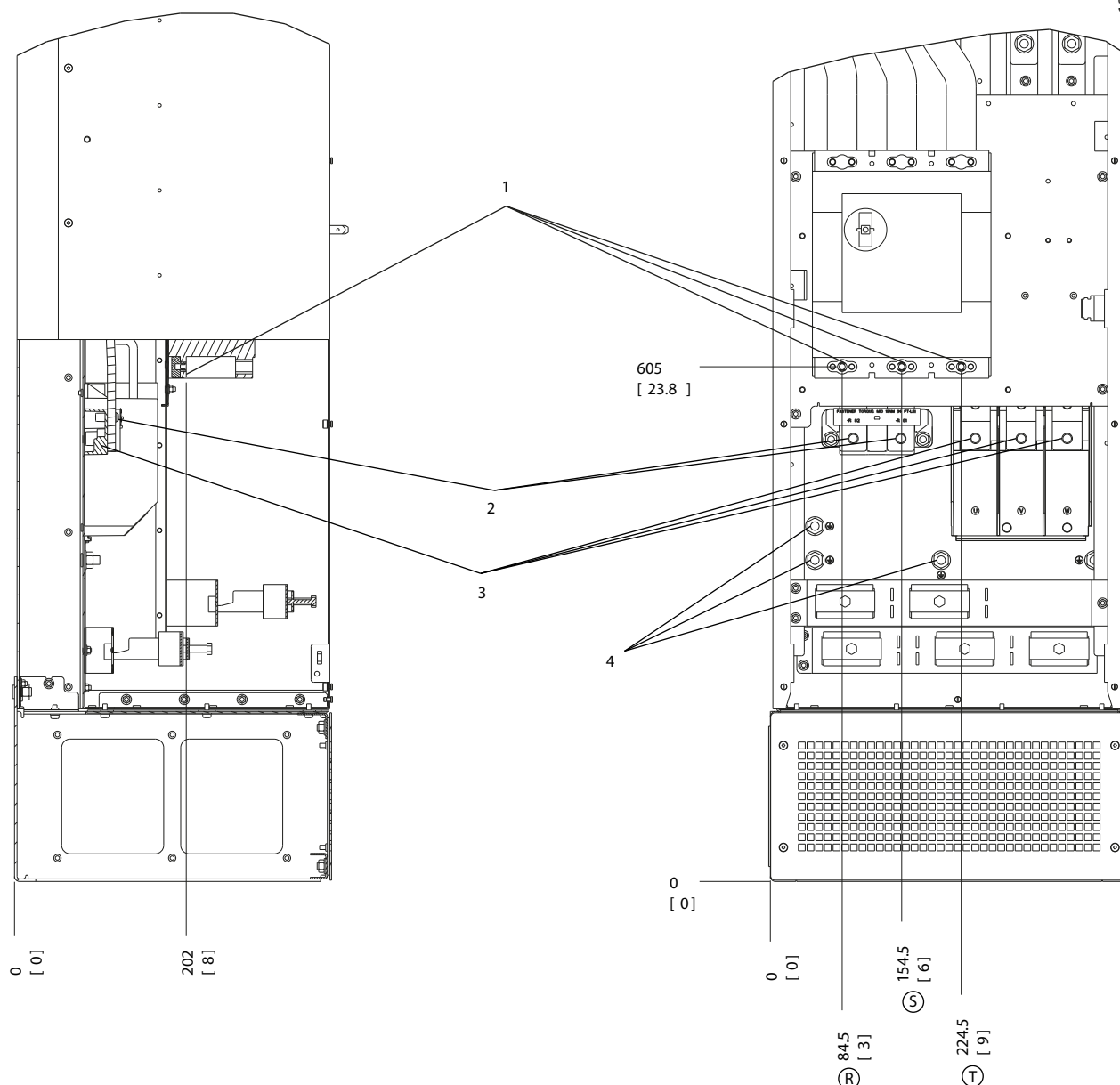


Рисунок 6.59 Расположение клемм, D8h с автоматическим выключателем

1	Сетевые клеммы
2	Клеммы подключения тормозного резистора
3	Клеммы подключения двигателя
4	Клеммы заземления/зануления

Таблица 6.32 Пояснения к Рисунок 6.59

6.2.4 Расположение клемм — типоразмер E

Расположение клемм — типоразмер E1

При планировании подвода кабелей имейте в виду, что клеммы расположены так, как показано на приведенных ниже чертежах.

Размеры даны в миллиметрах [дюймах].

УВЕДОМЛЕНИЕ

Силовые кабели тяжелые и изгибаются с трудом. Найдите оптимальное положение преобразователя частоты, обеспечивающее удобный монтаж кабелей. Каждая клемма позволяет использовать до 4 кабелей с кабельными наконечниками или применять стандартный обжимной наконечник. Заземление подключается к соответствующей соединительной точке преобразователя частоты.

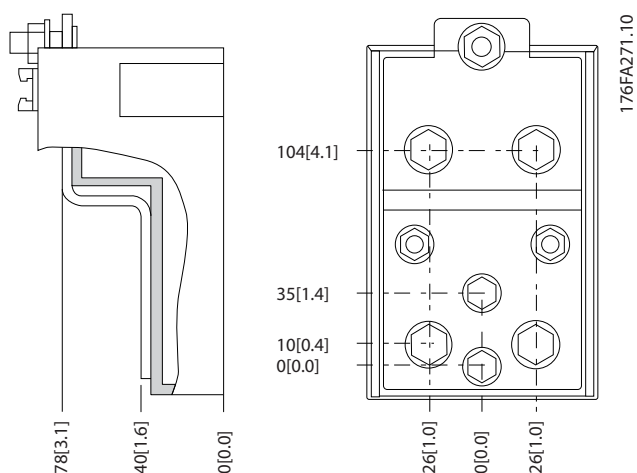


Рисунок 6.60 Клемма (детальный вид)

УВЕДОМЛЕНИЕ

Источник питания может быть подключен к точкам А или В.

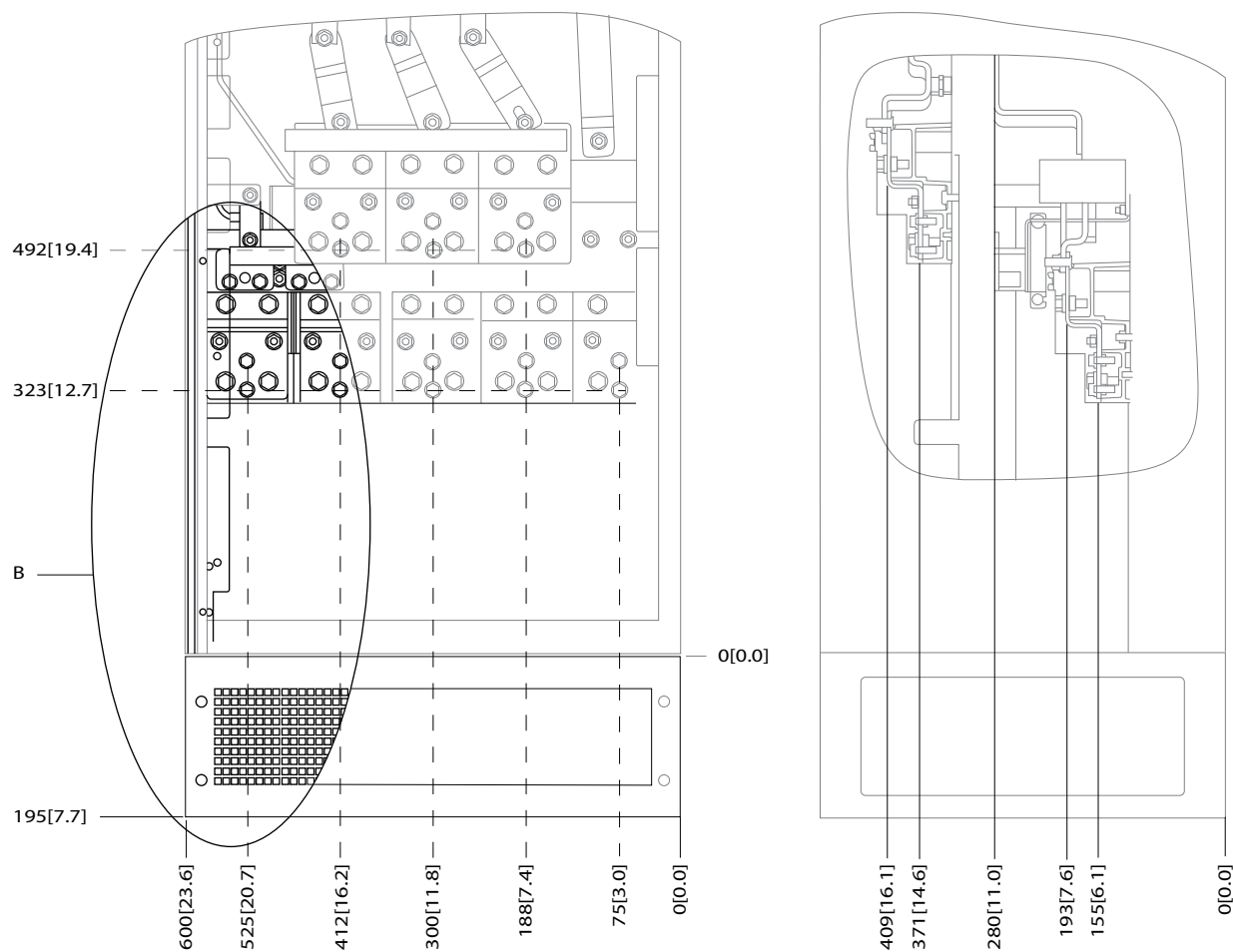


Рисунок 6.61 Расположение разъемов питания на корпусе IP21 (NEMA тип 1) и IP54 (NEMA тип 12)



159

6

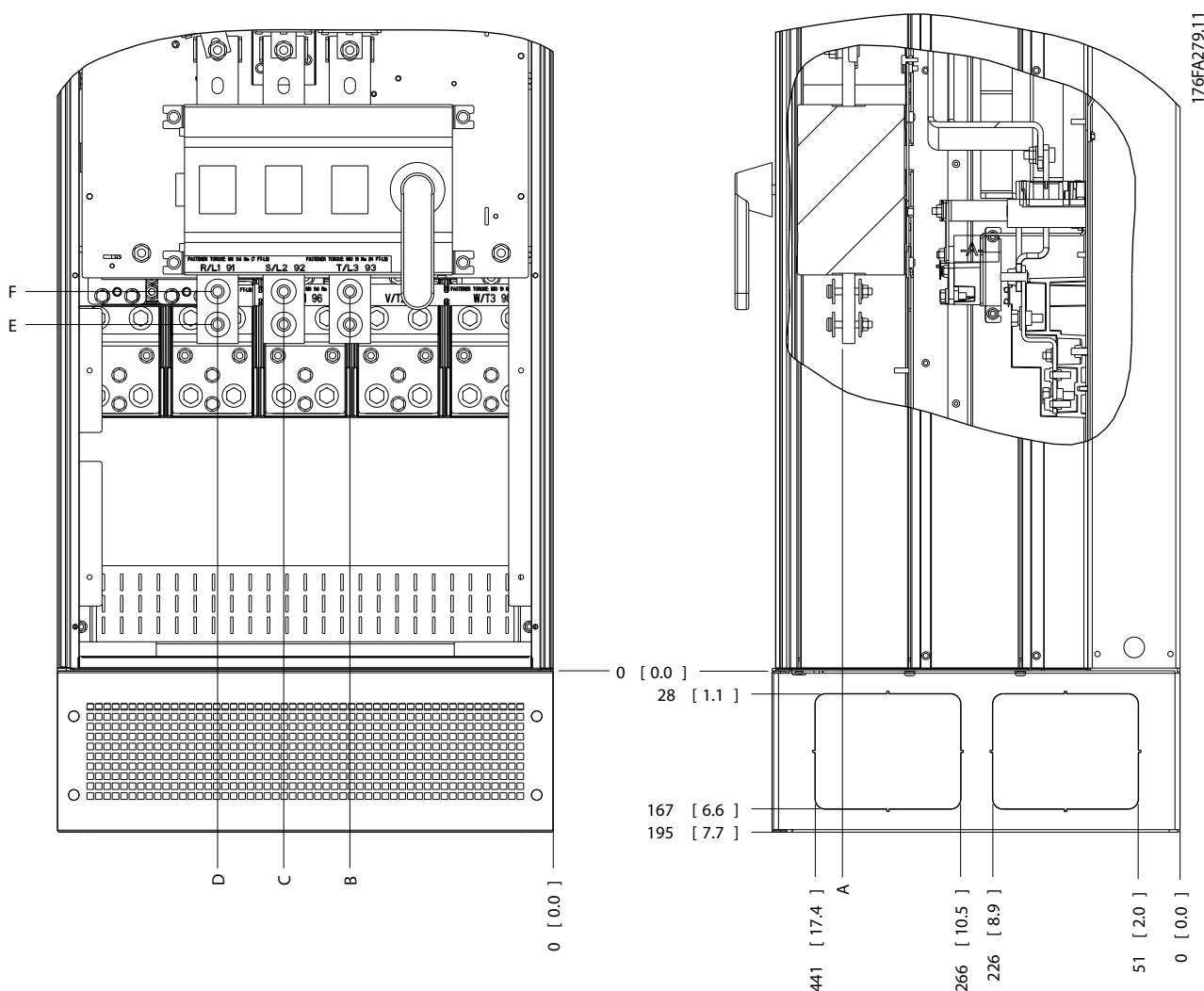


Рисунок 6.63 Расположение разъемов питания (расположение разъединителя) на корпусе IP21 (NEMA тип 1) и IP54 (NEMA тип 12)

Типоразмер	Тип блока	Габариты для клемм расцепителя, мм (дюймы)					
E1	IP54/IP21 UL и NEMA1/NEMA12	A	B	C	D	E	F
	250/315 кВт (400 В) и 355/450–500/630 кВт (690 В)	381 (15,0)	253 (9,9)	342 (13,5)	431 (17,0)	562 (22,1)	Не определен
	315/355–400/450 кВт (400 В)	371 (14,6)	251 (9,9)	341 (13,4)	431 (17,0)	416 (16,4)	455 (17,9)

Таблица 6.33 Пояснения к Рисунок 6.63

Расположение клемм — типоразмер E2

При планировании подвода кабелей имейте в виду, что клеммы расположены так, как показано на приведенных ниже чертежах.

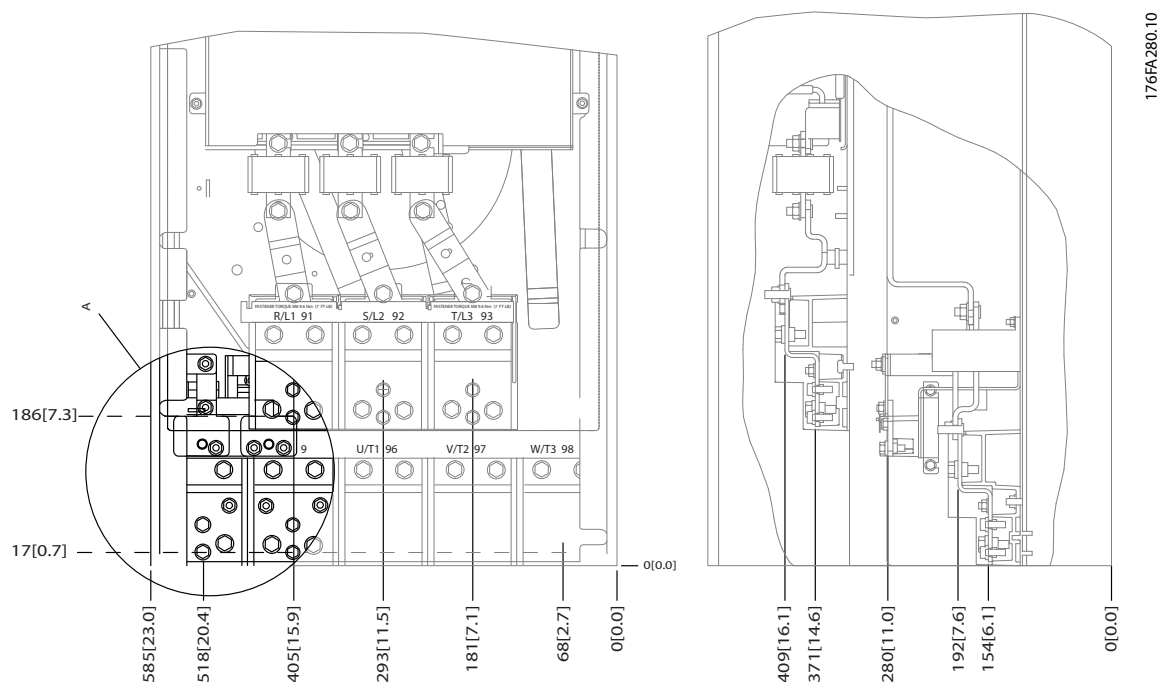


Рисунок 6.64 Расположение разъемов питания на корпусе IP00

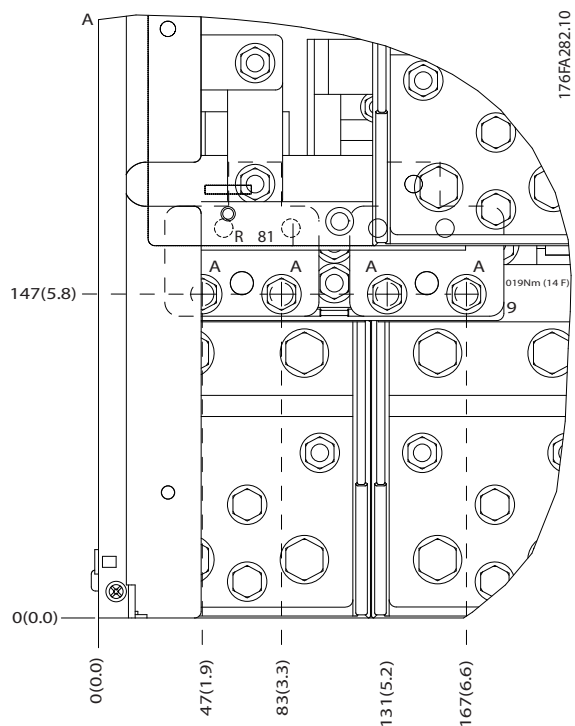


Рисунок 6.65 Расположение разъемов питания на корпусе IP00

6

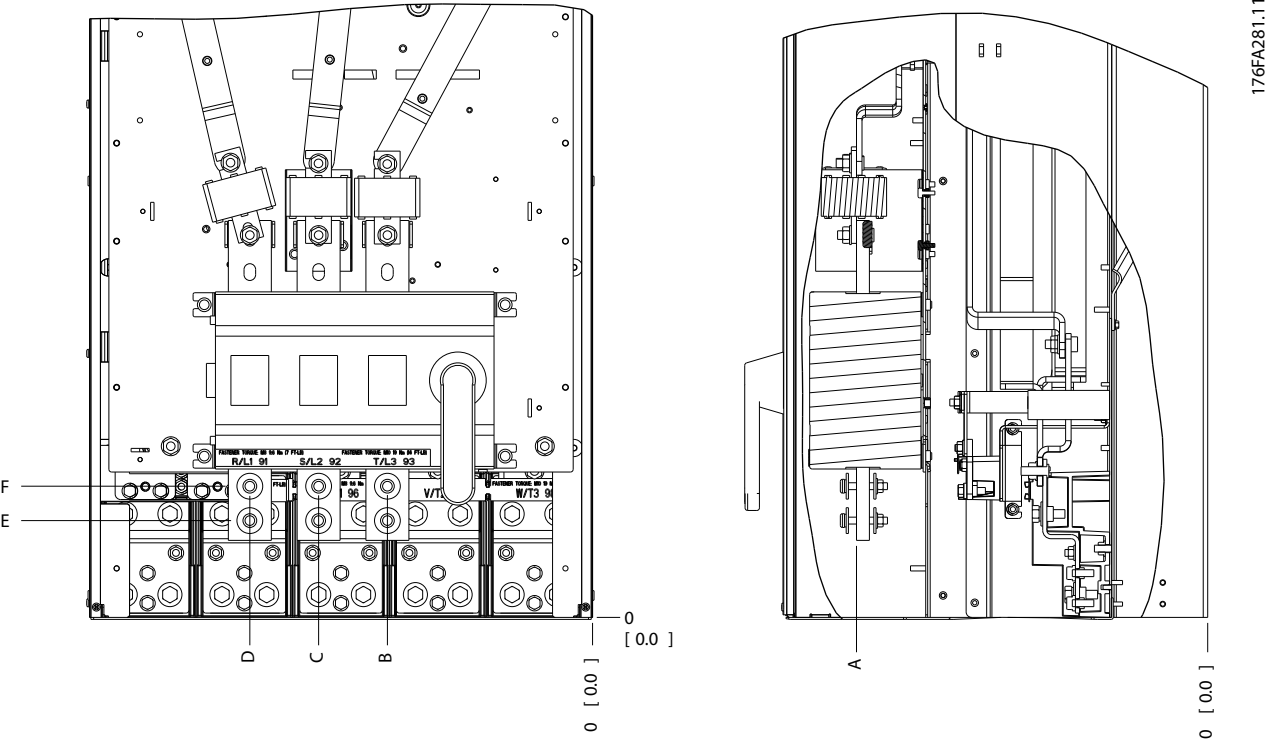


Рисунок 6.66 Расположение разъемов питания на корпусе IP00, расположение распрепителя

Типоразмер	Тип блока	Габариты для клемм распрепителя, мм (дюймы)					
		A	B	C	D	E	F
E2	IP00/CHASSIS						
	250/315 кВт (400 В) и 355/450–500/630 кВт (690 В)	381 (15,0)	245 (9,6)	334 (13,1)	423 (16,7)	256 (10,1)	Не определен
	315/355–400/450 кВт (400 В)	383 (15,1)	244 (9,6)	334 (13,1)	424 (16,7)	109 (4,3)	149 (5,8)

Таблица 6.34 Расположение клемм распрепителя — типоразмер E2

6.2.5 Расположение клемм — типоразмер F

Для корпусов F предусмотрено четыре разных типоразмера, F1, F2, F3 и F4. F1 и F2 состоят из шкафа для инвертора справа и шкафа для выпрямителя слева. Корпуса F3 и F4 представляют собой блоки F1/F2 с дополнительным шкафом для дополнительных устройств слева от шкафа для выпрямителя.

Расположение клемм — типоразмеры F1 и F3

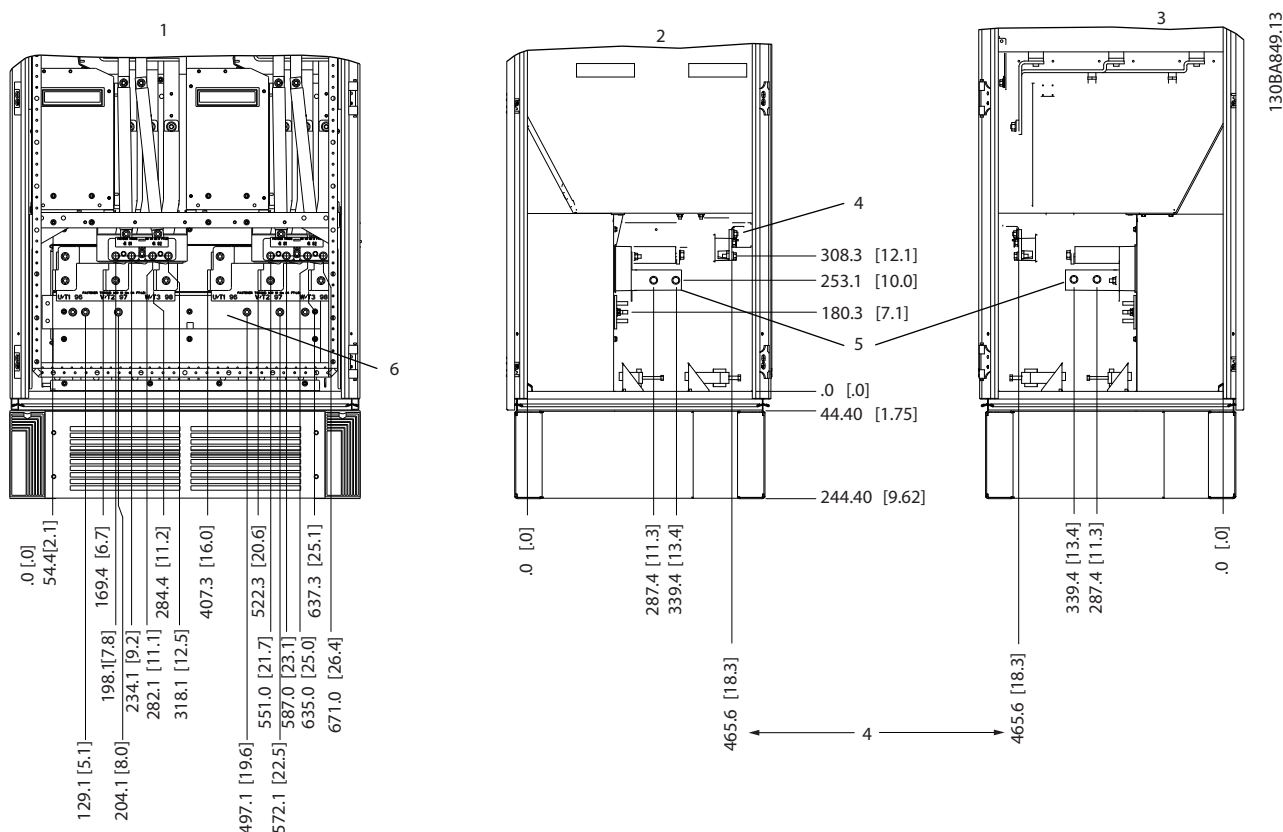


Рисунок 6.67 Расположение клемм — шкаф инвертора. Панель уплотнений расположена на 42 мм ниже уровня 0.

1	Вид спереди
2	Вид слева
3	Вид справа
4	Клеммы подключения тормозного резистора
5	Шина заземления/зануления

Таблица 6.35 Пояснения к Рисунок 6.67

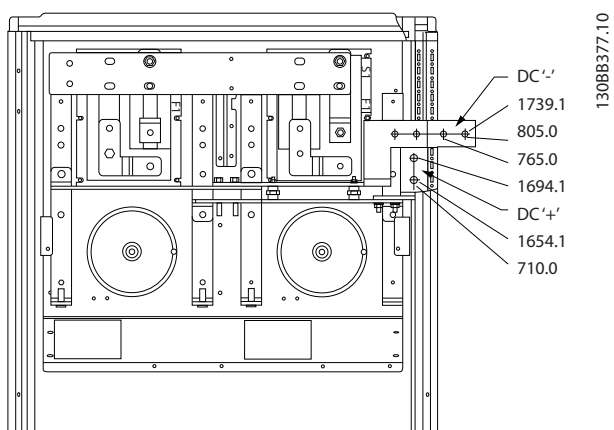


Рисунок 6.68 Расположение клемм — клеммы генераторного режима для F1 и F3

6

Расположение клемм — типоразмеры F2 и F4

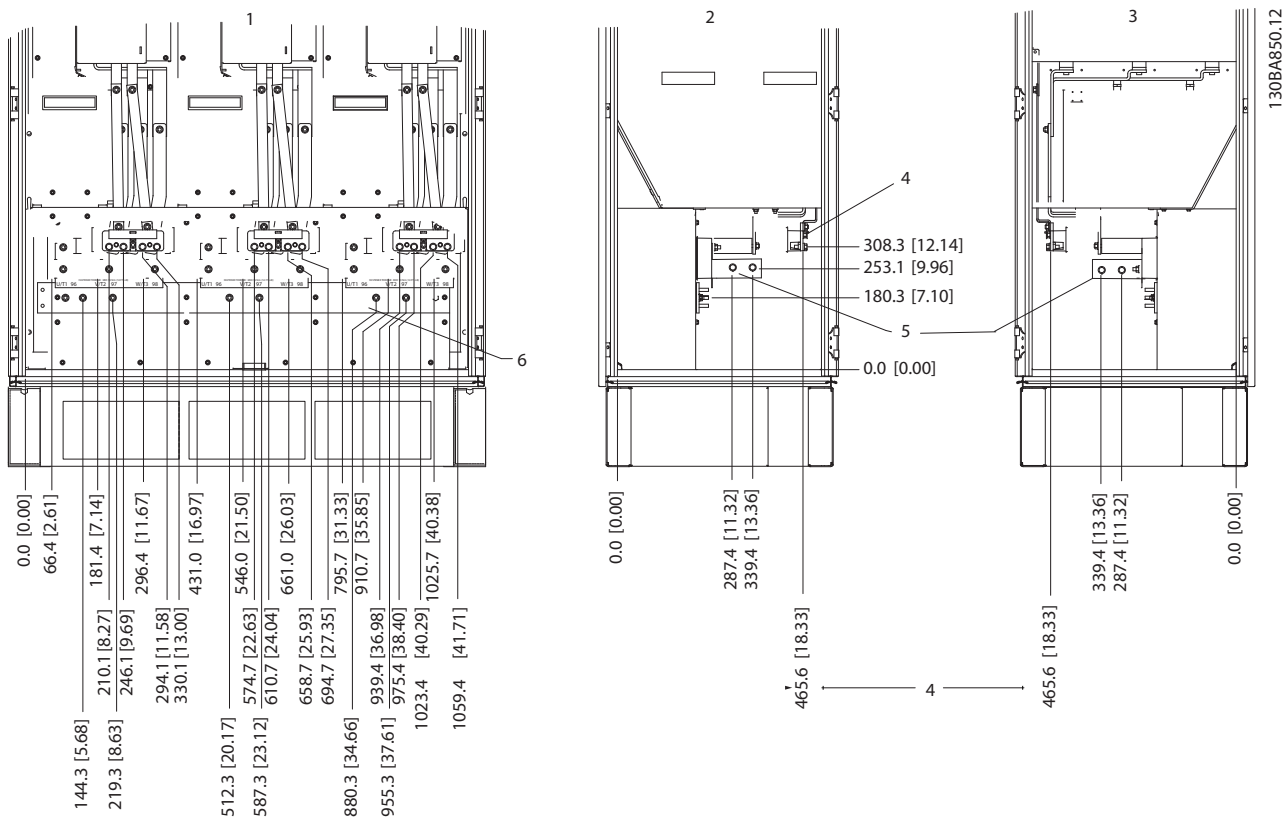


Рисунок 6.69 Расположение клемм — шкаф инвертора. Панель уплотнений расположена на 42 мм ниже уровня 0.

1	Вид спереди
2	Вид слева
3	Вид справа
4	Клеммы подключения тормозного резистора
5	Шина заземления/зануления

Таблица 6.36 Пояснения к Рисунок 6.69

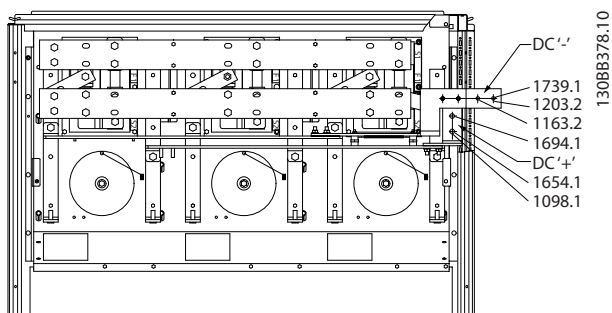


Рисунок 6.70 Расположение клемм — клеммы генераторного режима для F2 и F4

Расположение клемм — выпрямитель (F1, F2, F3 и F4)

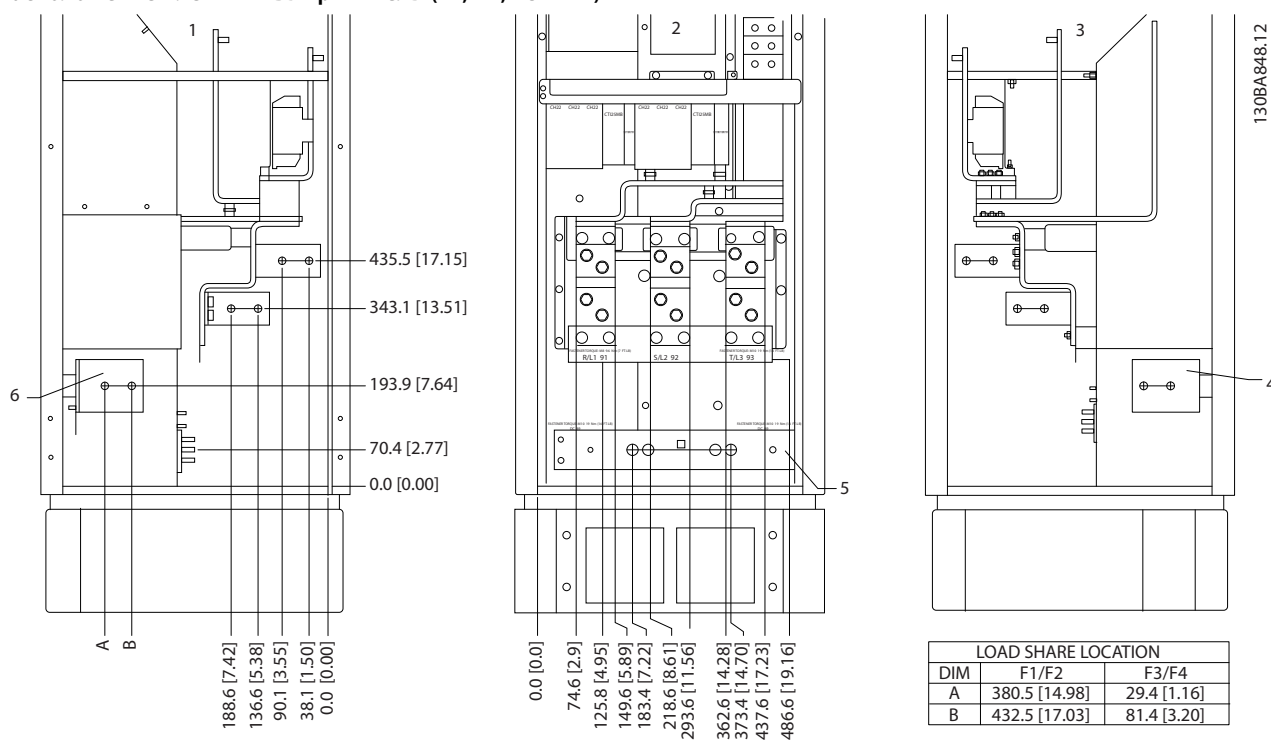


Рисунок 6.71 Расположение клемм — выпрямитель. Панель уплотнений расположена на 42 мм ниже уровня 0.

1	Вид слева
2	Вид спереди
3	Вид справа
4	Клемма разделения нагрузки (-)
5	Шина заземления/зануления
6	Клемма разделения нагрузки (+)

Таблица 6.37 Пояснения к Рисунок 6.71

Расположение клемм — шкаф дополнительных устройств (F3 и F4)

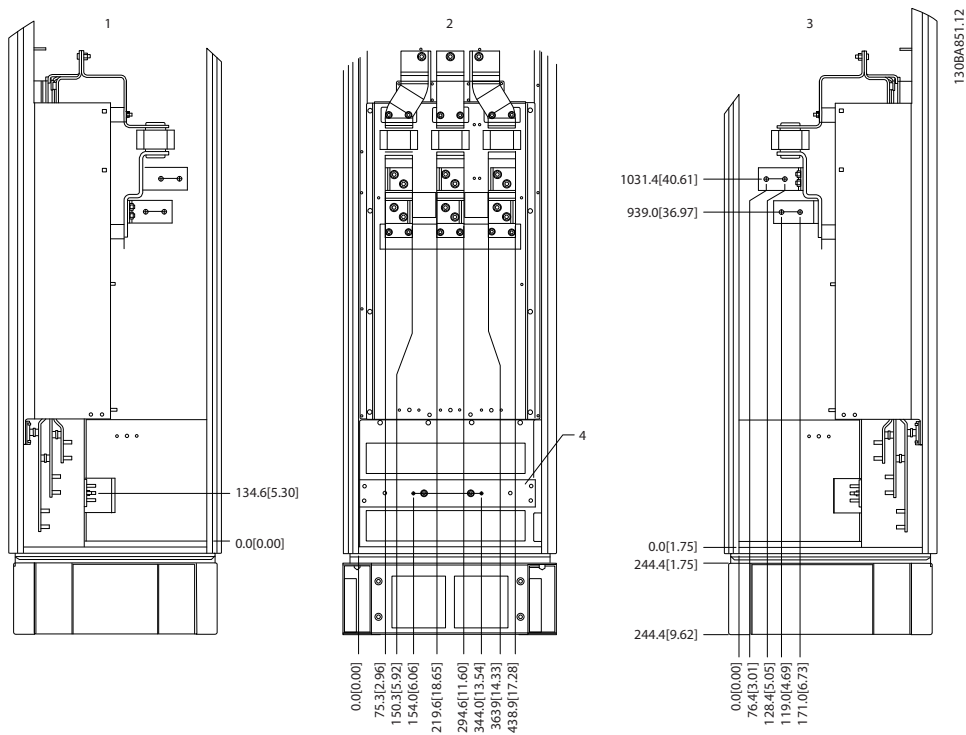
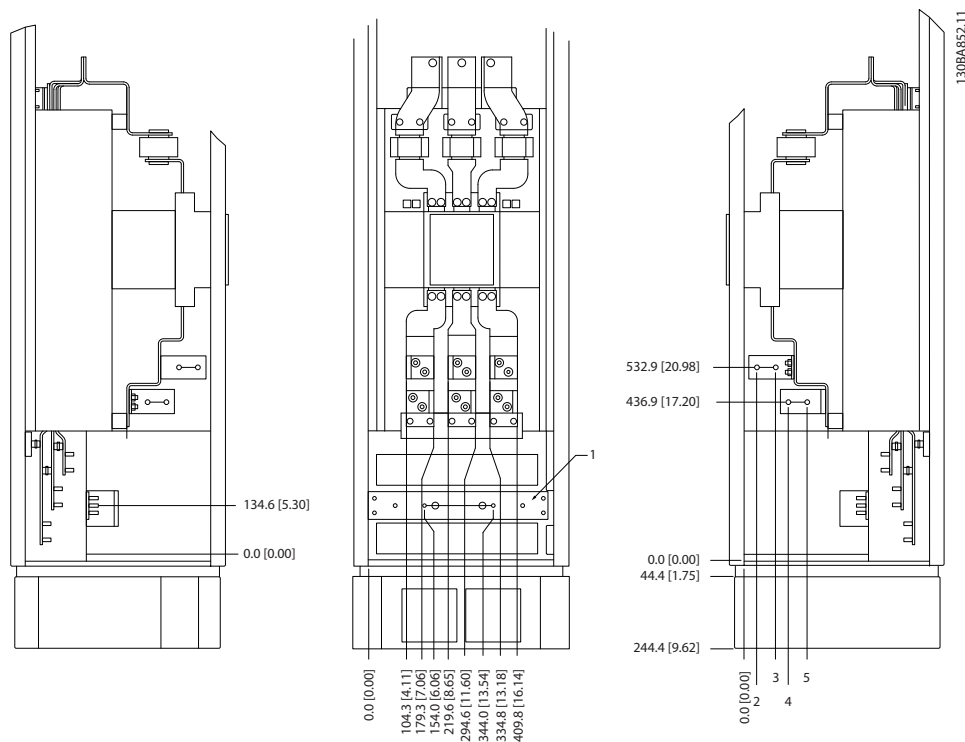


Рисунок 6.72 Расположение клемм — шкаф дополнительных устройств (вид слева, спереди и справа). Панель уплотнений расположена на 42 мм ниже уровня 0.

1	Шина заземления/зануления
---	---------------------------

Таблица 6.38 Пояснения к Рисунок 6.72

Расположение клемм — шкаф дополнительных устройств с автоматическим выключателем/ выключателем в литом корпусе (F3 и F4)



6

Рисунок 6.73 Расположение клемм — шкаф дополнительных устройств с автоматическим выключателем/выключателем в литом корпусе (вид слева, спереди и справа). Панель уплотнений расположена на 42 мм ниже уровня 0.

1	Шина заземления/зануления
---	---------------------------

Таблица 6.39 Пояснения к Рисунок 6.73

Мощность	2	3	4	5
450 кВт (480 В), 630–710 кВт (690 В)	34,9	86,9	122,2	174,2
500–800 кВт (480 В), 800–1000 кВт (690 В)	46,3	98,3	119,0	171,0

Таблица 6.40 Размеры клемм

6.2.6 Расположение клемм — типоразмер F, 12-импульсный

12-импульсные корпуса типоразмера F имеют 6 различных размеров. Корпуса типоразмеров F8, F10 и F12 состоят из шкафа для инвертора справа и шкафа для выпрямителя слева. Корпуса F9, F11 и F13 представляют собой блоки F8, F10 и F12 с дополнительным шкафом для дополнительных устройств слева от шкафа для выпрямителя.

Расположение клемм — инвертор и выпрямитель, типоразмеры F8 и F9

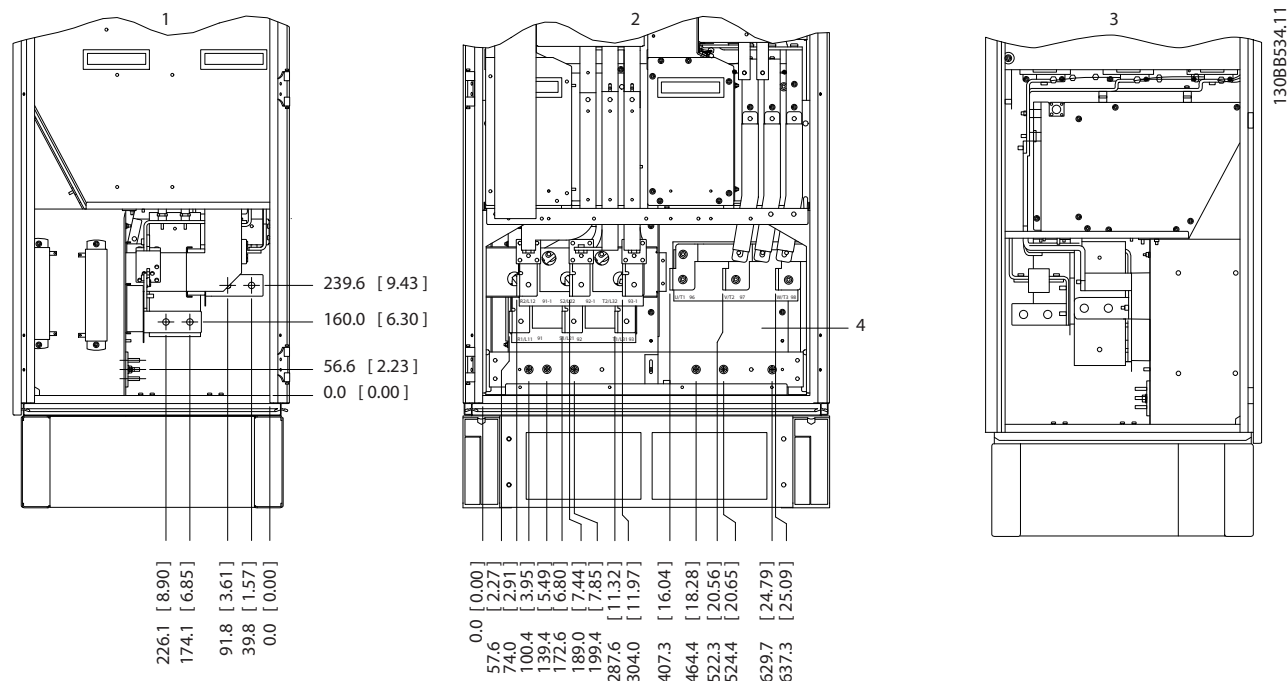
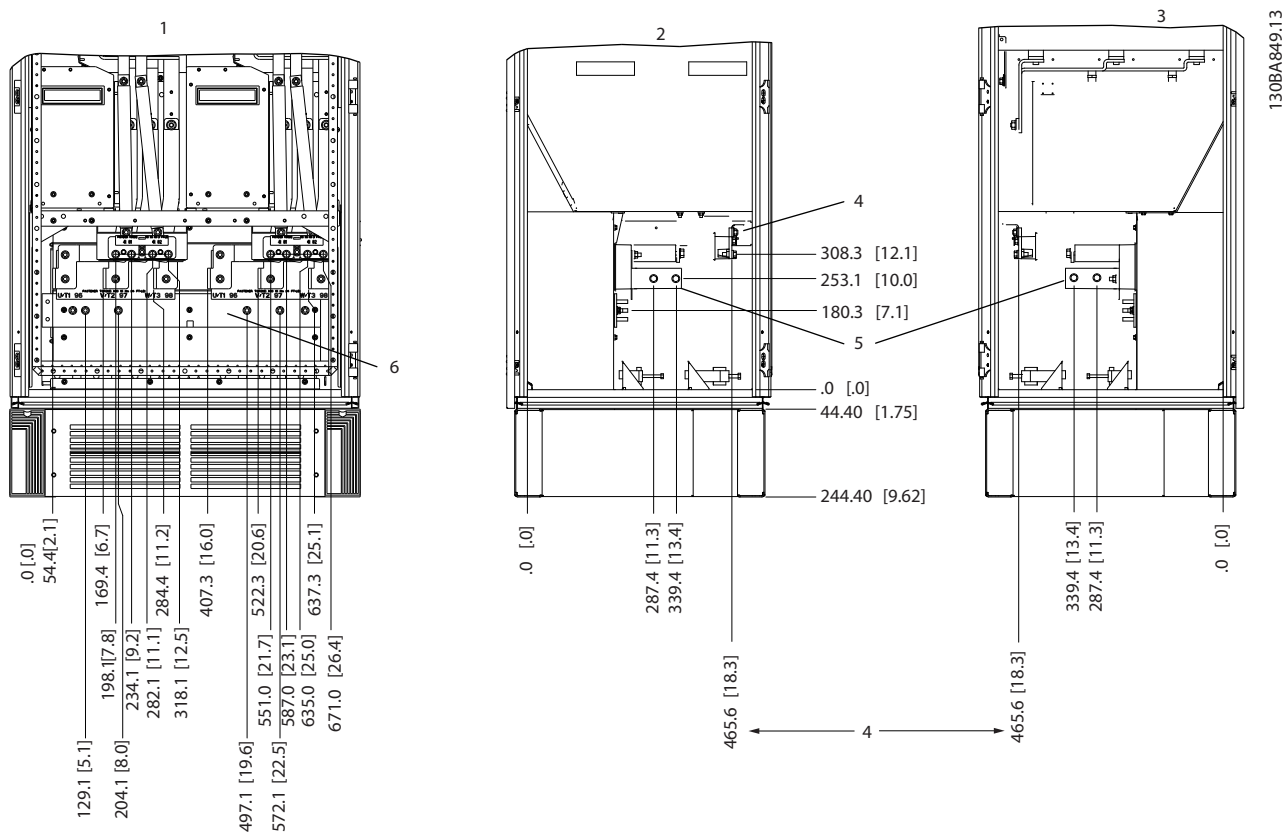


Рисунок 6.74 Расположение клемм — шкаф инвертора и выпрямителя — F8 и F9. Панель уплотнений расположена на 42 мм ниже уровня 0.

1	Вид слева
2	Вид спереди
3	Вид справа
4	Шина заземления/зануления

Таблица 6.41 Пояснения к Рисунок 6.77

Расположение клемм — инвертор, типоразмеры F10 и F11



6

Рисунок 6.75 Расположение клемм — шкаф инвертора. Панель уплотнений расположена на 42 мм ниже уровня 0.

1	Вид спереди
2	Вид слева
3	Вид справа
4	Клеммы подключения тормозного резистора
5	Шина заземления/зануления

Таблица 6.42 Пояснения к Рисунок 6.67

Расположение клемм — инвертор, типоразмеры F12 и F13

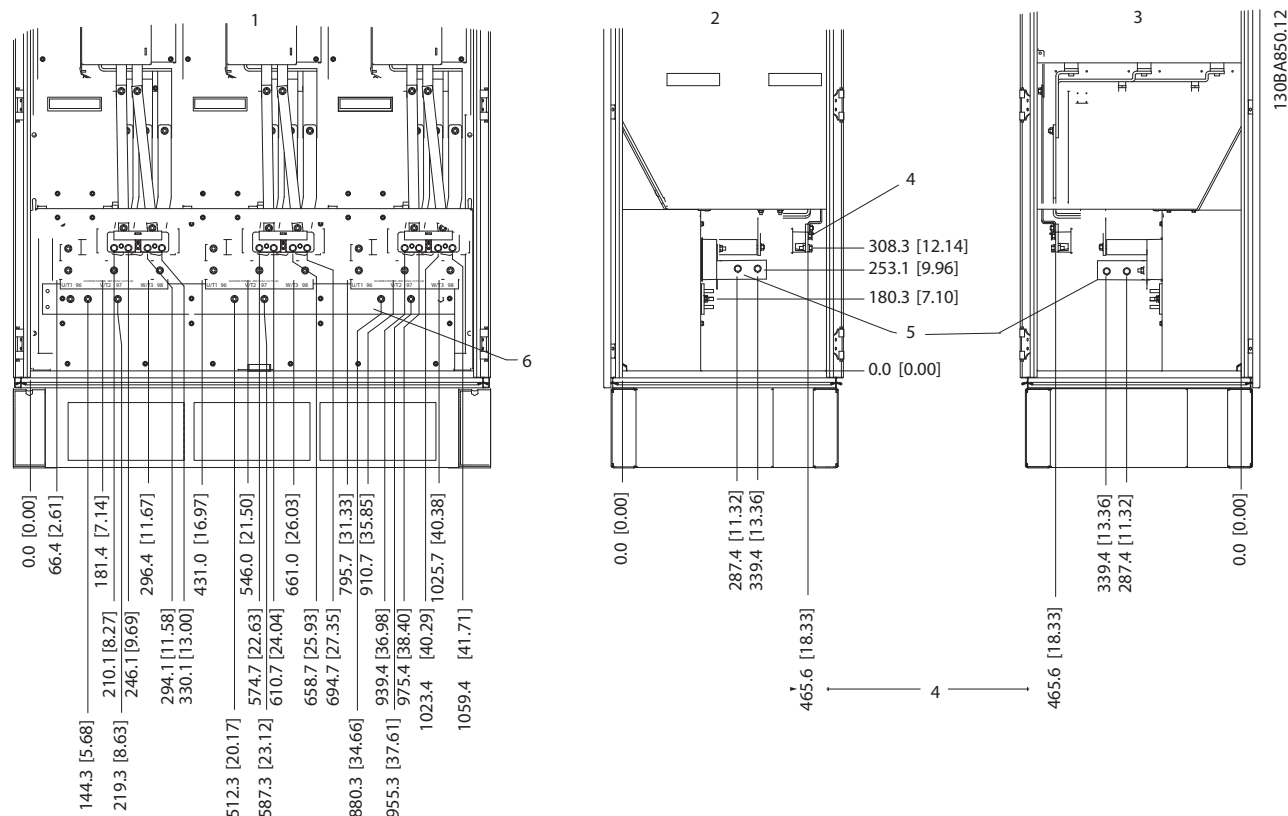
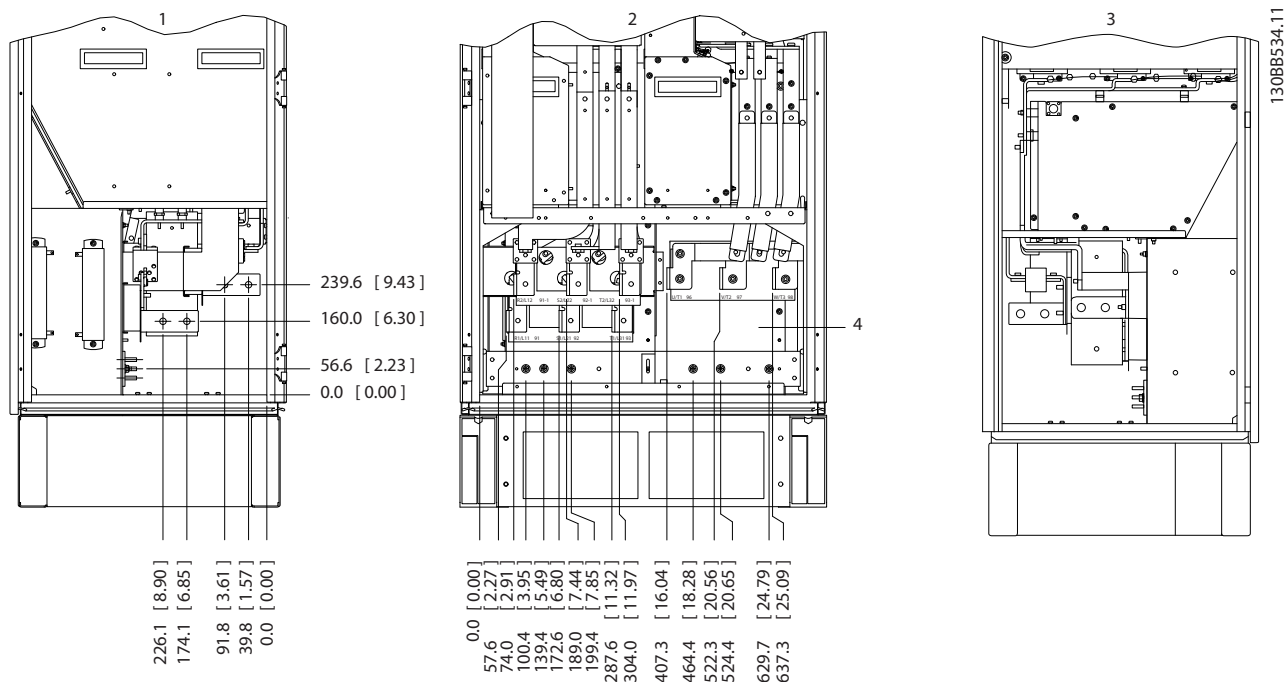


Рисунок 6.76 Расположение клемм — шкаф инвертора. Панель уплотнений расположена на 42 мм ниже уровня 0.

1	Вид спереди
2	Вид слева
3	Вид справа
4	Клеммы подключения тормозного резистора
5	Шина заземления/зануления

Таблица 6.43 Пояснения к Рисунок 6.69

Расположение клемм — выпрямитель (F10, F11, F12 и F13)



6

Рисунок 6.77 Расположение клемм — выпрямитель. Панель уплотнений расположена на 42 мм ниже уровня 0.

1	Вид слева
2	Вид спереди
3	Вид справа
4	Шина заземления/зануления

Таблица 6.44 Пояснения к Рисунок 6.77

Расположение клемм — шкаф дополнительных устройств, типоразмер F9

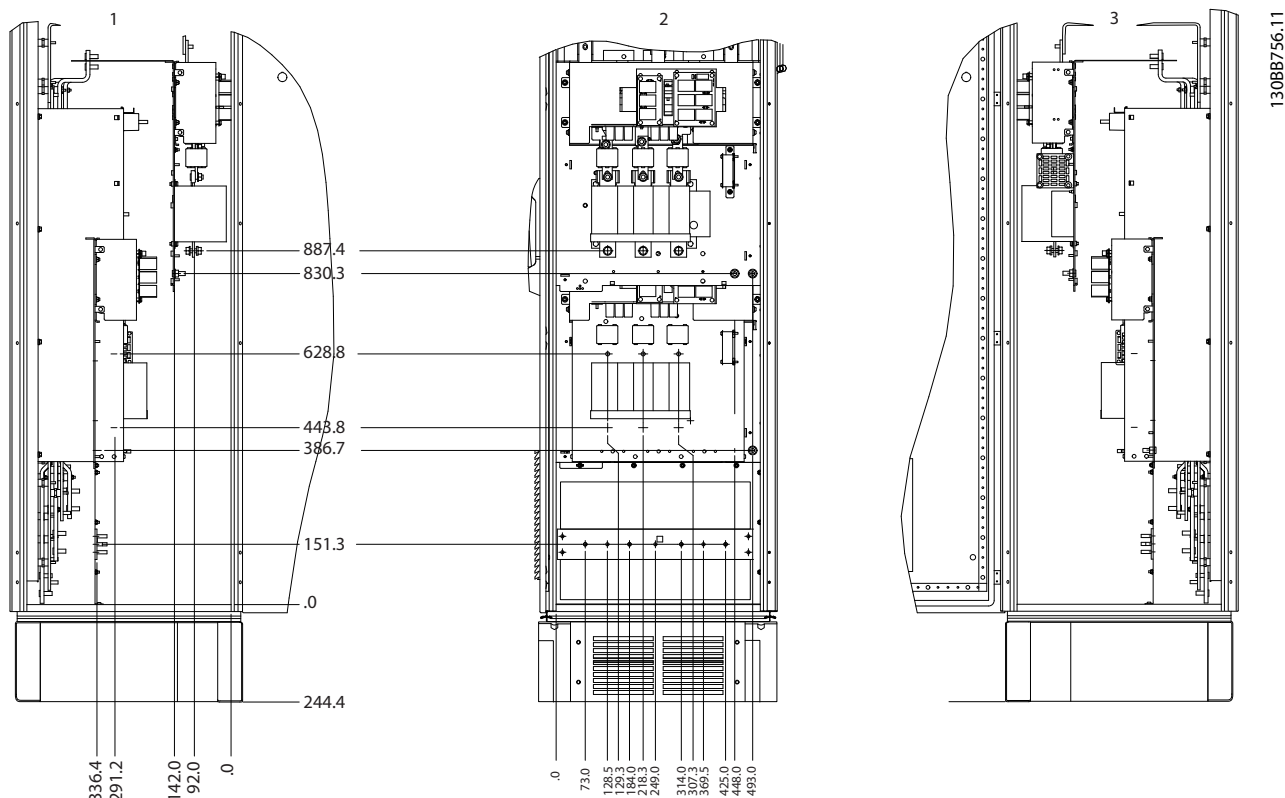


Рисунок 6.78 Расположение клемм — шкаф дополнительных устройств.

1	Вид слева
2	Вид спереди
3	Вид справа

Таблица 6.45 Пояснения к Рисунок 6.78

6.2.7 Ввод с использованием уплотнения/кабелепровода — IP21 (NEMA 1) и IP54 (NEMA12)

Кабели подключаются через панель уплотнений в нижней части. Удалите плату и разметьте расположение уплотнений или кабелепроводов. На следующих рисунках показаны точки кабельного ввода для различных преобразователей частоты (вид снизу).

УВЕДОМЛЕНИЕ

Панель уплотнений должна устанавливаться на преобразователь частоты для обеспечения определенной степени защиты.

6

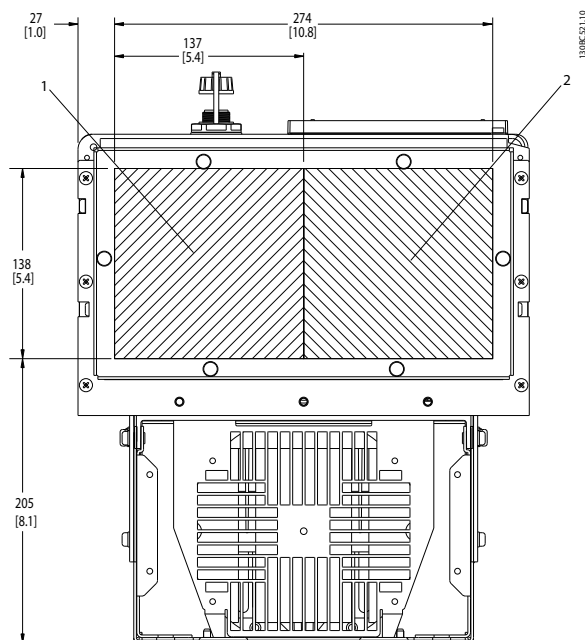


Рисунок 6.80 D1h, вид снизу 1) Сторона сети 2) Сторона двигателя

1	Сторона сети
2	Сторона двигателя

Таблица 6.47 Пояснения к Рисунок 6.80

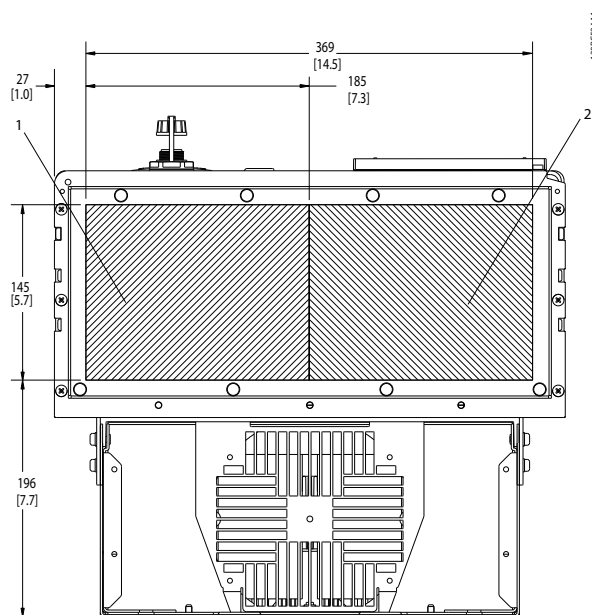


Рисунок 6.81 D2h, вид снизу

1	Сторона сети
2	Сторона двигателя

Таблица 6.48 Пояснения к Рисунок 6.81

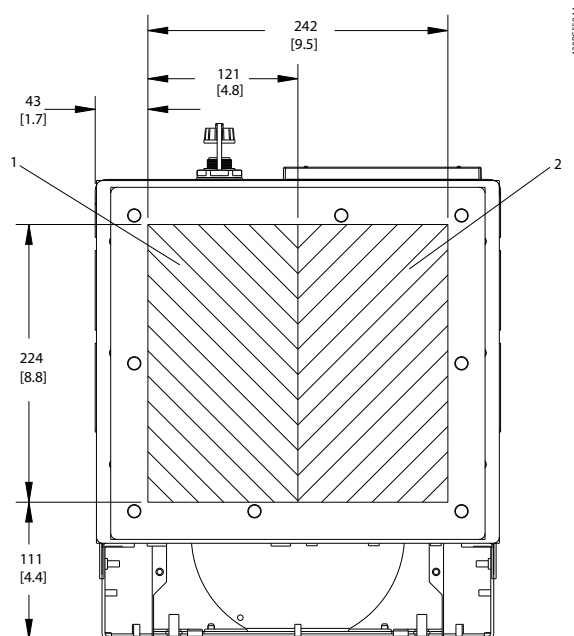


Рисунок 6.82 D5h и D6h, вид снизу

1	Сторона сети
2	Сторона двигателя

Таблица 6.49 Пояснения к Рисунок 6.82

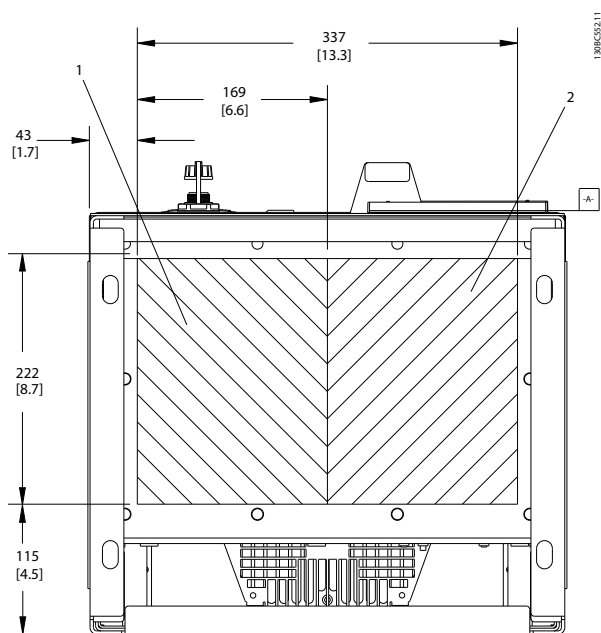


Рисунок 6.83 D7h и D8h, вид снизу

1	Сторона сети
2	Сторона двигателя

Таблица 6.50 Пояснения к Рисунок 6.83

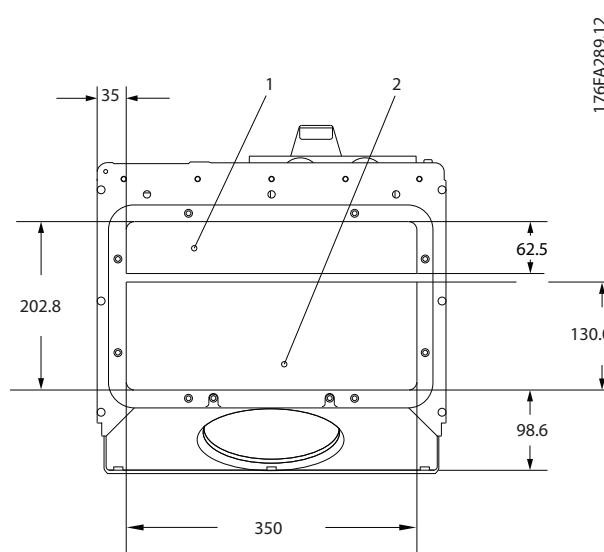


Рисунок 6.84 E1, вид снизу

1	Сторона сети
2	Сторона двигателя

Таблица 6.51 Пояснения к Рисунок 6.84

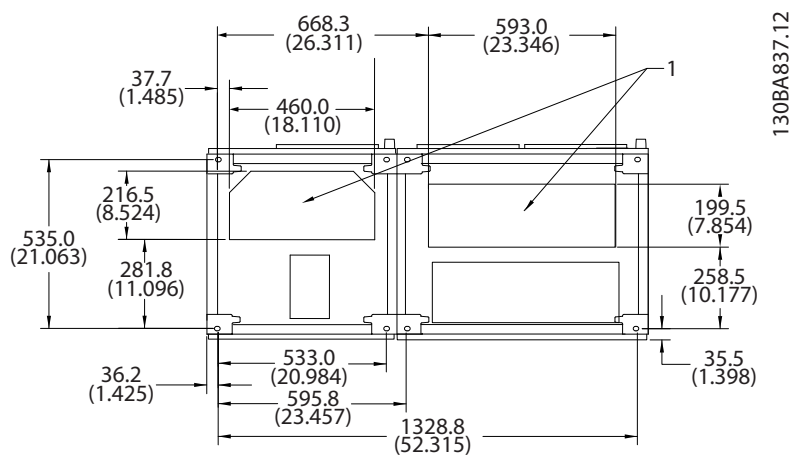


Рисунок 6.85 F1, вид снизу

1	Ввод кабелепровода
---	--------------------

Таблица 6.52 Пояснения к Рисунок 6.85

6

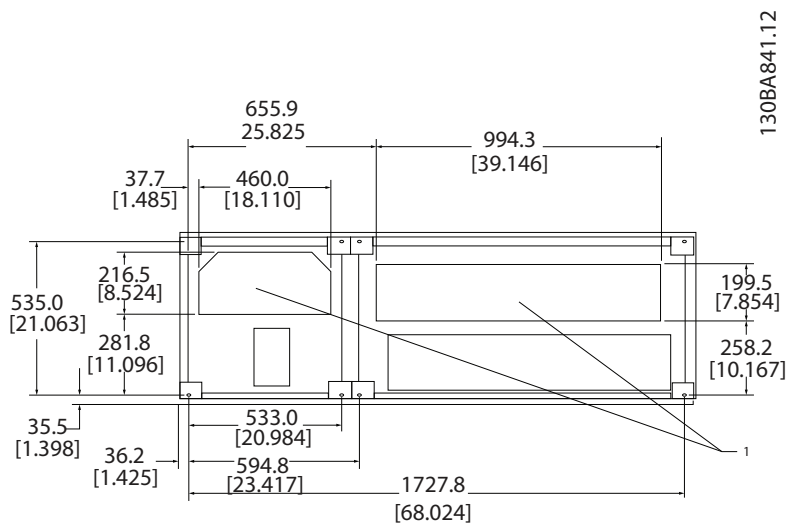


Рисунок 6.86 F2, вид снизу

1	Ввод кабелепровода
---	--------------------

Таблица 6.53 Пояснения к Рисунок 6.86

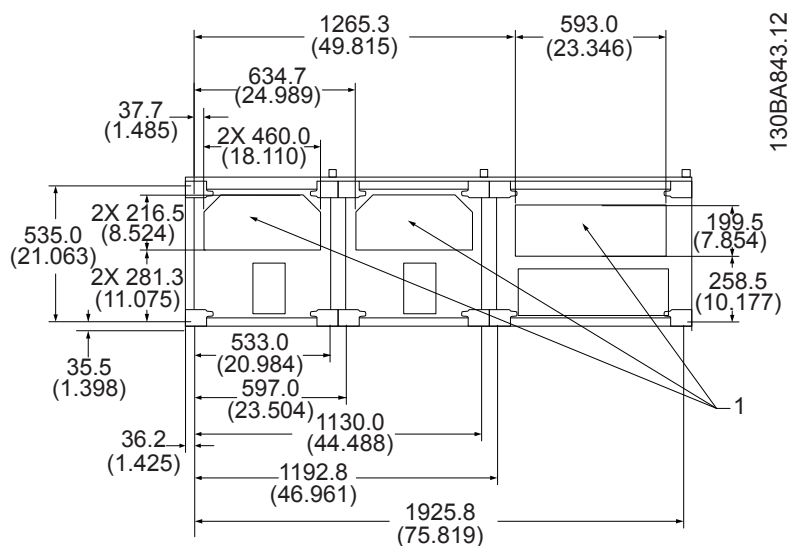


Рисунок 6.87 F3, вид снизу

1	Ввод кабелепровода
---	--------------------

Таблица 6.54 Пояснения к Рисунок 6.87

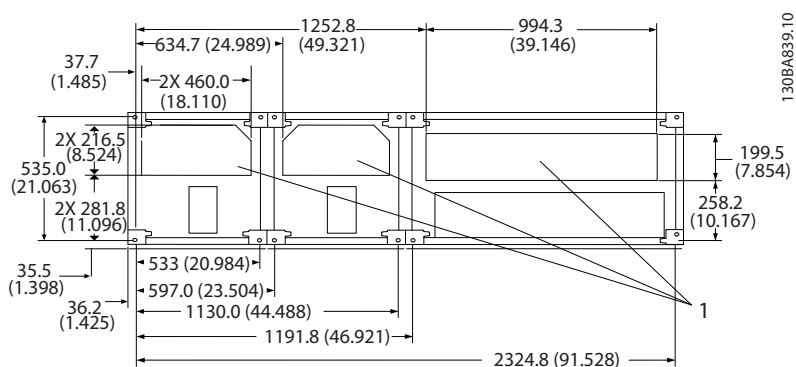


Рисунок 6.88 F4, вид снизу

1	Ввод кабелепровода
---	--------------------

Таблица 6.55 Пояснения к Рисунок 6.88

6.2.8 Ввод с использованием уплотнения/кабелепровода, 12-импульсный — IP21 (NEMA 1) и IP54 (NEMA12)

На следующих рисунках показаны точки кабельного ввода преобразователя частоты (вид снизу).

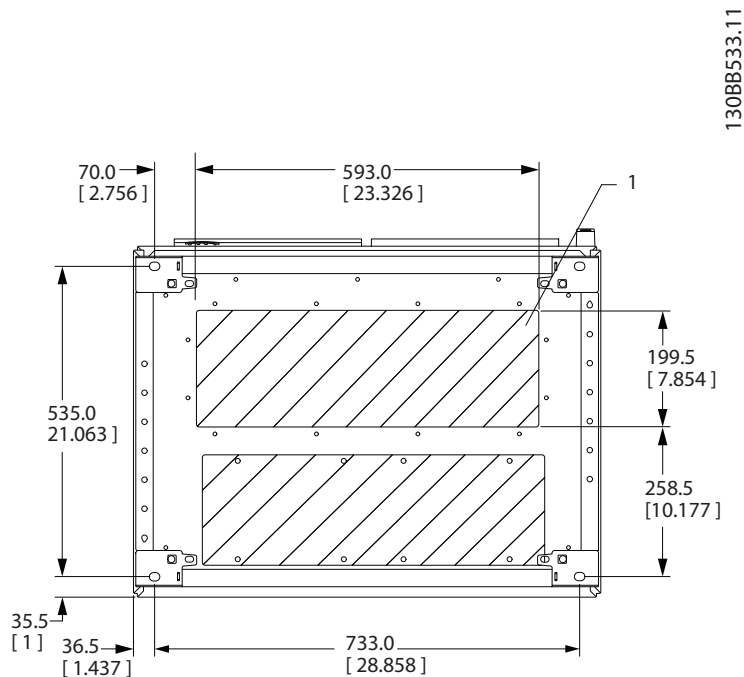


Рисунок 6.89 Типоразмер F8

1	Установите кабелепроводы в заштрихованных местах
---	--

Таблица 6.56 Пояснения к Рисунок 6.89

6

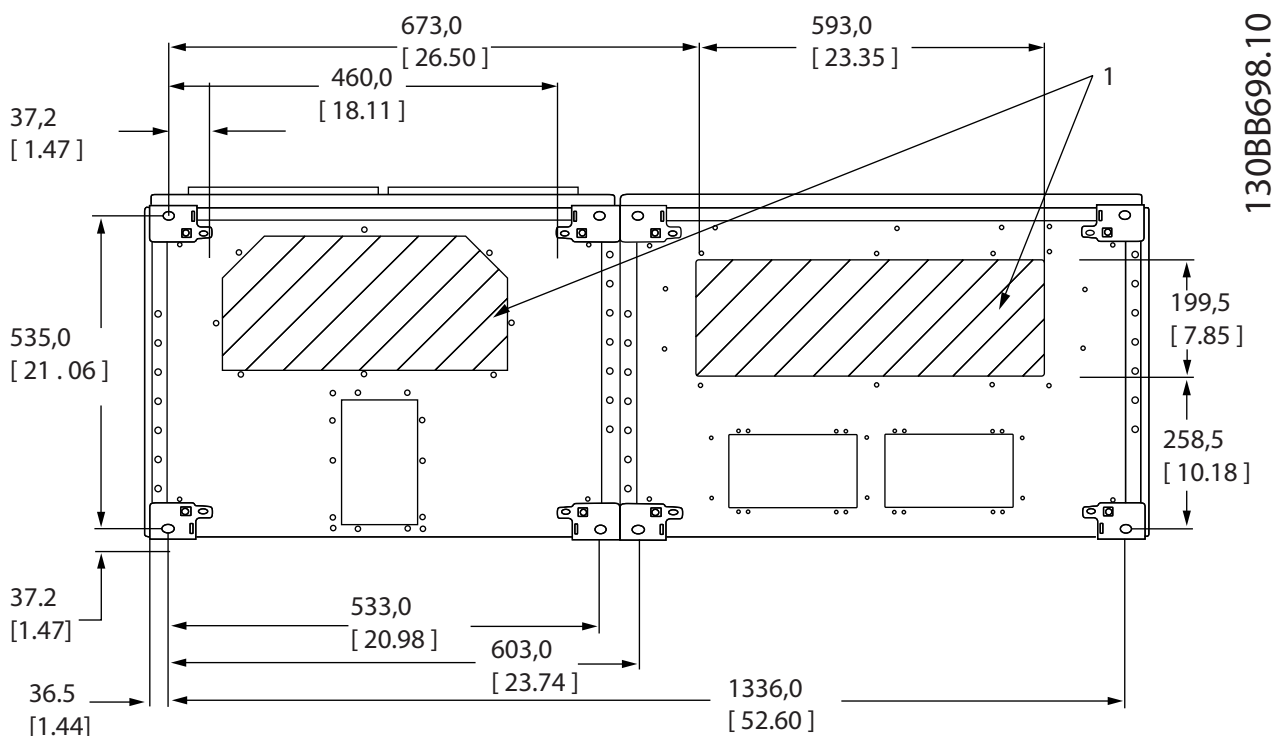


Рисунок 6.90 Типоразмер F9

1	Установите кабелепроводы в заштрихованных местах
---	--

Таблица 6.57 Пояснения к Рисунок 6.90

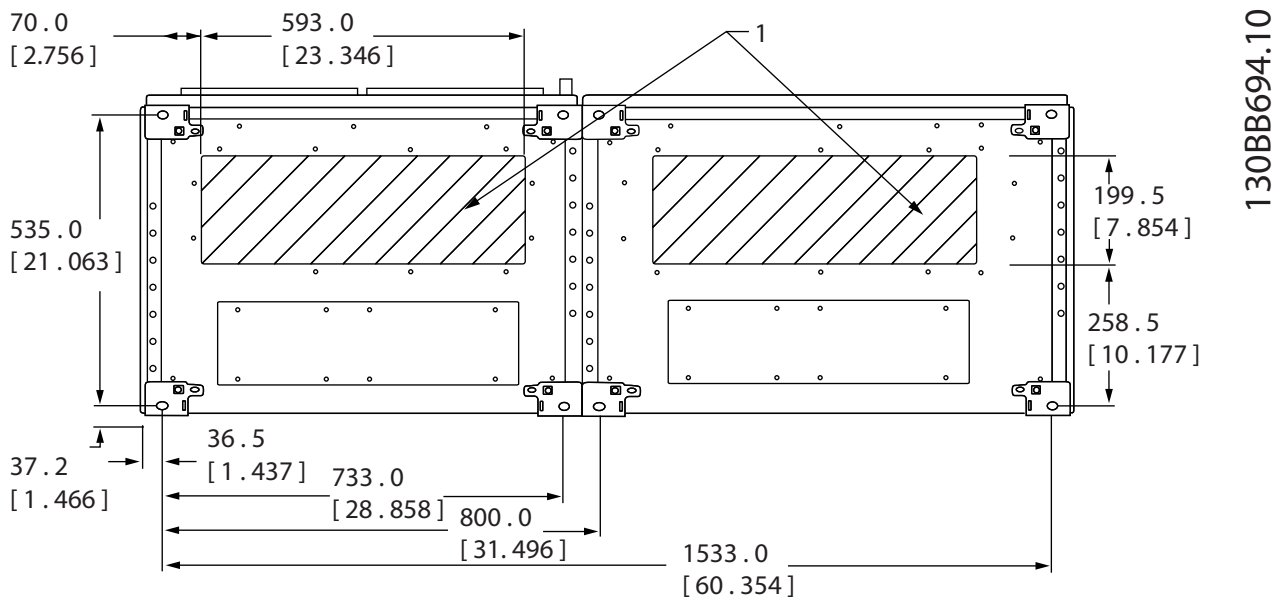


Рисунок 6.91 Типоразмер F10

1	Установите кабелепроводы в заштрихованных местах
---	--

Таблица 6.58 Пояснения к Рисунок 6.91

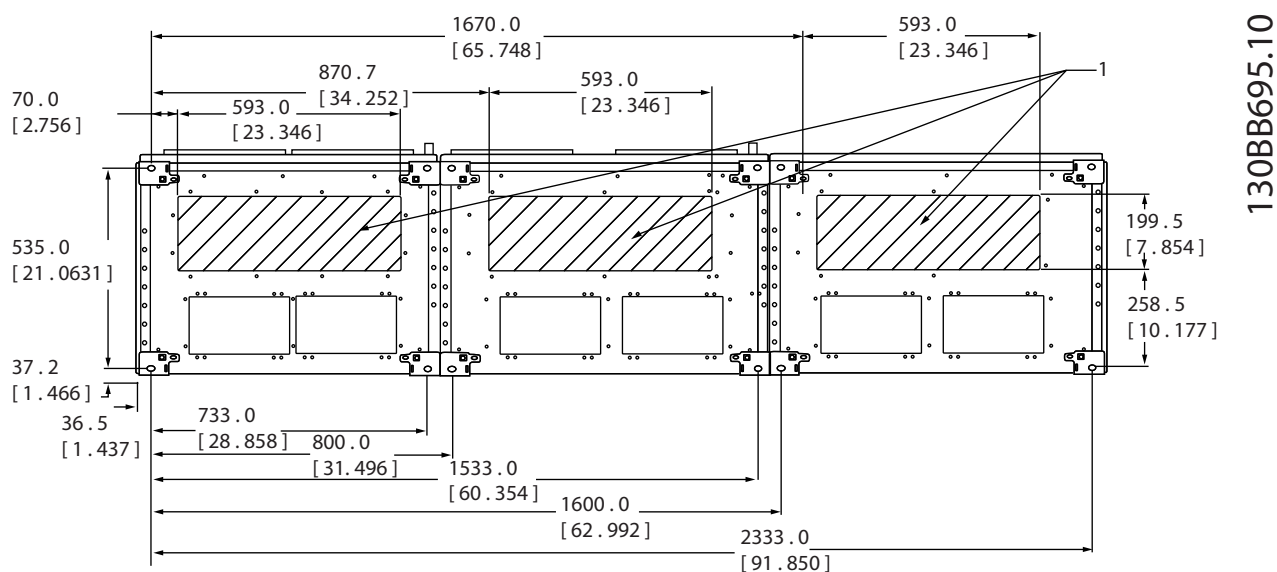


Рисунок 6.92 Типоразмер F11

1 Установите кабелепроводы в заштрихованных местах

Таблица 6.59 Пояснения к Рисунок 6.92

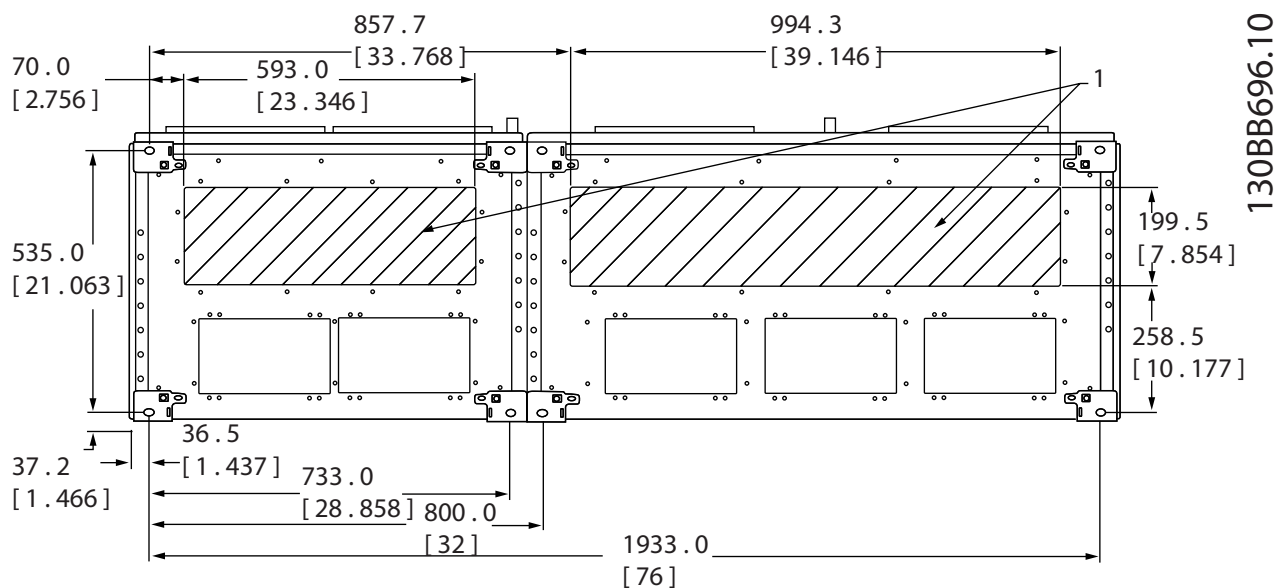


Рисунок 6.93 Типоразмер F12

1 Установите кабелепроводы в заштрихованных местах

Таблица 6.60 Пояснения к Рисунок 6.93

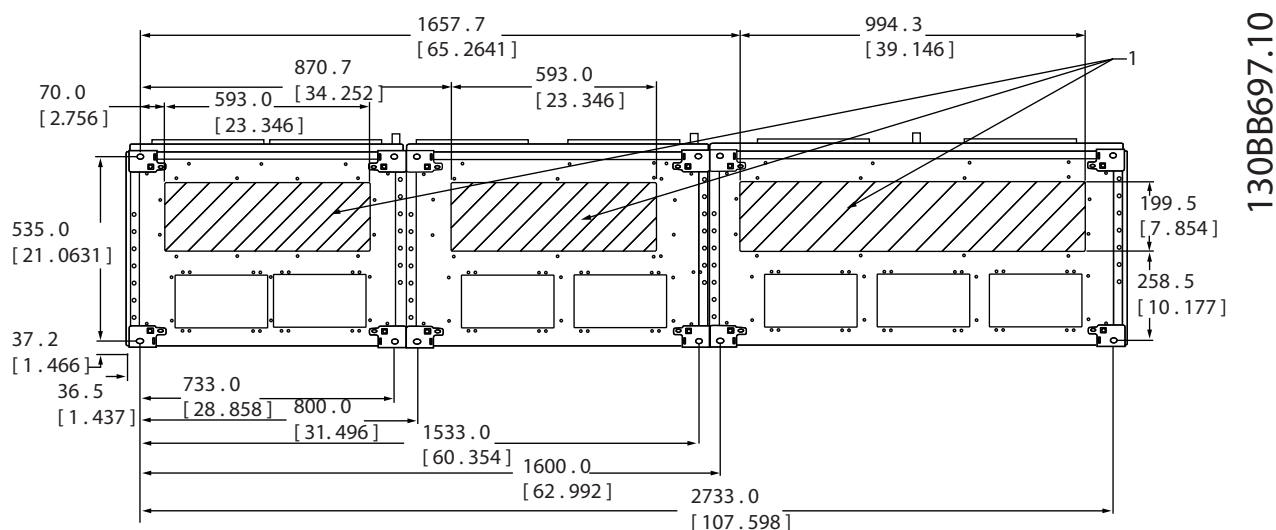


Рисунок 6.94 Типоразмер F13

1	Установите кабелепроводы в заштрихованных местах
---	--

Таблица 6.61 Пояснения к Рисунок 6.94

6.2.9 Охлаждение и потоки воздуха

Охлаждение

Охлаждение может быть реализовано одним из следующих способов:

- вентиляционные каналы в верхней и нижней крышках устройства
- охлаждение через тыльный канал
- сочетания вентиляционных каналов и тыльного канала

Охлаждение с помощью вентиляционного канала

Разработаны специальные дополнительные средства для оптимизации монтажа преобразователей частоты IP00 (шасси) в корпусах Rittal TS8 с использованием собственного вентилятора преобразователя частоты для принудительного охлаждения в тыльном канале. Воздух из верхней части корпуса может выводиться наружу с таким расчетом, чтобы излишек тепла, выводимый через тыльный канал, не рассеивался в помещении диспетчерской, что позволило бы снизить потребности в кондиционировании воздуха в помещении.

Охлаждение сзади

Циркуляционный воздух отводится через тыльную часть корпуса Rittal TS8. Такое решение предполагает забор воздуха вне производственного помещения через тыльный канал и возврат нагретого воздуха наружу, что снижает потребности в кондиционировании воздуха.

УВЕДОМЛЕНИЕ

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

Поток воздуха

Должен быть обеспечен необходимый поток воздуха для радиатора. Расход воздуха см. Таблица 6.62.

Тип привода	Размер привода		Типоразмер	Класс защиты корпуса	Поток воздуха м³/ч (куб. футов/мин)	
	380–480 В (Т5)	525–690 В (Т7)			Дверные/верхние вентиляторы	Вентилятор (вентиляторы) радиатора
6-импульсные	N110–N160	N75–N160	D1h, D5h, D6h	IP21/NEMA 1 или IP54/NEMA 12	102 (60)	420 (250)
			D3h	IP20 (шасси)		
	N200–N315	N200–N400	D2h, D7h, D8h	IP21/NEMA 1 или IP54/NEMA 12	204 (120)	840 (500)
			D4h	IP20 (шасси)		
	-	P450–P500	E1	IP21/NEMA 1 или IP54/NEMA 12	340 (200)	1105 (650)
			E2	IP00 (шасси)	255 (150)	
	P355–P450	P560–P630	E1	IP21/NEMA 1 или IP54/NEMA 12	340 (200)	1445 (850)
			E2	IP00 (шасси)	255 (150)	
	P500–P1M0	P710–P1M4	F1/F3, F2/F4	IP21/NEMA 1	700 (412)	985 (580)
				IP54/NEMA 12	525 (309)	
12-импульсные	P315–P1M0	P450–P1M4	F8/F9, F10/F11, F12/F13	IP21/NEMA 1	700 (412)	985 (580)
				IP54/NEMA 12	525 (309)	

Таблица 6.62 Поток воздуха для радиатора и фронтального канала

* Подача воздуха от одного вентилятора. Корпуса типоразмера F содержат несколько вентиляторов.

Вентиляторы охлаждения типоразмера D

Все преобразователи частоты данного типоразмера оснащены вентиляторами охлаждения для обеспечения потока воздуха возле радиатора. Блоки в корпусах IP21 (NEMA 1) и IP54 (NEMA 12) оснащены вентиляторами, встроенными в дверцу корпуса, для обеспечения дополнительного потока воздуха возле блока. Корпуса IP20 оснащены вентилятором, встроенным в верхнюю часть блока, для обеспечения дополнительного охлаждения. Имеется небольшой вентилятор напряжением 24 В пост. тока, смонтированный на входной плате. Вентилятор включается каждый раз при подаче питания на преобразователь частоты.

Вентилятор питается от напряжения постоянного от силовой платы питания. Вентилятор смешивания питается от напряжения 24 В пост. тока от главного выключателя режима. Вентилятор радиатора и вентилятор на дверце/верхней части питаются от напряжение 48 В пост. тока от отдельного главного выключателя режима силовой платы питания. Каждый вентилятор посылает сигнал обратной связи от тахометра на плату управления для обеспечения правильности работы. Включение/выключение и управление скоростью вентиляторов используются для уменьшения общего акустического шума и для продления общего срока эксплуатации вентиляторов.

Для активации вентиляторов в корпусах типоразмера D необходимо выполнение следующих условий:

- Выходной ток выше 60 % от номинального
- Перегрев IGBT
- Низкая температура IGBT
- Перегрев платы управления
- Активно удержание постоянным током
- Активно торможение постоянным током
- Активно динамическое торможение
- Во время предварительного намагничивания двигателя
- Выполнение ААД

Кроме того, вентиляторы всегда на короткое время включаются после подачи входного питания на преобразователь частоты. После включения вентиляторов они будут работать на протяжении минимум одну минуту.

Для активации вентиляторов в корпусах типоразмеров E и F необходимо выполнение следующих условий:

1. ААД
2. Удержание постоянным током
3. Предварительное намагничивание
4. Торможение постоянным током
5. Превышение номинального тока на 60 %
6. Превышение температуры конкретного радиатора (зависит от мощности)
7. Превышение температуры окружающей среды для конкретной силовой платы питания (зависит от мощности)
8. Превышение температуры окружающей среды для конкретной платы управления

Внешние вентиляционные каналы

Если к электрическому шкафу Rittal добавлен внешний воздуховод, необходимо рассчитать перепад давления в вентиляционном канале. Воспользуйтесь схемами для снижения номинальных значений преобразователя частоты в соответствии с падением давления.

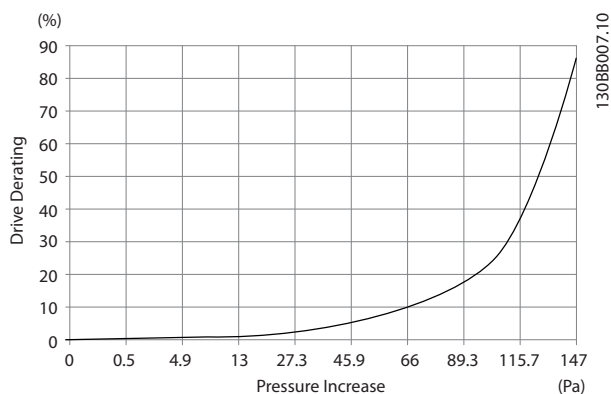


Рисунок 6.95 Снижение номинальных характеристик для корпусов типоразмера D в зависимости от изменения давления. Поток воздуха в преобразователе частоты: 450 куб. футов/мин (765 м³/ч)

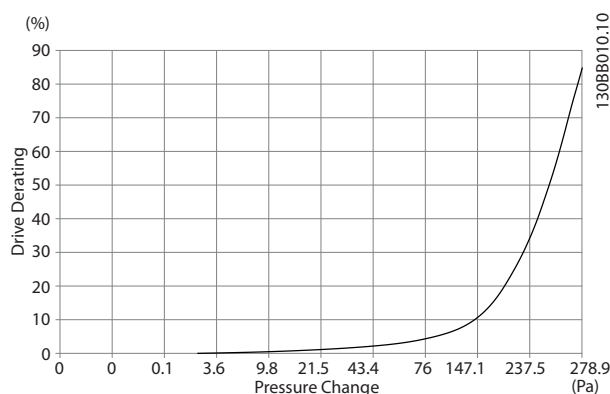


Рисунок 6.96 Снижение номинальных характеристик для корпусов типоразмера E в зависимости от изменения давления (малый вентилятор), P250T5 и P355T7-P400T7 Поток воздуха в преобразователе частоты: 650 куб. футов/мин (1105 м³/ч)

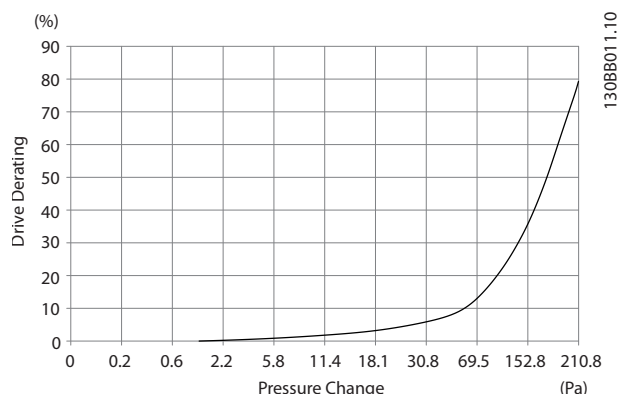


Рисунок 6.97 Снижение номинальных характеристик для корпусов типоразмера E в зависимости от изменения давления (большой вентилятор), P315T5-P400T5 и P500T7-P560T7 Поток воздуха в преобразователе частоты: 850 куб. футов/мин (1445 м³/ч)

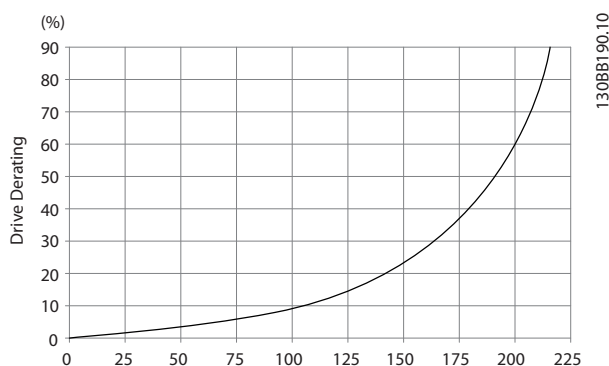


Рисунок 6.98 Снижение номинальных характеристик для корпусов типоразмеров F1, F2, F3, F4 в зависимости от изменения давления. Поток воздуха в преобразователе частоты: 580 куб. футов/мин (985 м³/ч)

6.2.10 Установка на стене/панели

Настенный монтаж вне корпуса рекомендован только для типоразмеров D1h и D2h, в связи с их защищенностью (IP21 (NEMA 1) и IP54 (NEMA 12)). Хотя блоки D3h и D4h могут монтироваться на стену, рекомендуется все-таки монтировать их на панели внутри корпуса. Блок E2 предназначен для монтажа только на панели внутри корпуса.

Чтобы установить блок на стене или на панели, выполните следующие действия.

1. Обязательно оставьте зазор по меньшей мере 225 мм между верхней крышкой блока и потолком, а также 225 мм между блоком и полом, чтобы обеспечить возможность достаточного охлаждения.
2. Оставьте достаточно места для кабельного ввода под нижней стенкой блока.
3. Разметьте на стене отверстия в соответствии с монтажными чертежами и просверлите их.
4. Установите болты внизу и поднимите на них преобразователь частоты.
5. Наклоните преобразователь частоты к стене и установите верхние болты.
6. Затяните все четыре болта, чтобы прикрепить блок к стене.

6.2.11 Установка на подставке для корпусов типоразмера D

В комплект преобразователей частоты D7h и D8h входят подставка и распорка. Перед креплением корпуса на стену установите подставку за монтажной стенкой, как показано на Рисунок 6.99.

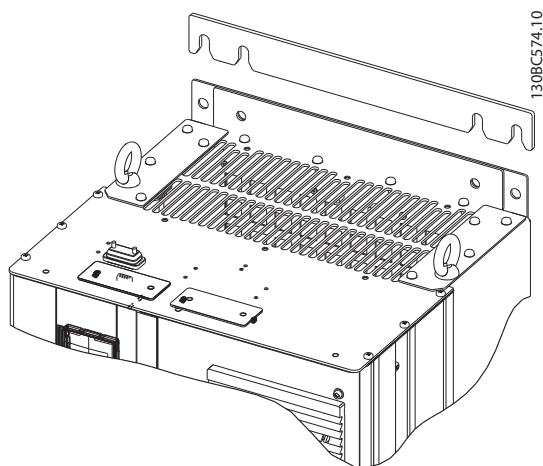


Рисунок 6.99 Распорка для настенного монтажа

Чтобы установить блок типоразмера D на подставке, выполните следующие действия, как показано на Рисунок 6.100:

1. Прикрепите подставку к тыльному каналу, используя 2 гайки M10.
2. Закрутите 2 винта M5 через задние выступы подставки в монтажный кронштейн для привода на подставке.
3. Закрутите 4 винта M5 через передний выступ подставки в монтажные отверстия передней панели уплотнений.

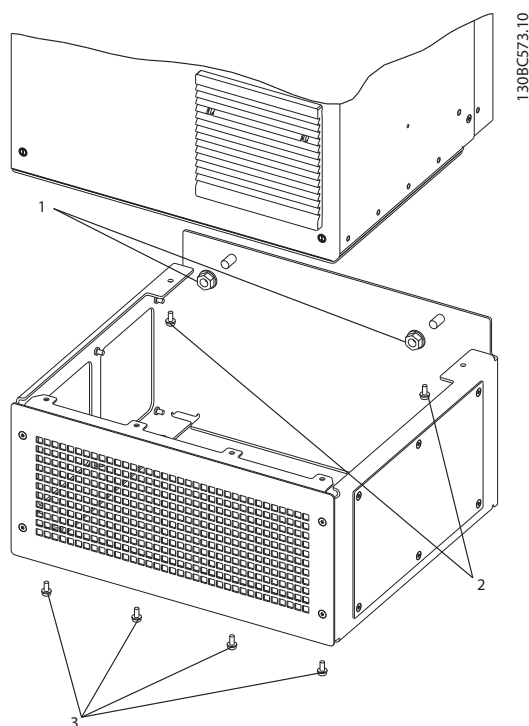


Рисунок 6.100 Установка крепежа подставки

6.2.12 Установка подставки для корпусов типоразмера E

Как можно видеть на *Рисунок 6.101*, нижнюю пластину у E1 можно установить как изнутри, так и снаружи корпуса, что расширяет возможности процесса монтажа. При монтаже снизу уплотнения и кабели можно установить до того, как преобразователь частоты будет установлен на подставку.

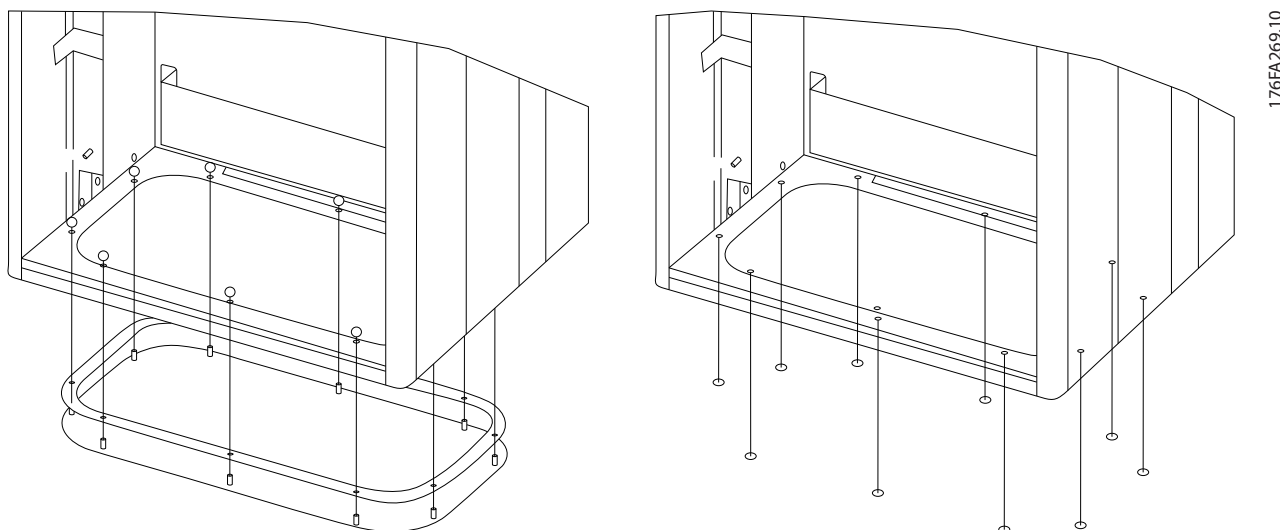


Рисунок 6.101 Монтаж нижней платы, типоразмер E1.

Чтобы установить монтируемый на подставке блок типоразмера E, выполните следующие действия.

1. Используя невыпадающую стопорную шайбу и плоскую шайбу, закрепите каждый из болтов M10 x 30 мм через пластину основания в резьбовом отверстии в основании. Используйте четыре болта для каждого шкафа.

6.2.13 Установка на подставке для корпусов типоразмера F

Преобразователи частоты типоразмера F поставляются с подставкой. В подставках преобразователей типоразмера F используется восемь болтов вместо четырех, как показано на *Рисунок 6.102*.

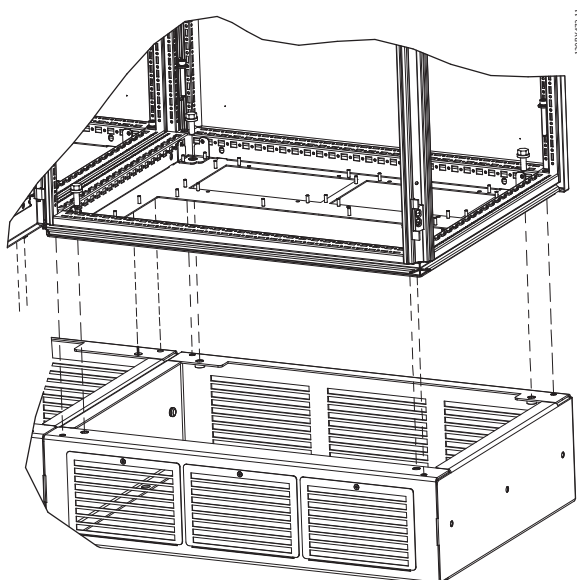


Рисунок 6.102 Монтаж на подставку с помощью болтов

Чтобы установить монтируемый на подставке блок размера F-размер, необходимо выполнить следующие действия.

1. При использовании комплекта для отвода потока воздуха от радиатора к отверстию внешней вентиляции на задней стенке преобразователя частоты, убедитесь в наличии зазора от потолка не менее 100 мм.
2. Используя стопорную шайбу и плоскую шайбу, закрепите каждый из болтов M8x60 мм через корпус в резьбовом отверстии в основании. Используйте четыре болта для каждого шкафа. См. *Рисунок 6.103*
3. Используя невыпадающую стопорную шайбу и плоскую шайбу, закрепите каждый из болтов M10x30 мм через пластину основания в резьбовом отверстии в основании. Используйте четыре болта для каждого шкафа. См. *Рисунок 6.103*

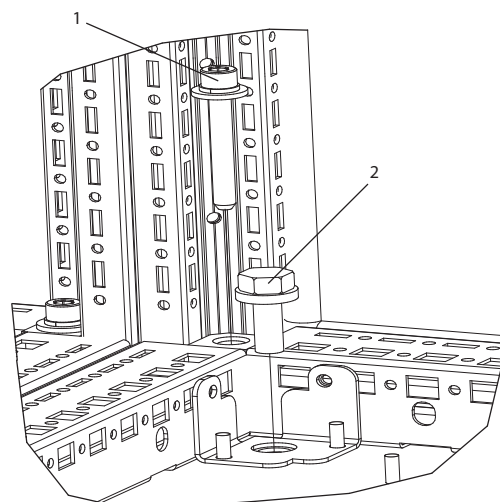


Рисунок 6.103 Местоположение крепежных деталей

1	Болт M8x60 мм
2	Болт M10x30 мм

Таблица 6.63 Пояснения к *Рисунок 6.103*

130BX471.11

7 Электрический монтаж

7.1 Соединения

7.1.1 Усилия затяжки

При затягивании электрических соединений важно затягивать их с указанным усилием затяжки (используйте динамометрический ключ). Слишком малый или слишком большой момент затяжки приводит к ненадежному электрическому соединению.

См. усилия затяжки в *Таблица 7.1*.

Типоразмер	Клемма	Мощность	Номинальный момент [Нм (дюйм-фунт)]	Диапазон момента [Нм (дюйм-фунт)]
D1h/D3h/D5h/D6h	Сеть Двигатель Разделение нагрузки Рекуперация	M10	29,5 (261)	19-40 (168-354)
	Заземление (зануление) Тормоз	M8	14,5 (128)	8,5–20,5 (75–181)
D2h/D4h/D7h/D8h	Сеть Двигатель Рекуперация Разделение нагрузки Заземление (зануление)	M10	29,5 (261)	19-40 (168-354)
	Тормоз	M8		8,5–20,5 (75–181)
E	Сеть	M10	19,1 (169)	17,7–20,5 (156–182)
	Двигатель			
	Разделение нагрузки			
	Земля			
	Рекуперация Тормоз	M8	9,5 (85)	8,8–10,3 (78,2–90,8 дюйм-фунта.)
F	Сеть	M10	19,1 (169)	17,7–20,5 (156–182 дюйм-фунта.)
	Двигатель			
	Разделение нагрузки			
	Рекуперация:	M8	9,5 (85)	8,8–10,3 (78,2–90,8)
		M10	19,1 (169)	17,7–20,5 (156–182)
	F8–F13 Рекуперация	M10	19,1 (169)	17,7–20,5 (156–182.)
	Земля Тормоз	M8	9,5 (85)	8,8–10,3 (78,2–90,8)

Таблица 7.1 Моменты затяжки клемм

7.1.2 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. В применениях, не сертифицированных согласно UL, могут использоваться медные проводники, рассчитанные на 75 °C используйте 90 °C.

Подключения силовых кабелей расположены как показано на *Рисунок 7.1*. Сечения кабелей должны соответствовать номинальным токовым нагрузкам и местным нормативам. См. *глава 4.3 Общие технические требования* для правильного определения размеров поперечного сечения и длины кабеля двигателя.

Если блок не имеет встроенных предохранителей, для защиты преобразователя частоты следует использовать рекомендуемые плавкие предохранители. Рекомендуемые предохранители перечислены в Инструкциях по эксплуатации. Защита с помощью плавких предохранителей должна соответствовать местным нормам и правилам.

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

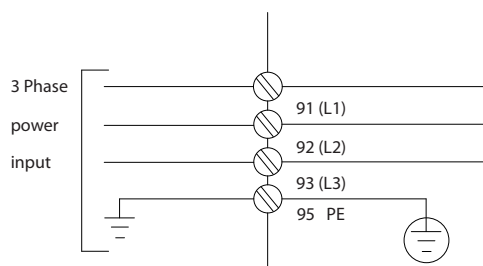


Рисунок 7.1 Подключение кабеля электропитания

УВЕДОМЛЕНИЕ

Кабель двигателя должен быть экранированным/защищенным. Если используется неэкранированный/незащищенный кабель, некоторые требования ЭМС окажутся невыполненными. Для обеспечения выполнения требований по ограничению электромагнитного излучения в соответствии с нормативами ЭМС используйте для подключения двигателя экранированный/защищенный кабель. Для получения дополнительных сведений см. *глава 7.8 Монтаж с учетом требований по ЭМС*.

Экранирование кабелей

Избегайте монтажа с помощью скрученных концов экрана (скруток). Это снижает эффективность экранирования на высоких частотах. Если необходимо разорвать экран для монтажа разъединителя или контактора двигателя, восстановите затем непрерывность экрана, обеспечивая минимально возможное сопротивление высоких частот.

Присоедините экран кабеля двигателя к развязывающей панели преобразователя частоты и 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 синусоидальными фильтрами, предназначенными для снижения акустического шума двигателя, частота коммутации должна устанавливаться в соответствии с указаниями в *14-01 Частота коммутации*.

№ клеммы	96	97	98	99	
	U	V	W	PE ¹⁾	Напряжение двигателя, 0–100 % напряжения сети. 3 провода от двигателя
	U1	V1	W1	PE ¹⁾	Соединение по схеме треугольника 6 проводов от двигателя
	W2	U2	V2	PE ¹⁾	Соединение по схеме звезды: U2, V2, W2 U2, V2 и W2 соединяются отдельно.

Таблица 7.2 Подключение кабеля электродвигателя

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 синусоидальный фильтр.

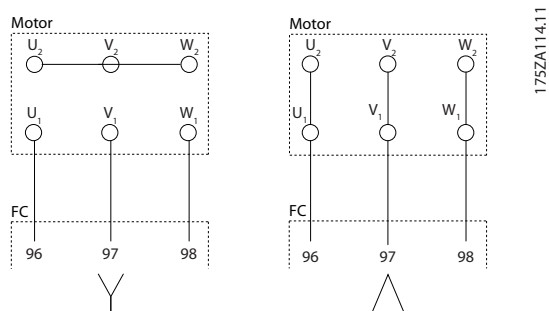


Рисунок 7.2 Подключение кабеля электродвигателя

Внутренние компоненты корпуса типоразмера D

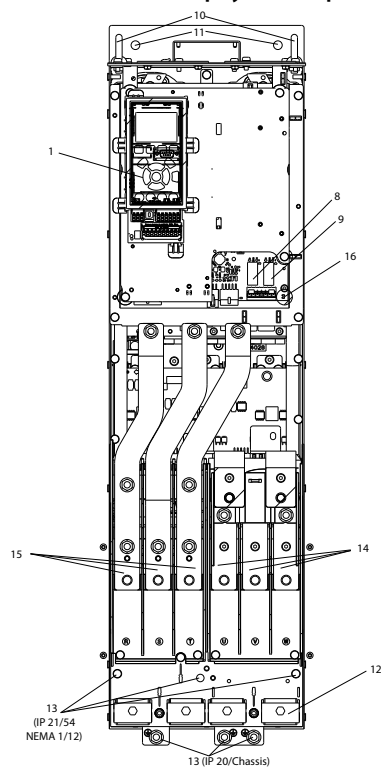


Рисунок 7.3 Внутренние компоненты корпуса типоразмера D

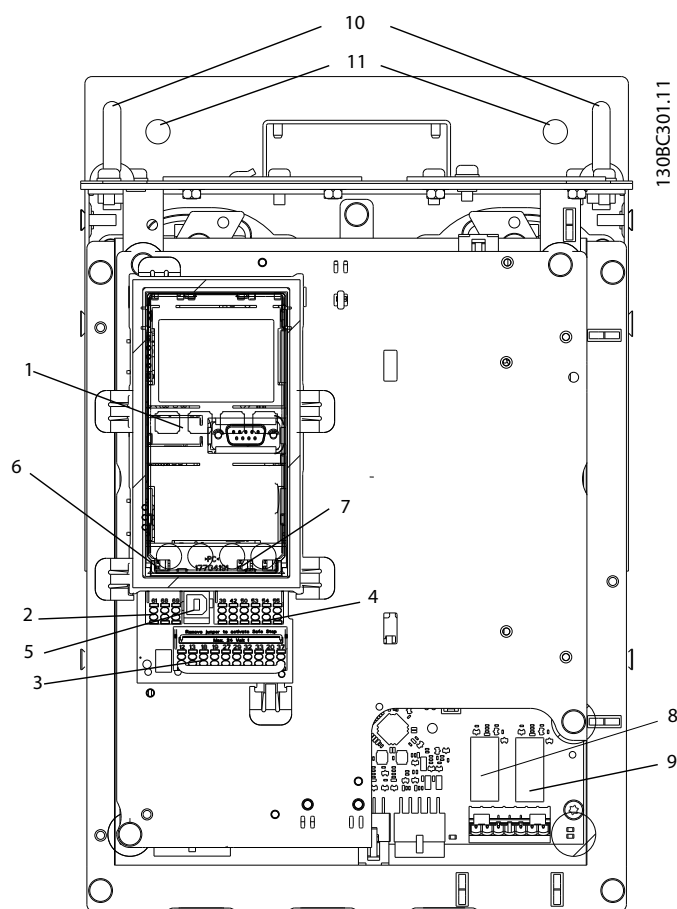


Рисунок 7.4 Крупный план: LCP и функции управления

1	LCP (панель местного управления)	9	Реле 2 (04, 05, 06)
2	Разъем шины последовательной связи RS-485	10	Транспортное кольцо
3	Цифровой вход/выход и питание 24 В	11	Монтажное отверстие
4	Разъем аналогового входа/выхода	12	Кабельный зажим (защитное заземление)
5	USB-разъем	13	Заземление (зануление)
6	Клеммный переключатель шины последовательной связи	14	Выходные клеммы двигателя 96 (U), 97 (V), 98 (W)
7	Аналоговые выключатели (A53), (A54)	15	Входные клеммы сети 91 (L1), 92 (L2), 93 (L3)
8	Реле 1 (01, 02, 03)		

Таблица 7.3 Пояснения к Рисунок 7.3 и Рисунок 7.4

Расположение клемм — D1h/D2h

При планировании подвода кабелей имейте в виду, что клеммы расположены так, как показано на приведенных ниже чертежах.

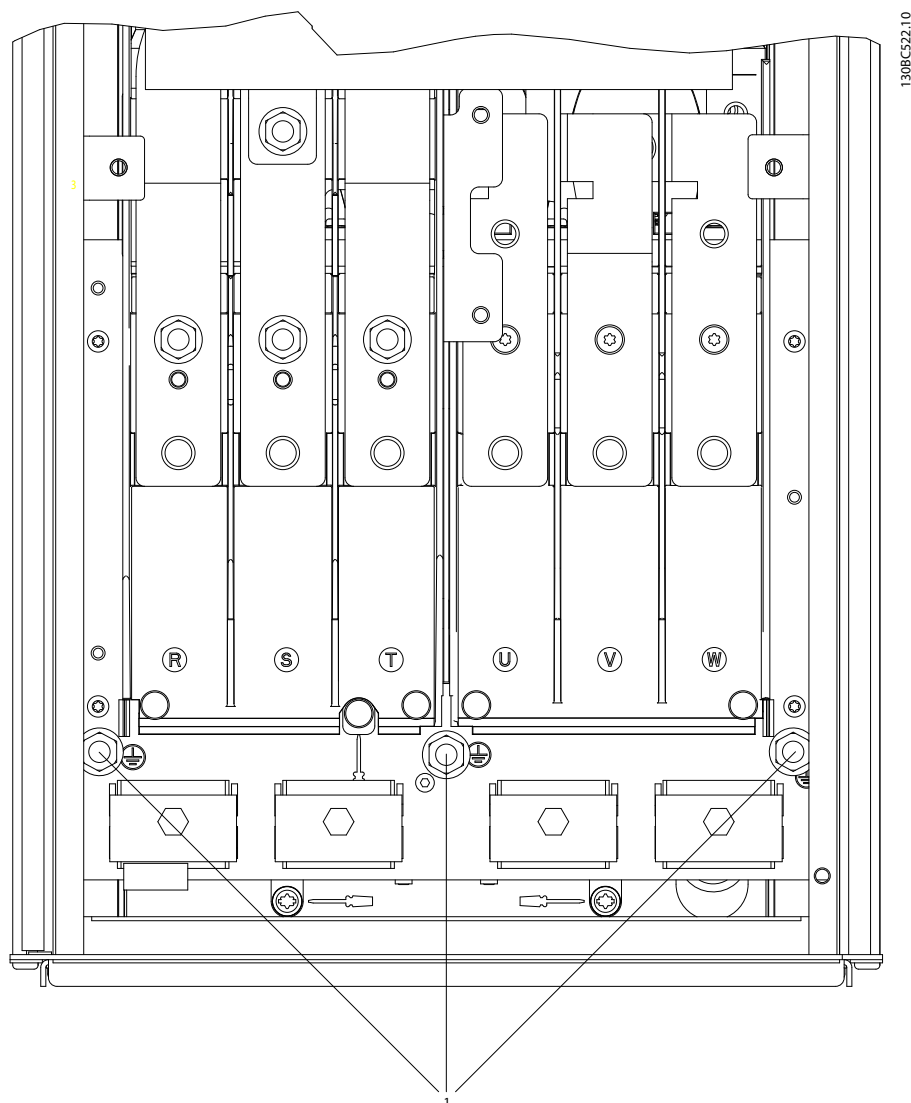
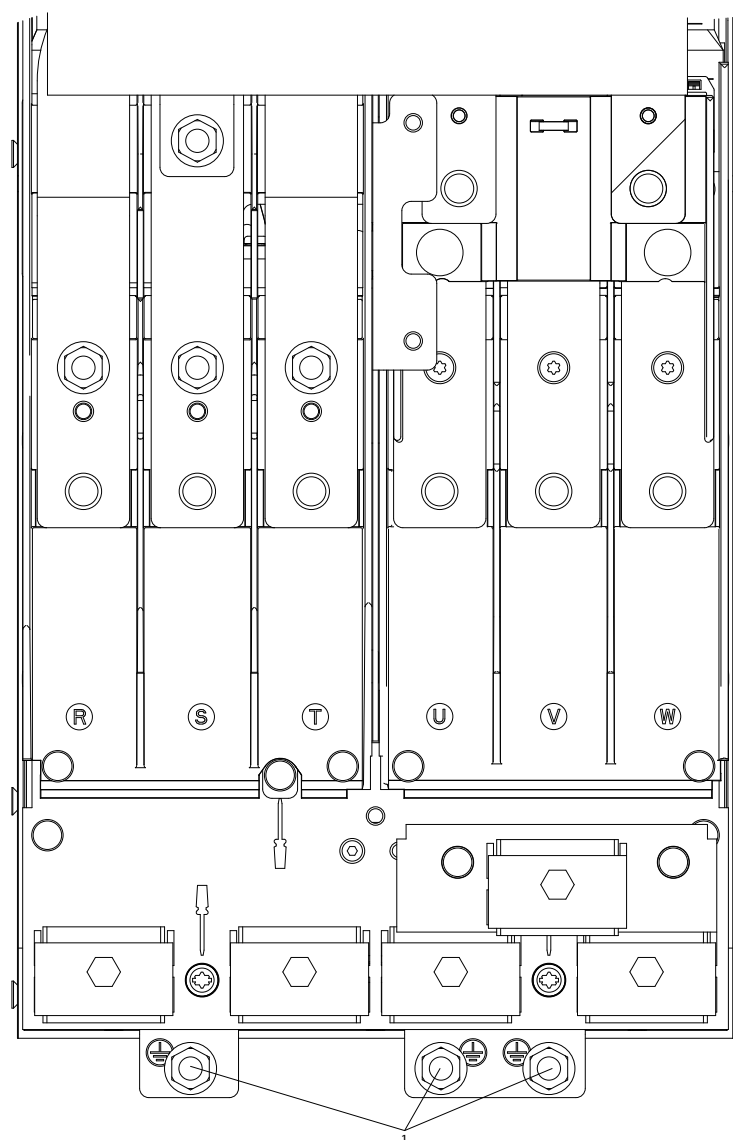


Рисунок 7.5 Расположение клемм заземления, IP21 (NEMA, тип 1) и IP54 (NEMA, тип 12), D1h/D2h

Расположение клемм — D3h/D4h

При планировании подвода кабелей имейте в виду, что клеммы расположены так, как показано на приведенных ниже чертежах.



7

Рисунок 7.6 Расположение клемм заземления IP20 (Шасси), типоразмеры D3h/D4h

1	Клеммы заземления
---	-------------------

Таблица 7.4 Пояснения к Рисунок 7.5 и Рисунок 7.6

Расположение клемм — D5h

При планировании подвода кабелей имейте в виду, что клеммы расположены так, как показано на приведенных ниже чертежах.

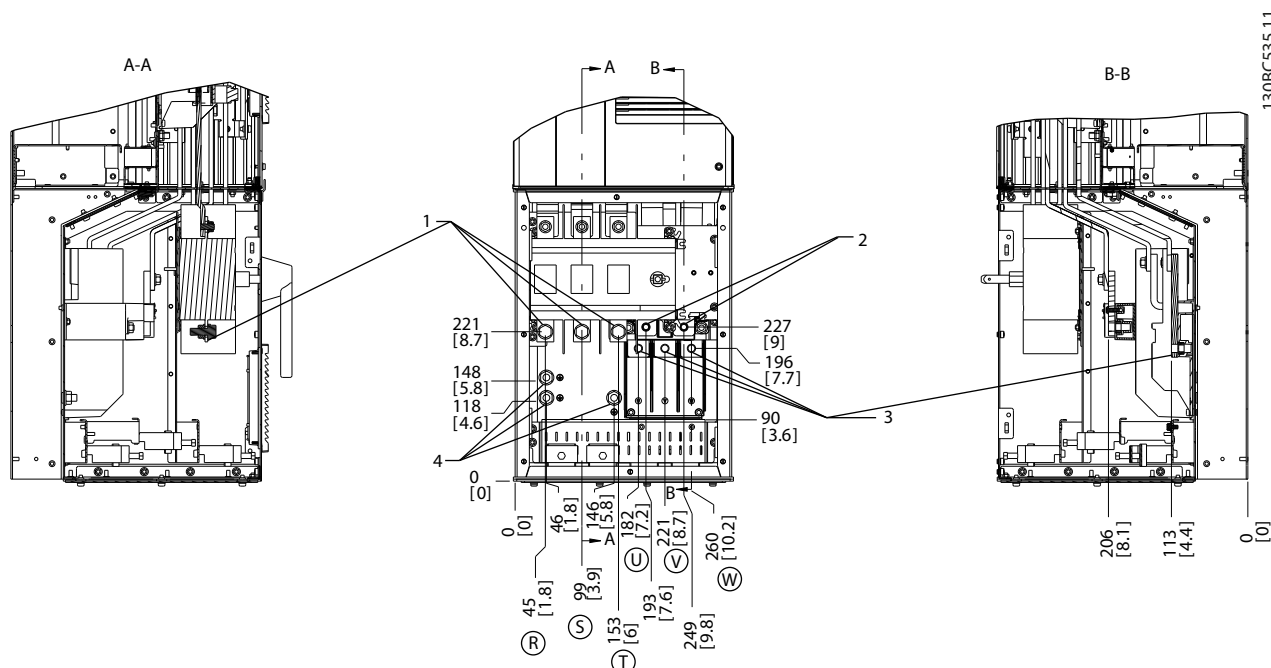


Рисунок 7.7 Расположение клемм, D5h с разъединителем, дополнительное устройство

1	Сетевые клеммы	3	Клеммы подключения электродвигателя
2	Клеммы подключения тормозного резистора	4	Клеммы заземления/зануления

Таблица 7.5 Пояснения к Рисунок 7.7

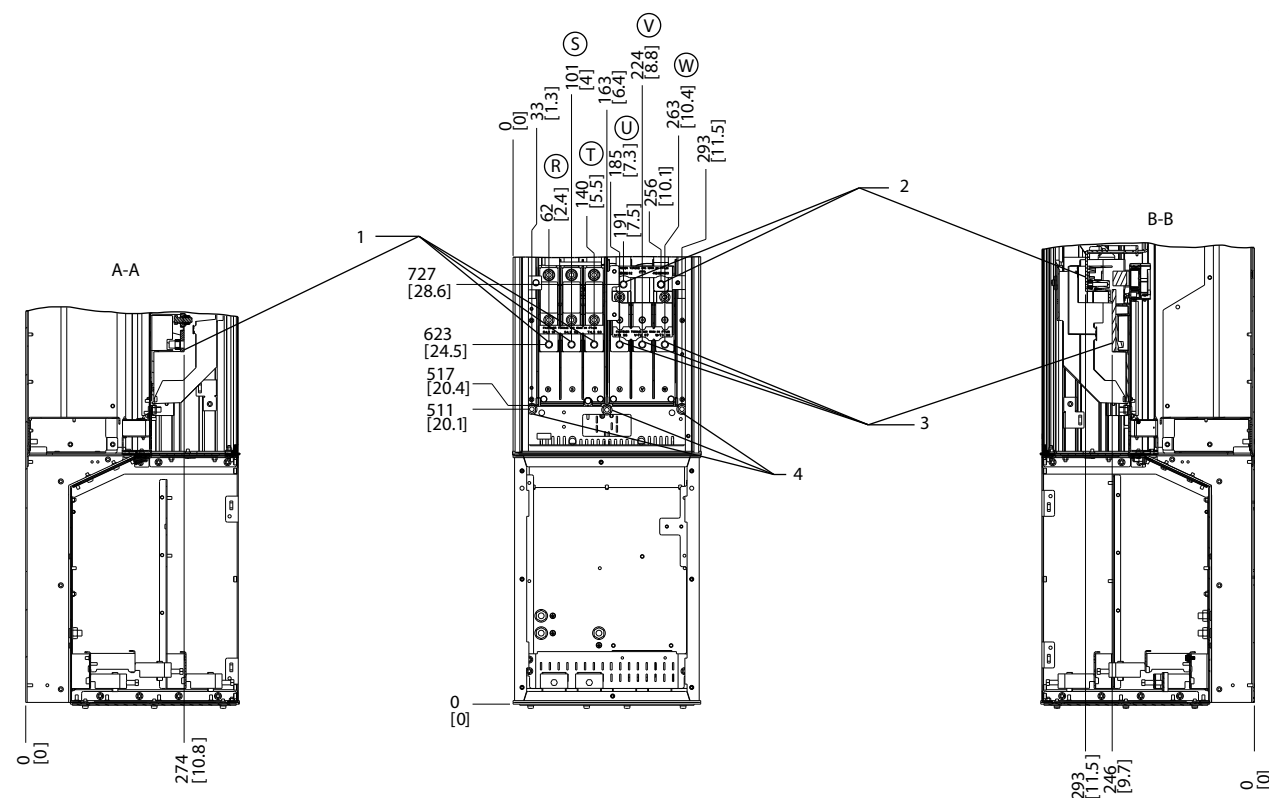


Рисунок 7.8 Расположение клемм, D5h с тормозом

1	Сетевые клеммы	3	Клеммы подключения электродвигателя
2	Клеммы подключения тормозного резистора	4	Клеммы заземления/зануления

Таблица 7.6 Пояснения к Рисунок 7.8

Расположение клемм — D6h

При планировании подвода кабелей имейте в виду, что клеммы расположены так, как показано на приведенных ниже чертежах.

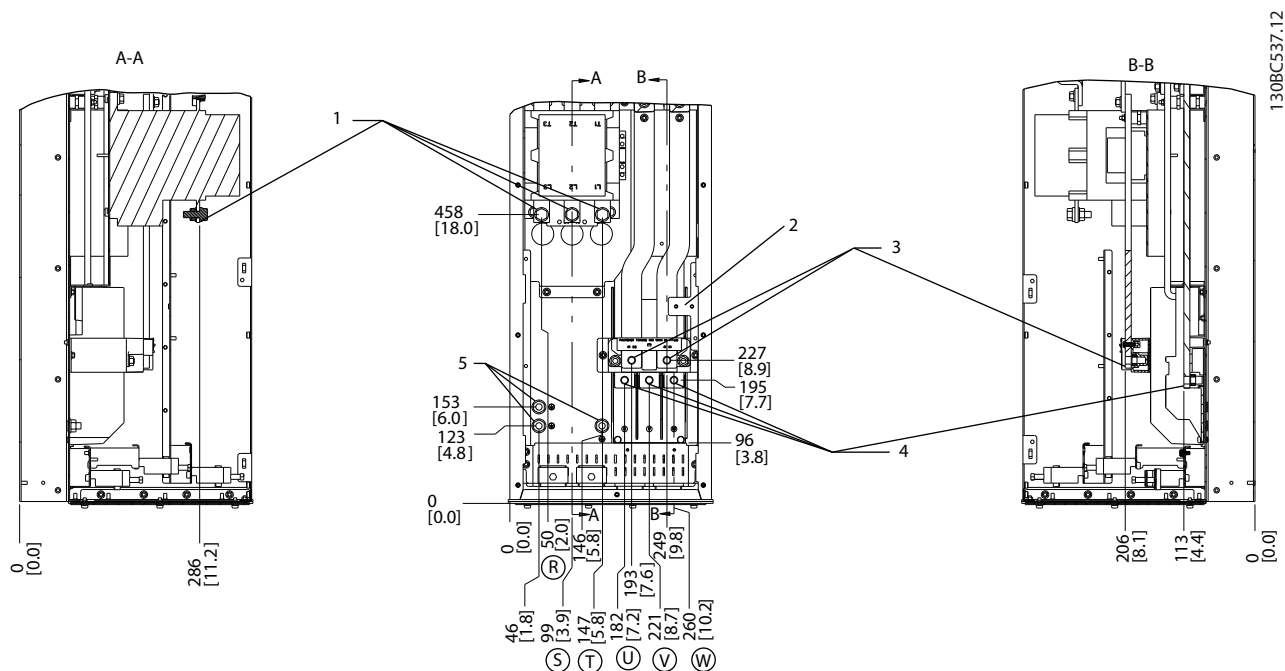


Рисунок 7.9 Расположение клемм, D6h с контактором

1	Сетевые клеммы	4	Клеммы подключения электродвигателя
2	Клеммная колодка для контактора ТВ6	5	Клеммы заземления/зануления
3	Клеммы подключения тормозного резистора		

Таблица 7.7 Пояснения к Рисунок 7.9

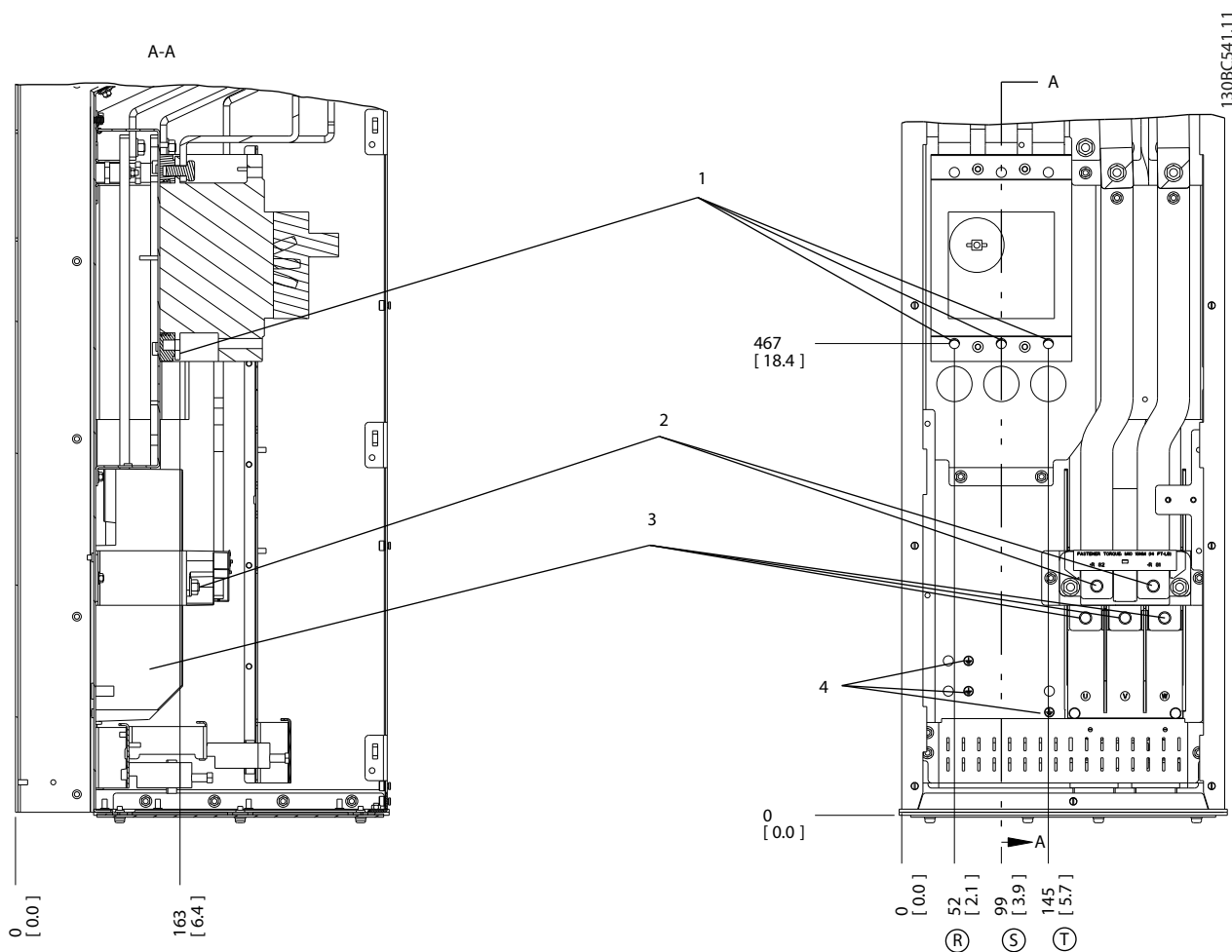


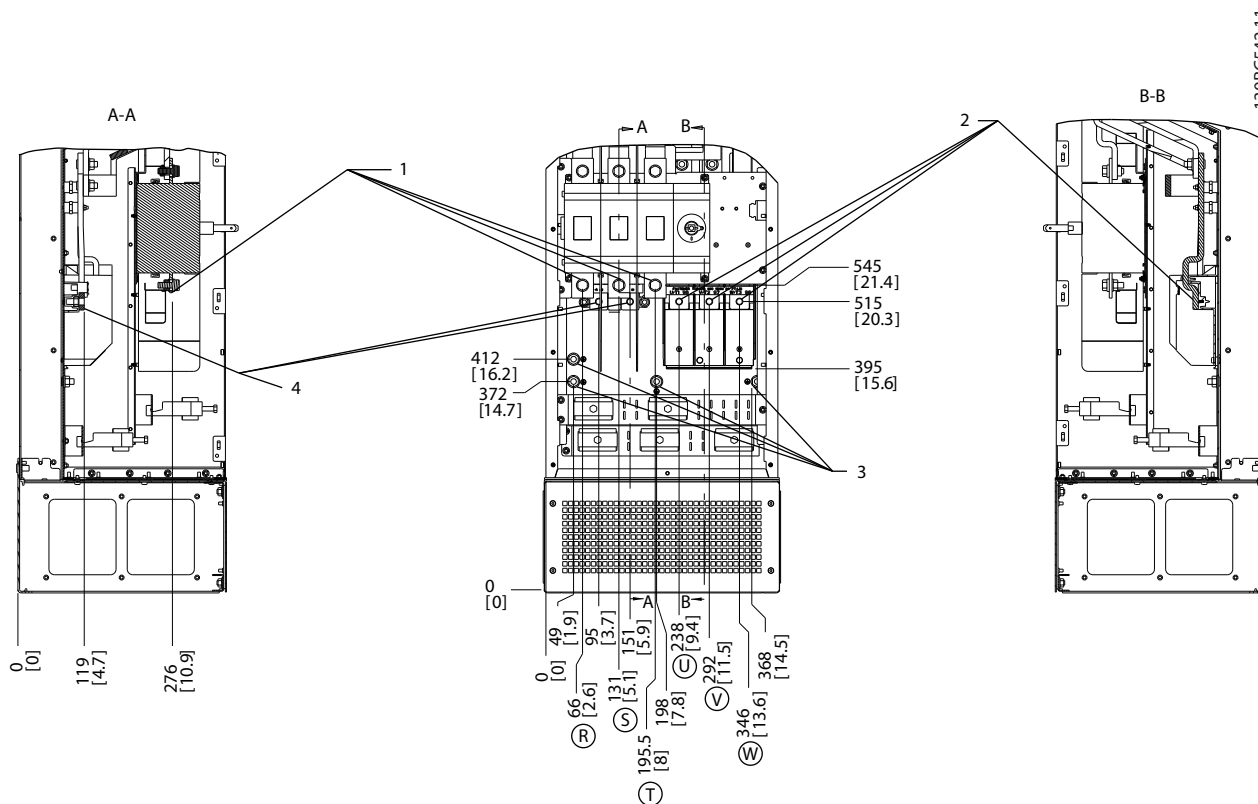
Рисунок 7.11 Расположение клемм, D6h с автоматическим выключателем

1	Сетевые клеммы	3	Клеммы подключения электродвигателя
2	Клеммы подключения тормозного резистора	4	Клеммы заземления/зануления

Таблица 7.9 Пояснения к Рисунок 7.11

Расположение клемм — D7h

При планировании подвода кабелей имейте в виду, что клеммы расположены так, как показано на приведенных ниже чертежах.



7

Рисунок 7.12 Расположения клемм, D7h с дополнительным устройством разъединителя

1	Сетевые клеммы	3	Клеммы заземления/зануления
2	Клеммы подключения электродвигателя	4	Клеммы подключения тормозного резистора

Таблица 7.10 Пояснения к Рисунок 7.12

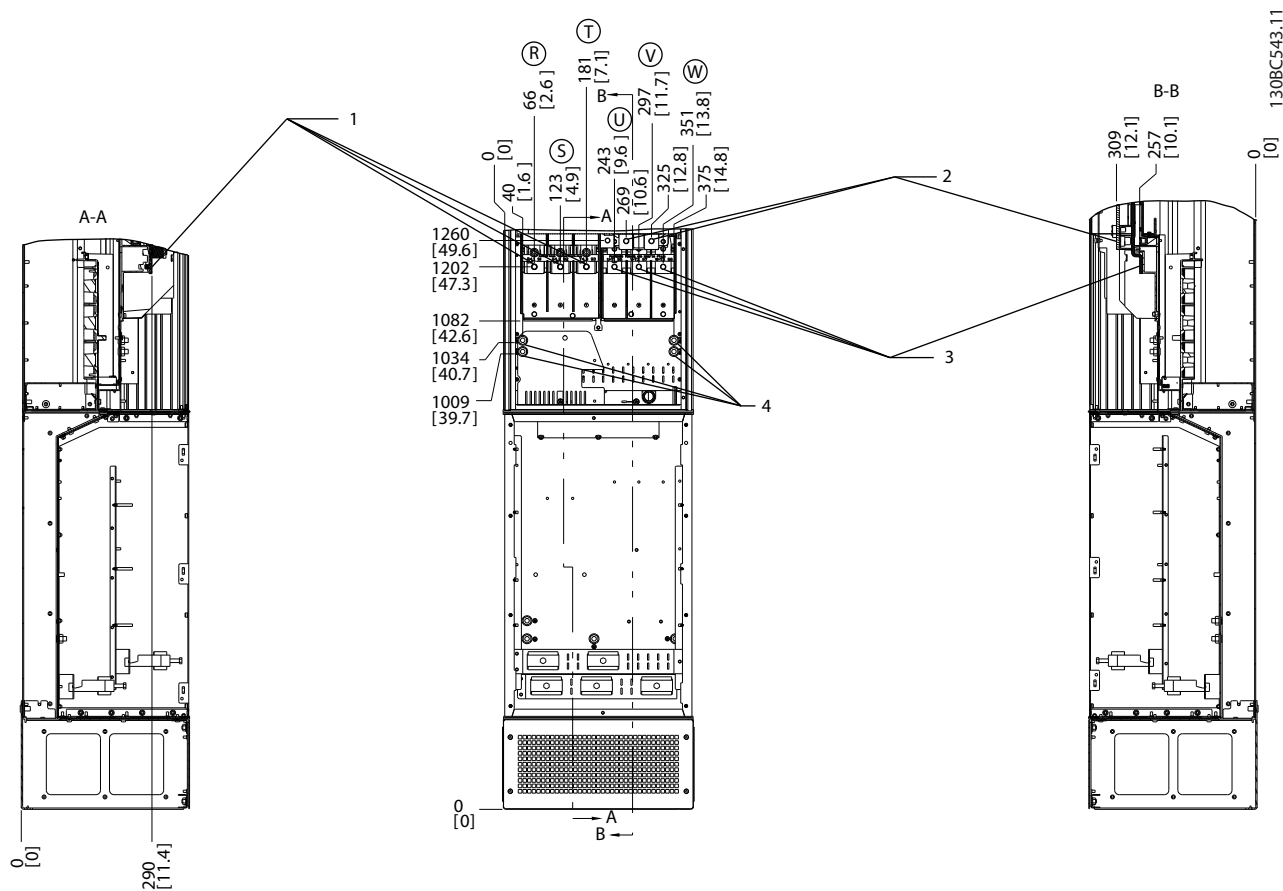


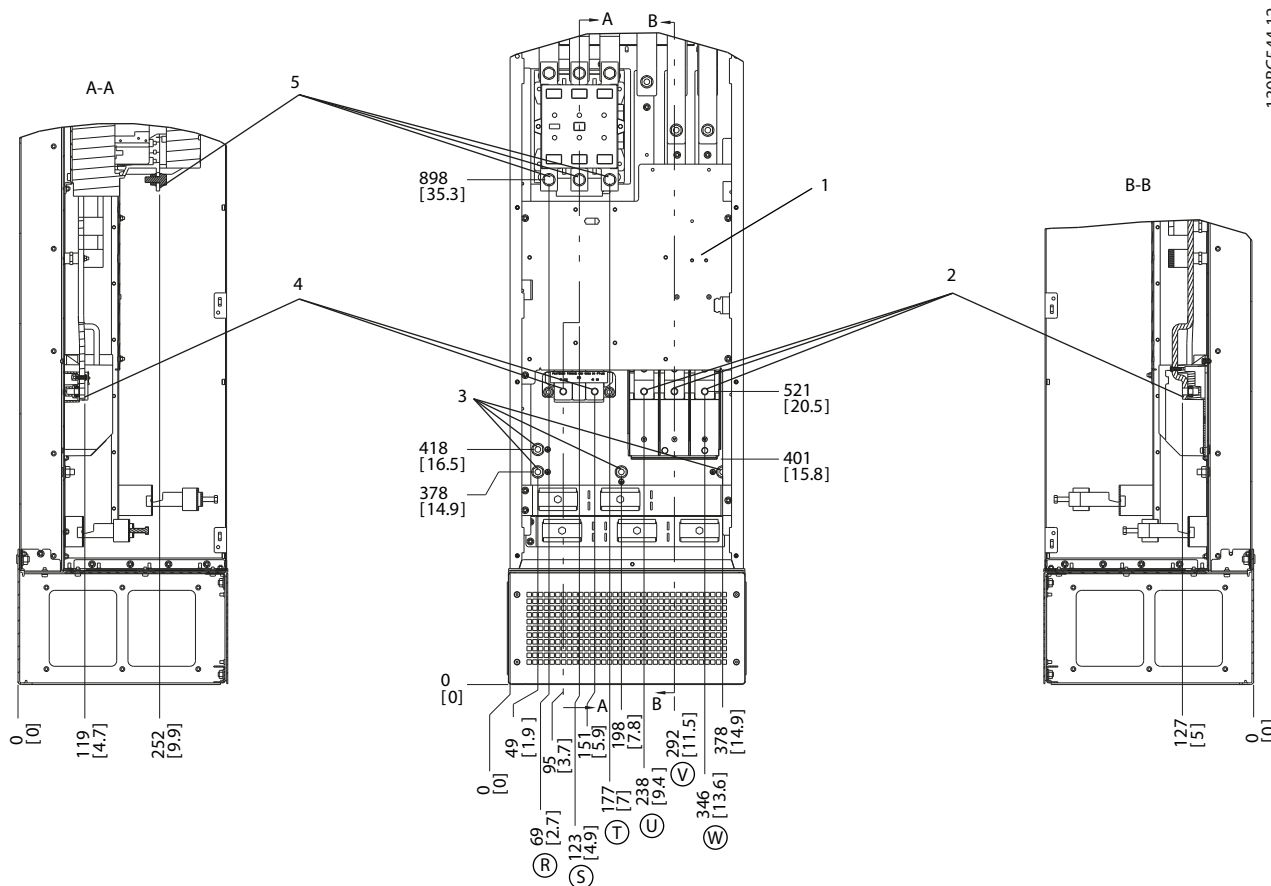
Рисунок 7.13 Расположение клемм, D7h с тормозом

1	Сетевые клеммы	3	Клеммы подключения электродвигателя
2	Клеммы подключения тормозного резистора	4	Клеммы заземления/зануления

Таблица 7.11 Пояснения к Рисунок 7.13

Расположение клемм — D8h

При планировании подвода кабелей имейте в виду, что клеммы расположены так, как показано на приведенных ниже чертежах.



7

Рисунок 7.14 Расположение клемм, D8h с контактором

1	Клеммная колодка для контактора TB6	4	Клеммы подключения тормозного резистора
2	Клеммы подключения электродвигателя	5	Сетевые клеммы
3	Клеммы заземления/зануления		

Таблица 7.12 Пояснения к Рисунок 7.14

7

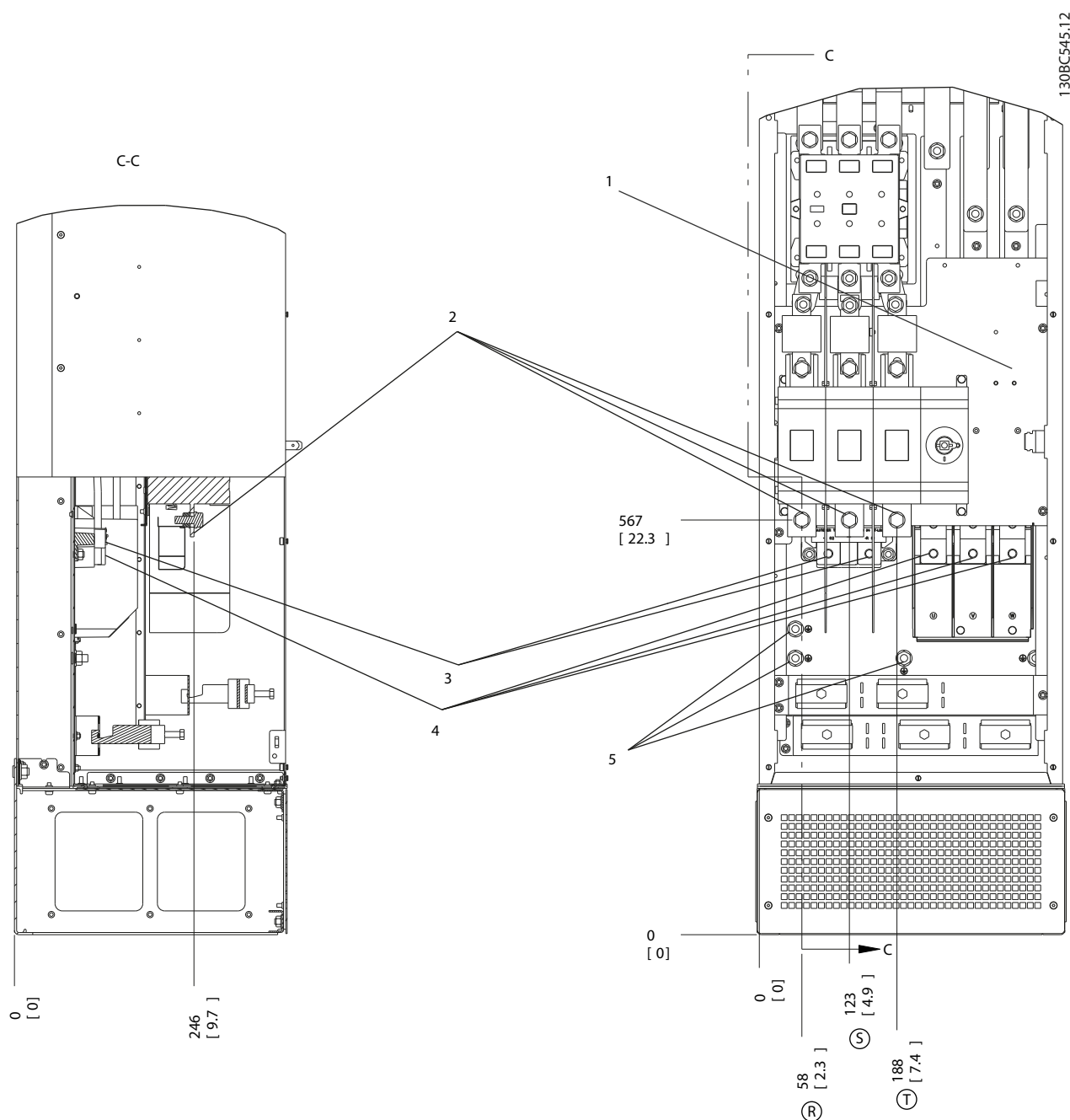


Рисунок 7.15 Расположение клемм, D8h с дополнительными устройствами контактора и разъединителя

1	Клеммная колодка для контактора ТВ6	4	Клеммы подключения электродвигателя
2	Сетевые клеммы	5	Клеммы заземления/зануления
3	Клеммы подключения тормозного резистора		

Таблица 7.13 Пояснения к Рисунок 7.15

130BC546.11

7

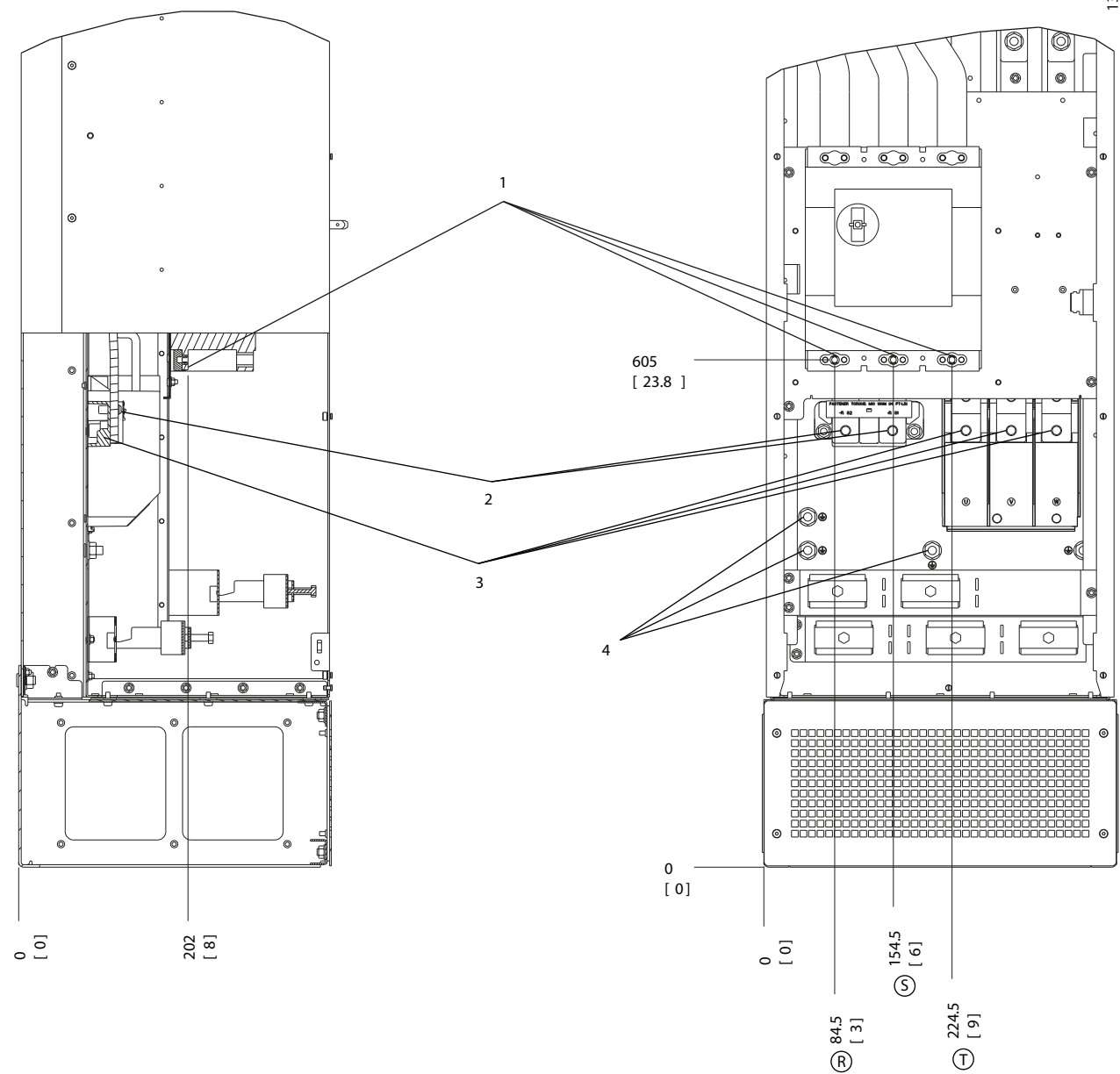


Рисунок 7.16 Расположение клемм, D8h с автоматическим выключателем

1	Сетевые клеммы	3	Клеммы подключения электродвигателя
2	Клеммы подключения тормозного резистора	4	Клеммы заземления/зануления

Таблица 7.14 Пояснения к Рисунок 7.16

Расположение клемм — E1

При планировании подвода кабелей имейте в виду, что клеммы расположены так, как показано на приведенных ниже чертежах.

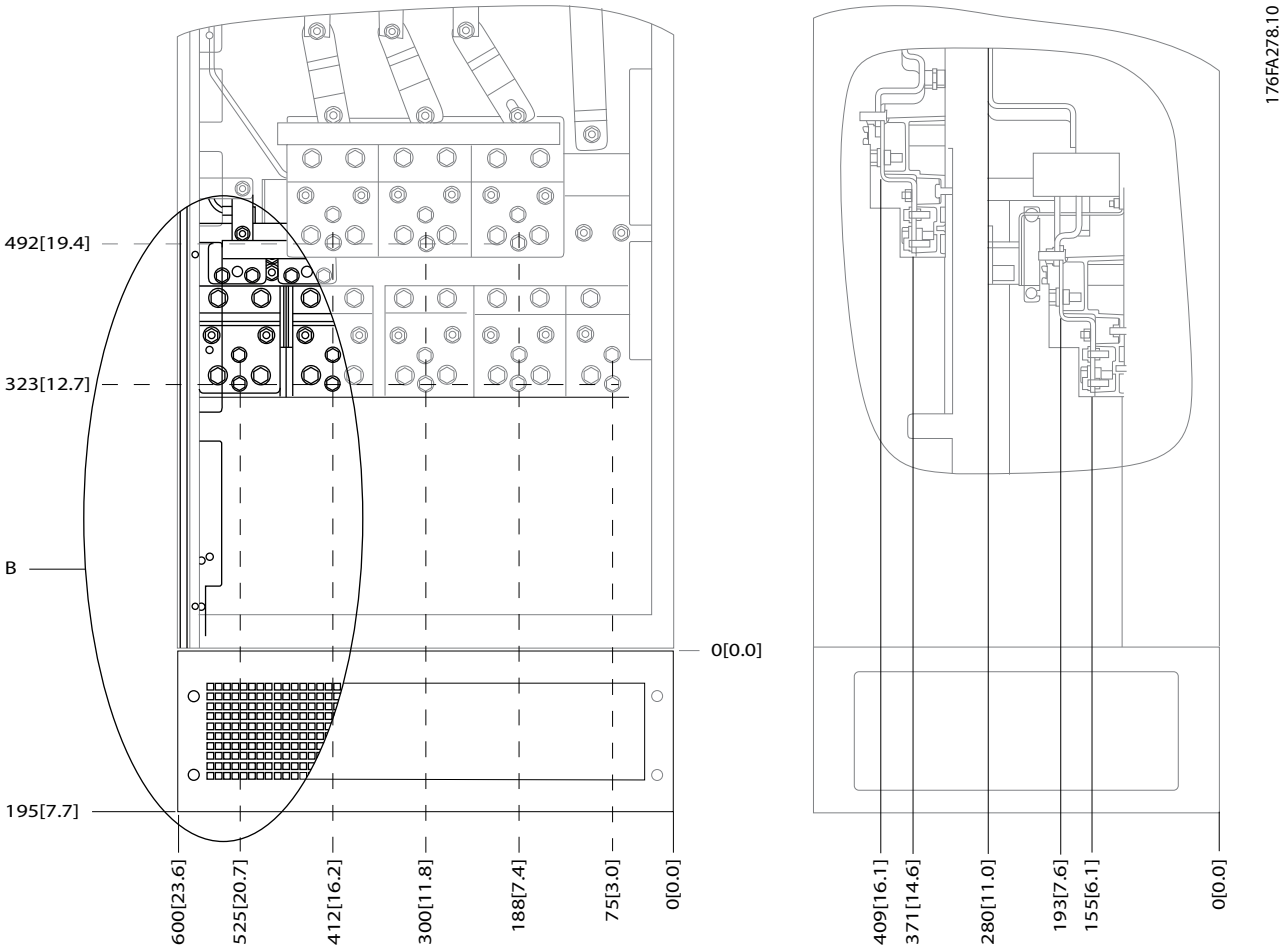


Рисунок 7.17 Расположение клемм питания для корпусов P21 (NEMA Type 1) и IP54 (NEMA Type 12)

В	Вид устройства спереди
---	------------------------

Таблица 7.15 Пояснения к Рисунок 7.17

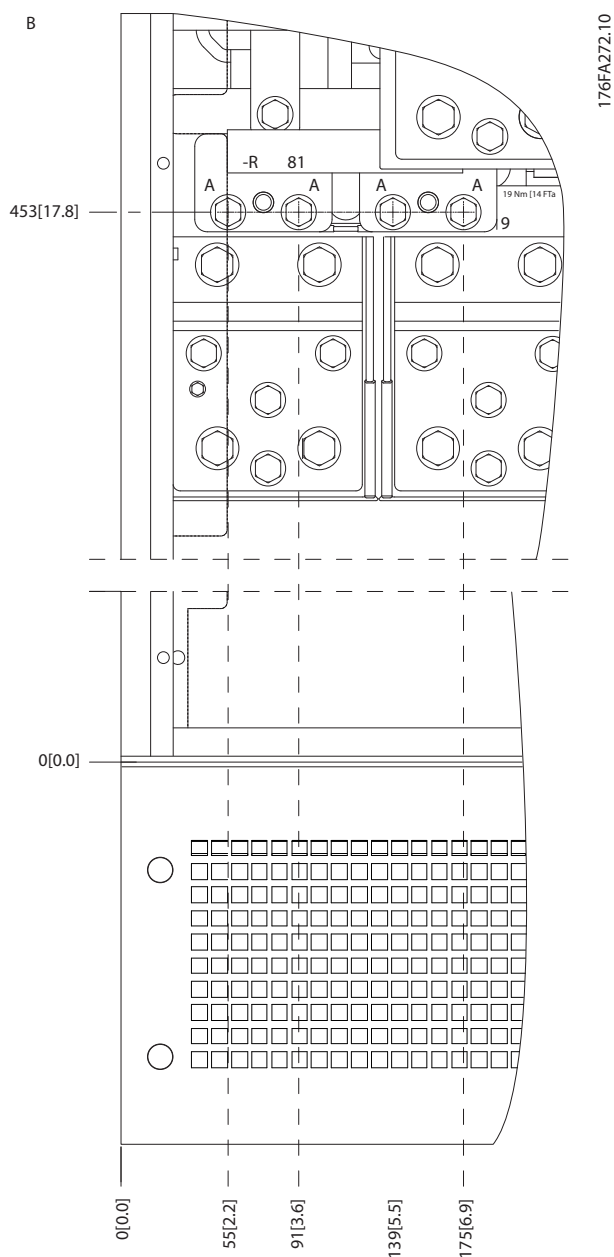


Рисунок 7.18 Расположение клемм питания для корпусов IP21 (NEMA тип 1) и IP54 (NEMA тип 12) (фрагмент В)

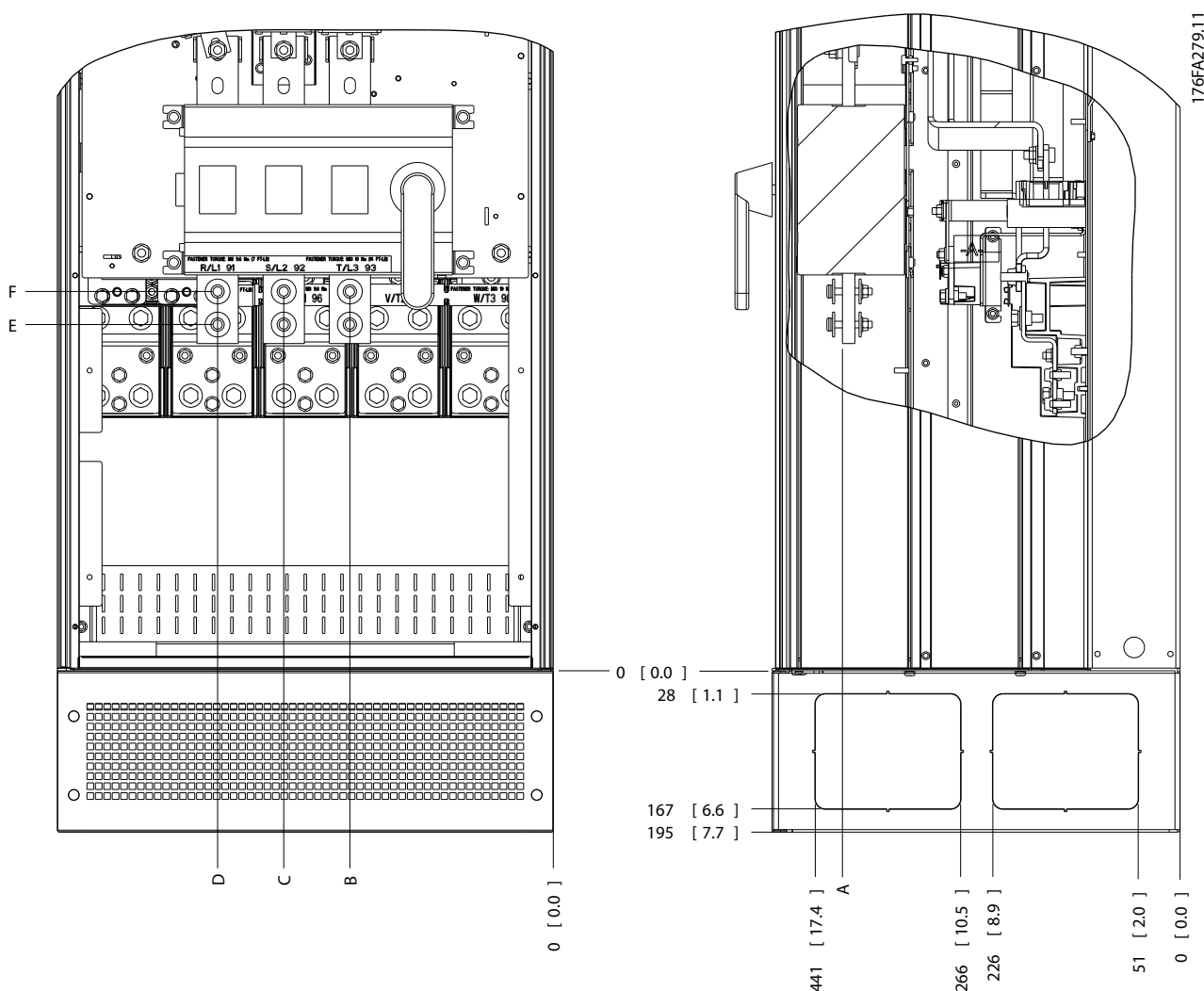
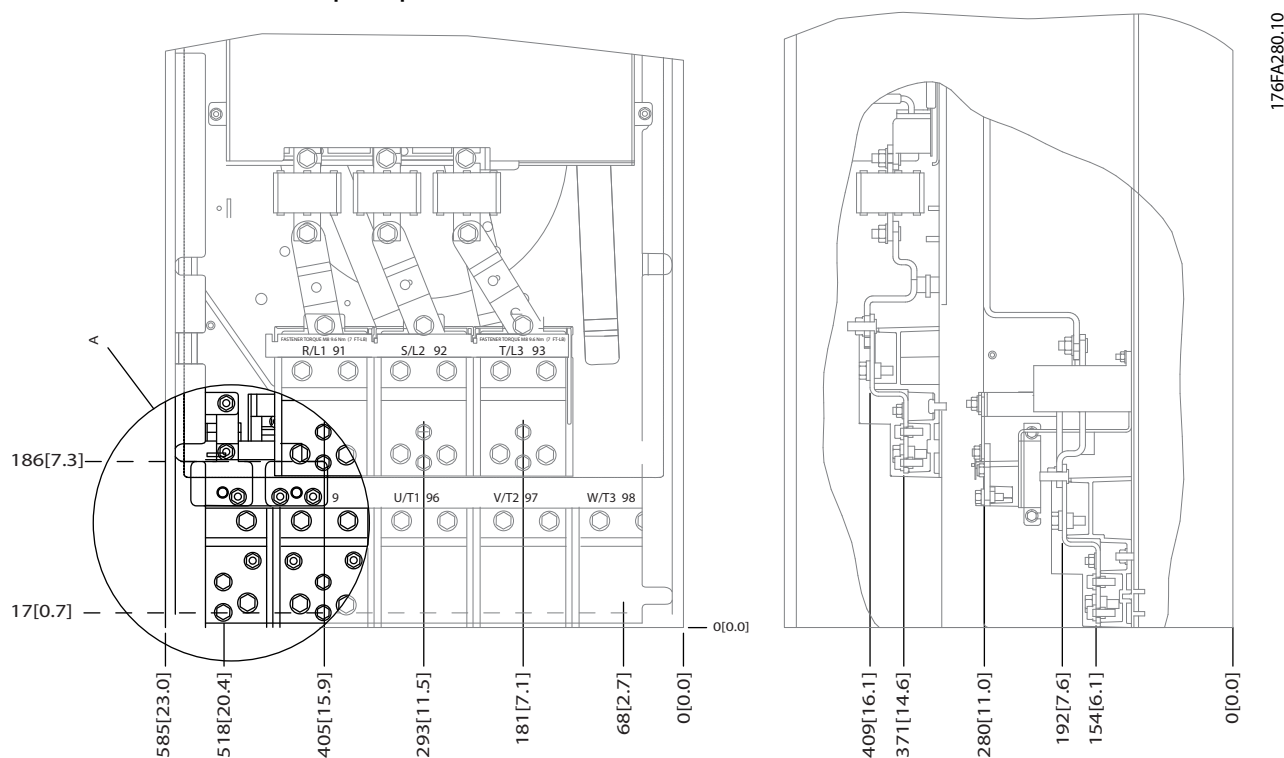


Рисунок 7.19 Расположение расцепителя питания для корпусов IP21 (NEMA тип 1) и IP54 (NEMA тип 12)

Типоразмер	Тип блока	Габариты для отключения клеммы					
E1	IP54/IP21 UL и NEMA1/NEMA12						
	250/315 кВт (400 В) и 355/450–500/630 кВт (690 В)	381 (15,0)	253 (9,9)	253 (9,9)	431 (17,0)	562 (22,1)	Не определен
	315/355–400/450 кВт (400 В)	371 (14,6)	371 (14,6)	341 (13,4)	431 (17,0)	431 (17,0)	455 (17,9)

Таблица 7.16 Пояснения к Рисунок 7.19

Расположение клемм — типоразмер E2



7

Рисунок 7.20 Расположение клемм электропитания корпусов IP00

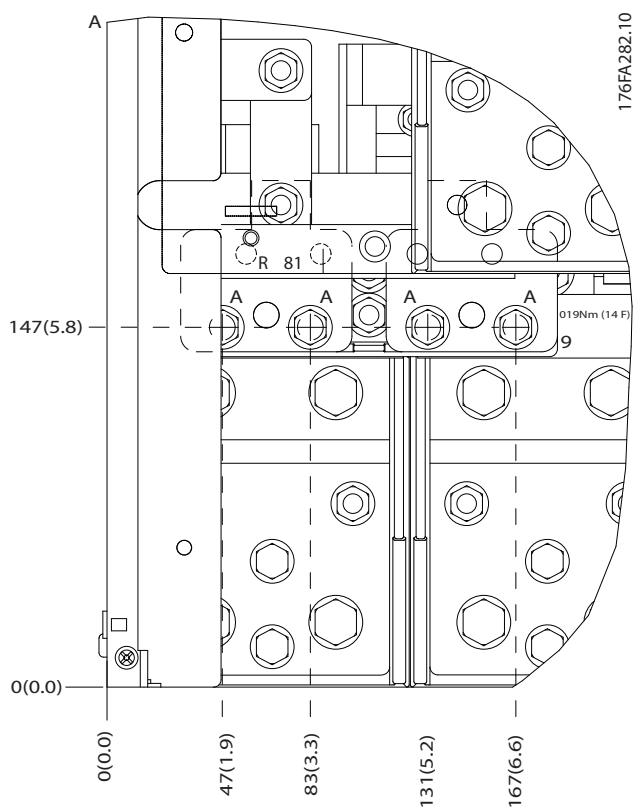


Рисунок 7.21 Расположение клемм электропитания корпусов IP00

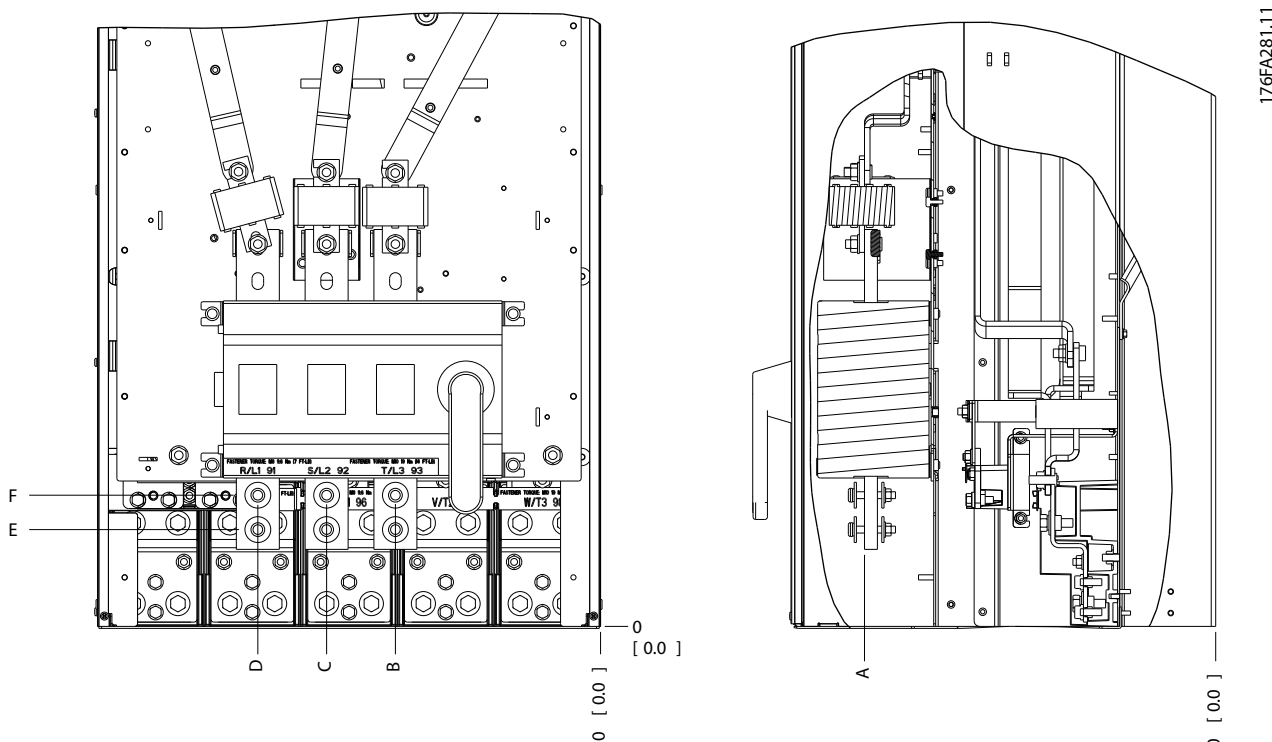


Рисунок 7.22 Подключение электропитания для корпусов IP00, расположение разъединителя

УВЕДОМЛЕНИЕ

Силовые кабели тяжелые и изгибаются с трудом. Найдите оптимальное положение преобразователя частоты, обеспечивающее удобный монтаж кабелей. Каждая клемма позволяет использовать до 4 кабелей с кабельными наконечниками или применять стандартный обжимной наконечник. Заземление подключается к соответствующей соединительной точке преобразователя частоты.

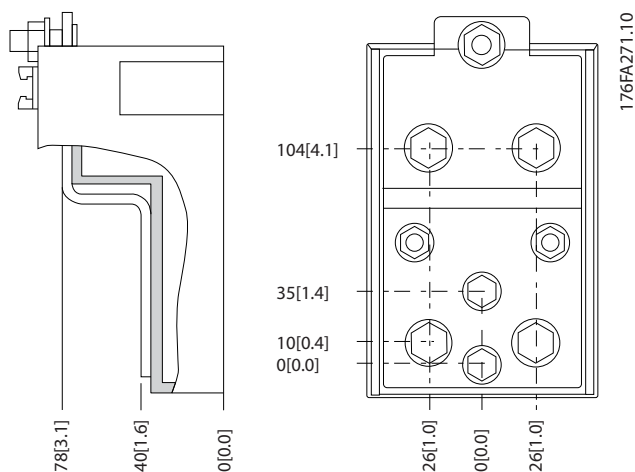


Рисунок 7.23 Клемма (детальный вид)

УВЕДОМЛЕНИЕ

Источник питания может быть подключен к точкам А или В.

Типоразмер	Тип блока	Габариты для отключения клеммы					
		A	B	C	D	E	F
E2	250/315 кВт (400 В) и 355/450–500/630 кВт (690 В)	381 (15,0)	245 (9,6)	334 (13,1)	423 (16,7)	256 (10,1)	Не определен
	315/355–400/450 кВт (400 В)	383 (15,1)	244 (9,6)	334 (13,1)	424 (16,7)	109 (4,3)	149 (5,8)

Таблица 7.17 Подключение электропитания, E2

УВЕДОМЛЕНИЕ

Корпуса F бывают четырех размеров, F1, F2, F3 и F4. F1 и F2 состоят из шкафа для инвертора справа и шкафа для выпрямителя слева. F3 и F4, являются, соответственно, корпусами F1 и F2, у которых имеется шкаф для дополнительных устройств слева от шкафа для выпрямителя.

Расположение клемм — типоразмеры F1 и F3

При планировании подвода кабелей имейте в виду, что клеммы расположены так, как показано на приведенных ниже чертежах.

7

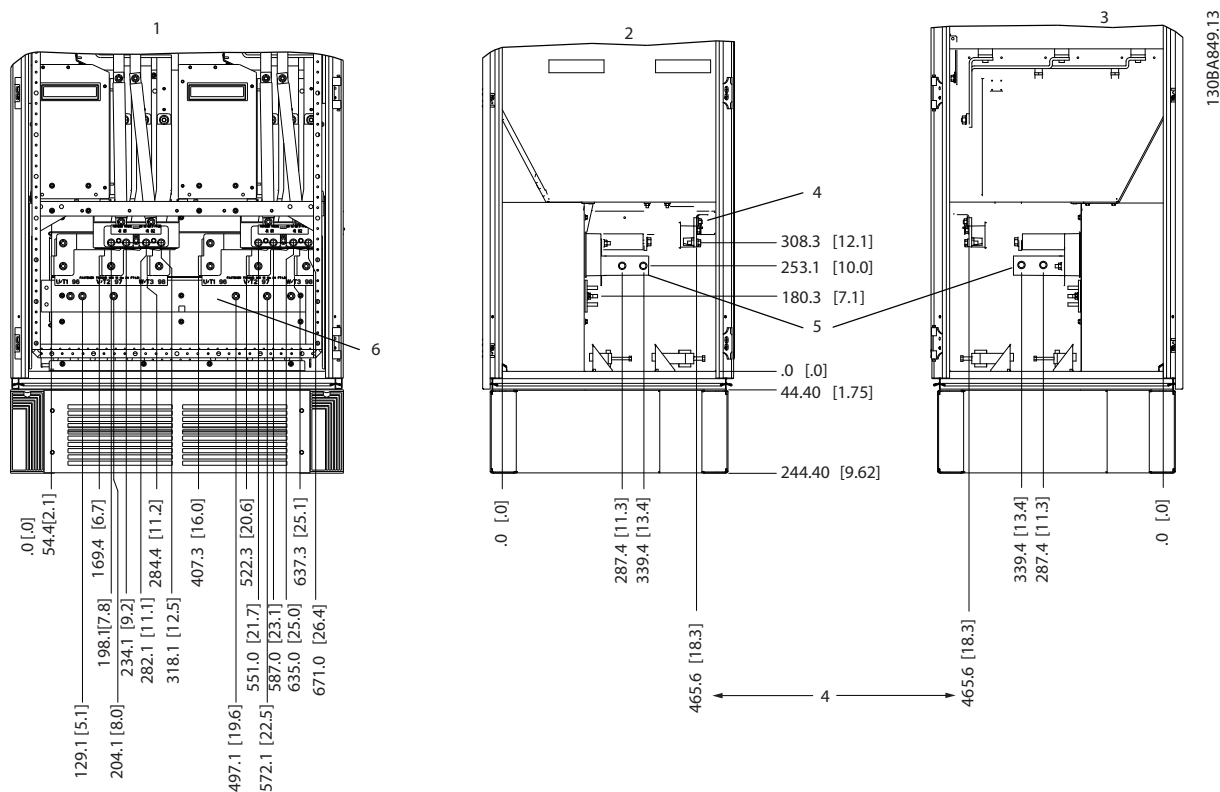


Рисунок 7.24 Расположение клемм — шкаф инвертора, F1 и F3. Панель уплотнений расположена на 42 мм ниже уровня 0.

1	Передняя сторона	4	Шина заземления
2	Левая сторона	5	Клеммы подключения электродвигателя
3	Правая сторона	6	Клеммы подключения тормозного резистора

Таблица 7.18 Пояснения к Рисунок 7.24



7

Technical drawing of a building facade showing a grid of dimensions in millimeters. The drawing includes a side elevation and a top-down view of a window unit. Dimensions are listed on the left and right sides of the drawing.

Dimension (mm)	Dimension (mm)
0.0 [0.00]	144.3 [5.68]
66.4 [2.61]	219.3 [8.63]
181.4 [7.14]	210.1 [8.27]
296.4 [11.67]	246.1 [9.69]
431.0 [16.97]	294.1 [11.58]
546.0 [21.50]	330.1 [13.00]
661.0 [26.03]	512.3 [20.17]
795.7 [31.33]	574.7 [22.63]
910.7 [35.85]	587.3 [23.12]
1025.7 [40.38]	610.7 [24.04]
1059.4 [41.71]	658.7 [25.93]
	694.7 [27.35]
	880.3 [34.66]
	939.4 [36.98]
	975.4 [38.40]
	1023.4 [40.29]
	1059.4 [41.71]

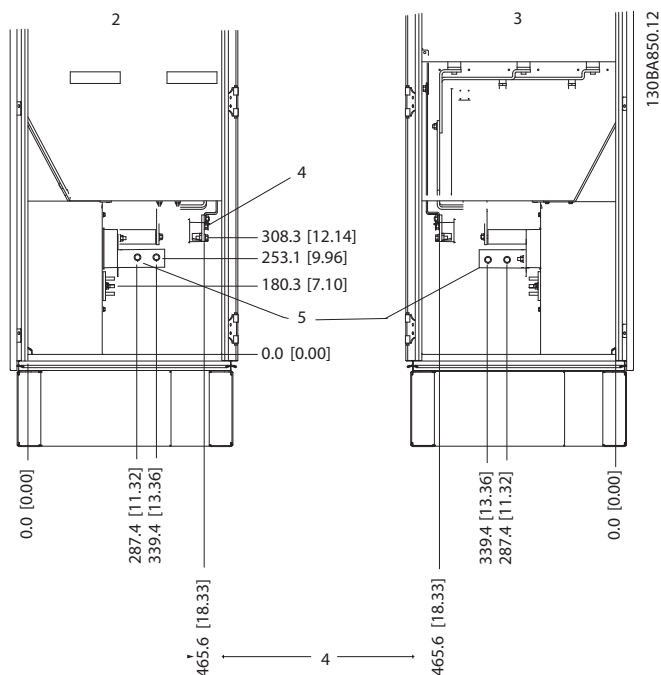


Рисунок 7.26 Расположение клемм — шкаф инвертора, F2 и F4. Панель уплотнений расположена на 42 мм ниже уровня 0.

1	Передняя сторона	3	Правая сторона
2	Левая сторона	4	Шина заземления

Таблица 7.19 Пояснения к Рисунок 7.26

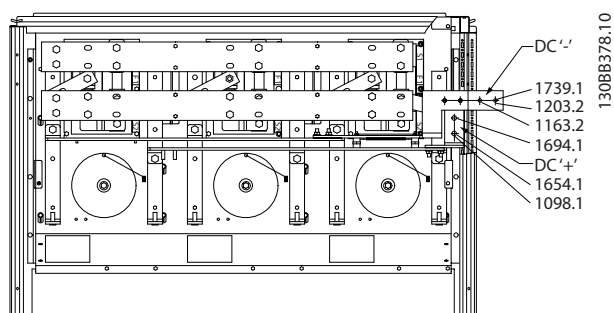


Рисунок 7.27 Расположение клемм рекуперации — F2 и F4

Расположение клемм — выпрямитель (F1, F2, F3 и F4)

При планировании подвода кабелей имейте в виду, что клеммы расположены так, как показано на приведенных ниже чертежах.

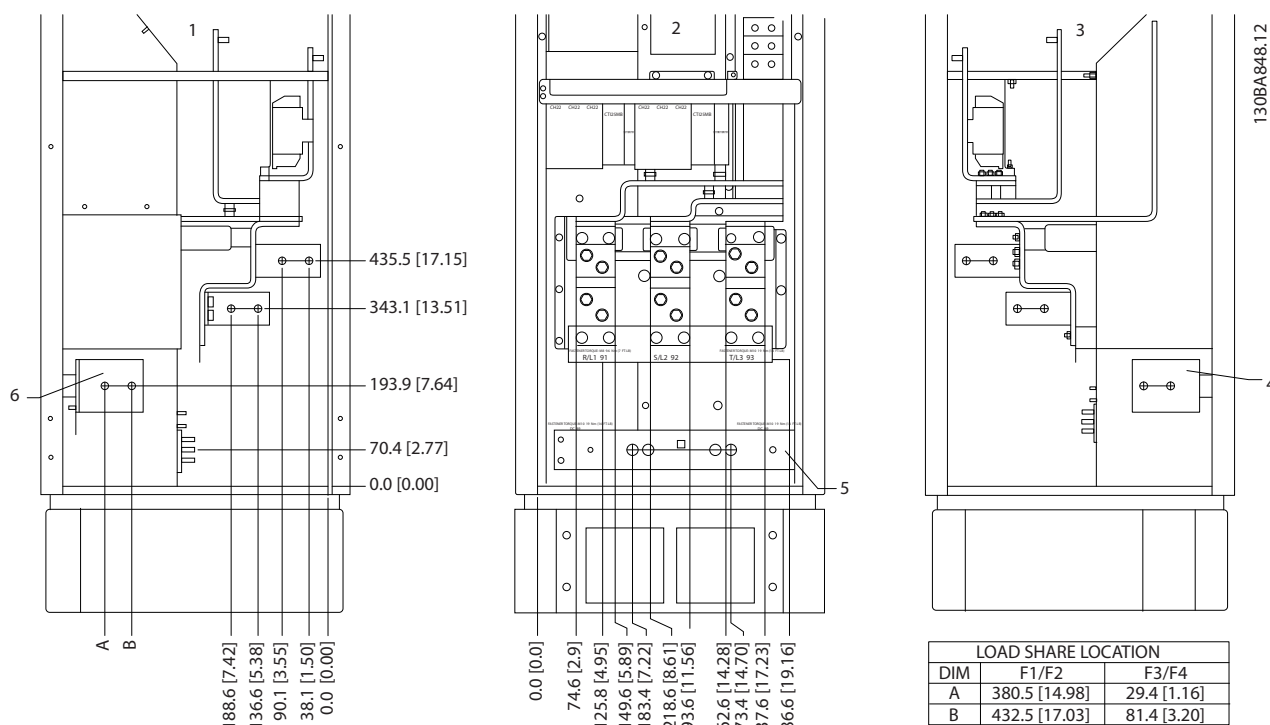


Рисунок 7.28 Расположение клемм — выпрямитель. Панель уплотнений расположена на 42 мм ниже уровня 0.

1	Левая сторона	4	Клемма разделения нагрузки (-)
2	Передняя сторона	5	Шина заземления
3	Правая сторона	6	Клемма разделения нагрузки (+)

Таблица 7.20 Пояснения к Рисунок 7.28

Расположение клемм — шкаф дополнительных устройств (F3 и F4)

При планировании подвода кабелей имейте в виду, что клеммы расположены так, как показано на приведенных ниже чертежах.

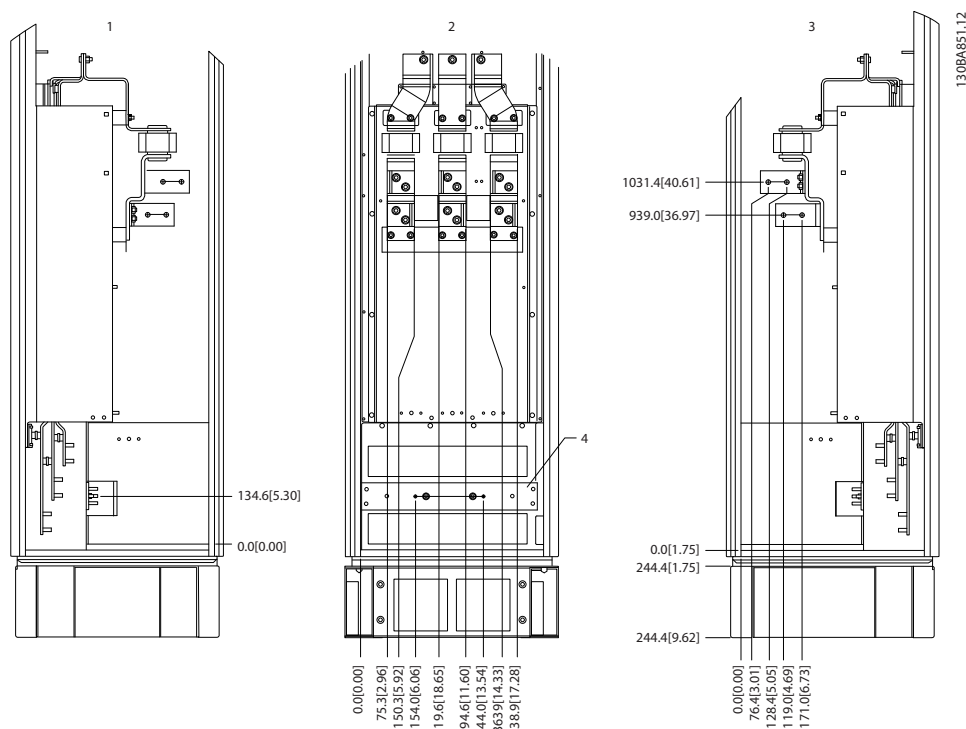


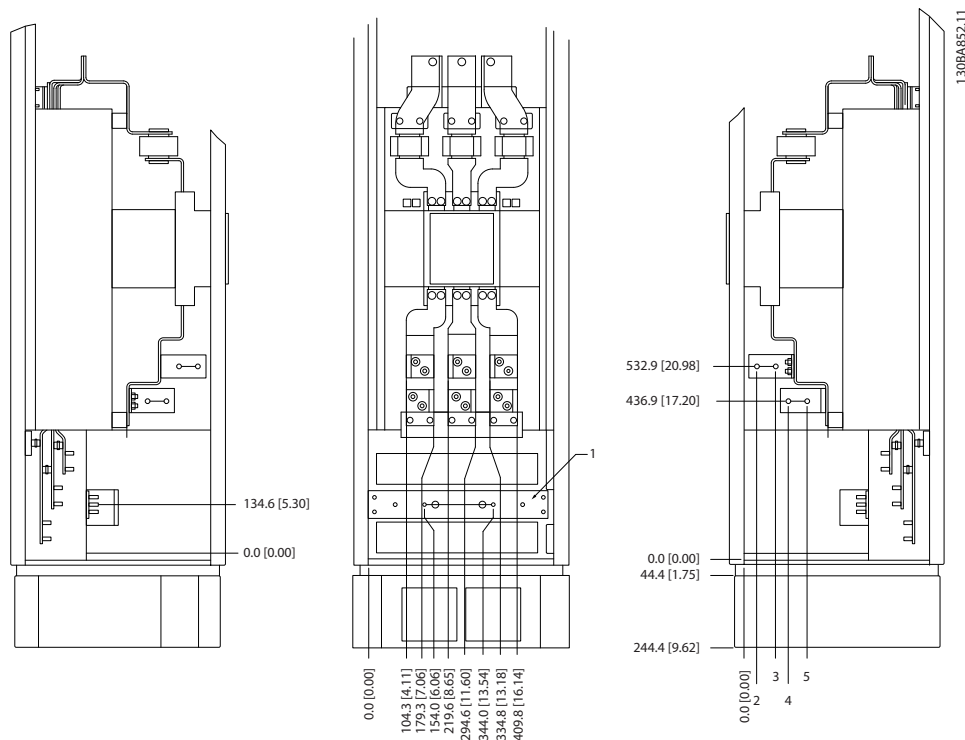
Рисунок 7.29 Расположение клемм — шкаф дополнительных устройств. Панель уплотнений расположена на 42 мм ниже уровня 0.

1	Левая сторона	3	Правая сторона
2	Передняя сторона	4	Шина заземления

Таблица 7.21 Пояснения к Рисунок 7.29

Расположение клемм — шкаф дополнительных устройств с автоматическим выключателем/ выключателем в литом корпусе (F3 и F4)

При планировании подвода кабелей имейте в виду, что клеммы расположены так, как показано на приведенных ниже чертежах.



7

Рисунок 7.30 Расположение клемм — шкаф дополнительных устройств с автоматическим выключателем/ выключателем в литом корпусе. Панель уплотнений расположена на 42 мм ниже уровня 0.

1	Левая сторона	3	Правая сторона
2	Передняя сторона	4	Шина заземления

Таблица 7.22 Пояснения к Рисунок 7.30

Мощность	2	3	4	5
450 кВт (480 В), 630–710 кВт (690 В)	34,9	86,9	122,2	174,2
500–800 кВт (480 В), 800–1000 кВт (690 В)	46,3	98,3	119,0	171,0

Таблица 7.23 Размеры клемм

7.1.3 Подключение электропитания, 12-импульсные преобразователи частоты

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. В применениях, не сертифицированных согласно UL, могут использоваться медные проводники, рассчитанные на 75 и 90 °C.

Разъемы для силовых кабелей расположены как показано на *Рисунок 7.31*. Сечения кабелей должны соответствовать номинальным токовым нагрузкам и местным нормативам. Для правильного определения размеров поперечного сечения и длины кабеля двигателя см. *глава 7.8 Монтаж с учетом требований по ЭМС*.

Если блок не имеет встроенных предохранителей, для защиты преобразователя частоты следует использовать рекомендуемые плавкие предохранители. Рекомендуемые предохранители указаны в *глава 7.2.1 Предохранители*. Всегда проверяйте соответствие плавких предохранителей местным нормам и правилам.

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

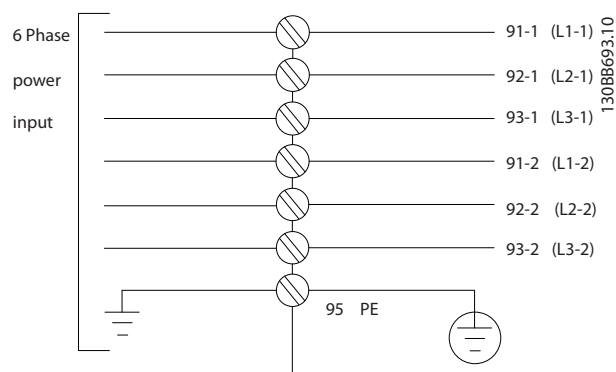
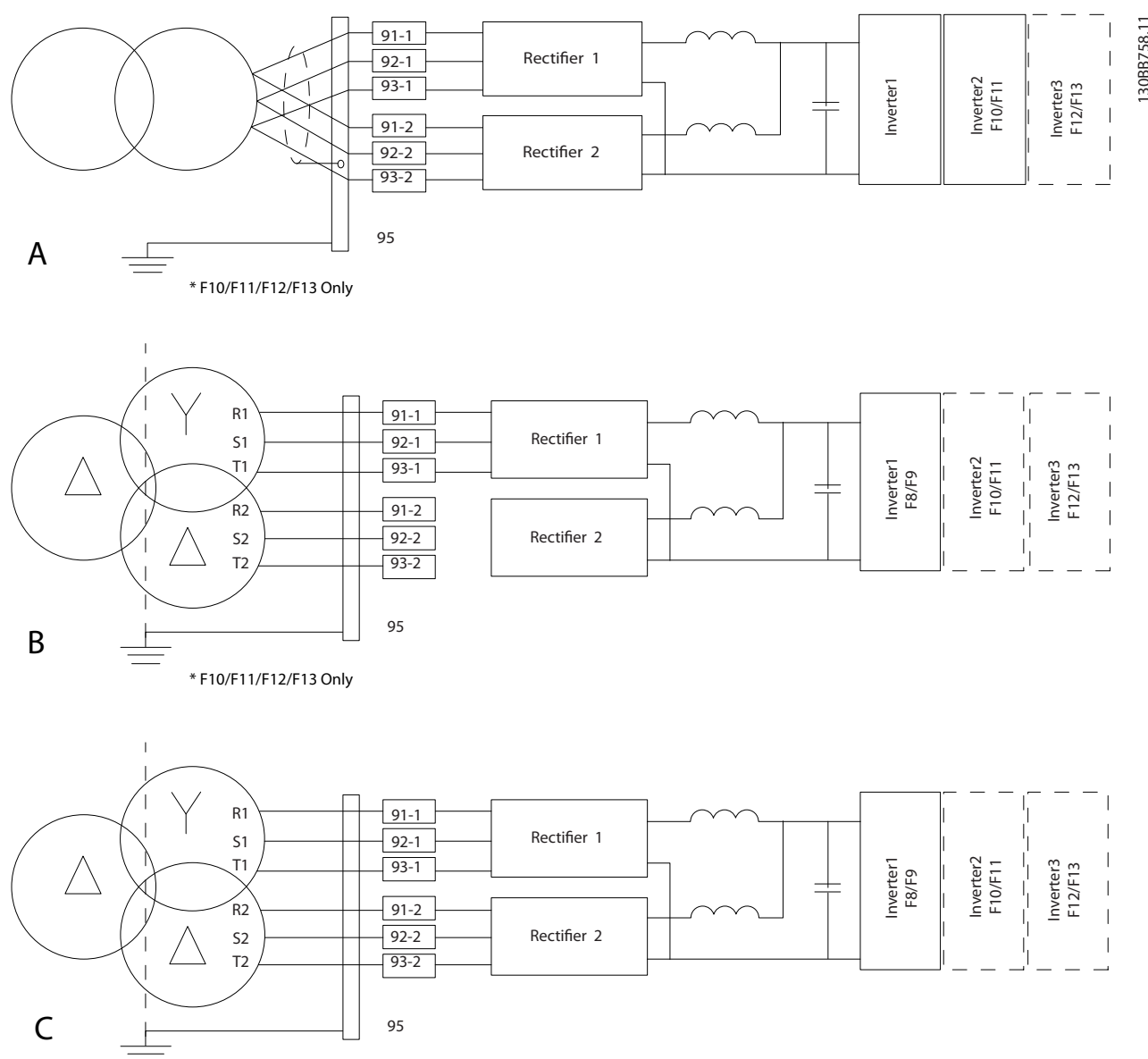


Рисунок 7.31 Подключение сети

УВЕДОМЛЕНИЕ

Для получения дополнительных сведений см. *глава 7.8 Монтаж с учетом требований по ЭМС*.



7

Рисунок 7.32 Варианты сетевых подключений для 12-импульсных преобразователей частоты

A	6-импульсное подключение ^{1), 2), 3)}
B	Измененное 6-импульсное подключение ^{2), 3), 4)}
C	12-импульсное подключение ^{3), 5)}

Таблица 7.24 Пояснения к Рисунок 7.32

Примечания.

- Показано параллельное соединение. Можно использовать одиночный трехфазный кабель с достаточной пропускной способностью. Установите закорачивающие шины.
- 6-импульсное подключение сводит на нет преимущество пониженных гармоник 12-импульсного выпрямителя.
- Подходит для подключения сетей IT и TN.
- 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 обратитесь в Danfoss.
- Параллельное подключение сети здесь не показано. При использовании 12-импульсного преобразователя частоты в качестве 6-импульсного должны быть соблюдены требования к одинаковому числу и равной длине кабелей.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Сетевые кабели должны иметь равную длину ($\pm 10\%$) и одинаковое сечение проводов для всех трех фаз в обеих секциях выпрямителя.

Экранирование кабелей

Избегайте монтажа с помощью скрученных концов экрана (скруток). Это снижает эффективность экранирования на высоких частотах. Если необходимо разорвать экран для монтажа разъединителя или контактора двигателя, в дальнейшем следует восстановить непрерывность экрана, обеспечивая минимально возможное сопротивление высоким частот.

Присоедините экран кабеля двигателя к развязывающей панели преобразователя частоты и металлическому корпусу двигателя.

При подключении экрана обеспечьте максимально возможную площадь контакта (с помощью кабельного зажима); используйте входящие в комплект преобразователя частоты монтажные инструменты.

Длина и сечение кабелей

Для снижения уровня шума и токов утечки кабель двигателя должен быть как можно более коротким.

Частота коммутации

При использовании преобразователей частоты совместно с синусоидальными фильтрами, предназначенными для снижения акустических шумов двигателя, частота коммутации должна устанавливаться в соответствии с инструкцией к синусоидальному фильтру в 14-01 Частота коммутации.

№ клеммы	96	97	98	99	
	U	V	W	PE ¹⁾	Напряжение двигателя, 0–100 % напряжения сети. 3 провода от двигателя
	U1	V1	W1	PE ¹⁾	Соединение по схеме треугольника
	W2	U2	V2		6 проводов от двигателя
	U1	V1	W1	PE ¹⁾	Соединение по схеме звезды: U2, V2, W2 U2, V2 и W2 соединяются отдельно.

Таблица 7.25 Клеммы

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 синусоидальный фильтр.

7.1.4 Рекомендации по выбору 12-импульсного трансформатора

Трансформаторы, используемые с 12-импульсными преобразователями частоты, должны отвечать следующим требованиям.

Нагрузка должна соответствовать 12-фазному K-4 трансформатору 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
Прочее	Не допускается заземление вторичных обмоток. Рекомендуется наличие статического экрана.

7.1.5 Экранирование от электрических помех

Только для типоразмера F/размера блока

Перед монтажом кабеля питающей сети установите металлическую крышку ЭМС для обеспечения наилучших характеристик ЭМС.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Металлическая крышка ЭМС включена только в комплект блоков, снабженных фильтром ВЧ-помех.

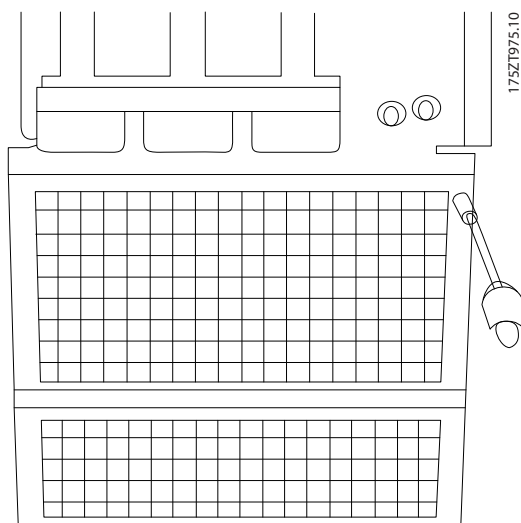


Рисунок 7.33 Монтаж экрана ЭМС

7.1.6 Питание внешнего вентилятора

Типоразмеры E и F

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.

С помощью разъема, находящегося он на силовой плате питания выполняется подключение напряжения питания для вентиляторов охлаждения. При поставке с завода-изготовителя вентиляторы подключены 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, соответствующих требованиям UL, используйте предохранитель Littelfuse KLK-5 или эквивалентный.

Номер клеммы	Функция
100, 101	Вспомогательное питание S, T
102, 103	Внутреннее питание S, T

Таблица 7.26 Внешнее питание

7.2 Предохранители и автоматические выключатели

7.2.1 Предохранители

В случае поломки компонента внутри преобразователя частоты в качестве защиты рекомендуется использовать предохранители и/или автоматические выключатели на стороне питания.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Это требование является обязательным для обеспечения соответствия IEC 60364 при сертификации CE или соответствия NEC 2009 при сертификации UL.

ВНИМАНИЕ!

Персонал и имущество должны быть защищены от последствий поломки внутренних компонентов преобразователя частоты.

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.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Эти рекомендации не охватывают защиту параллельных цепей по UL.

Защита от короткого замыкания

Для защиты обслуживающего персонала и имущества в случае поломки компонента в преобразователе частоты компания Danfoss рекомендует применять предохранители/автоматические выключатели, указанные в главе 7.2.4 Номиналы силовых/полупроводниковых предохранителей.

7.2.2 Номинальный ток короткого замыкания (SCCR) в типоразмерах D

Если преобразователь частоты поставляется без разъединителя сети, контактора или автоматического выключателя, номинальный ток короткого замыкания (SCCR) преобразователя частоты составляет 100 000 ампер при всех напряжениях (380–690 В).

Если преобразователь частоты поставляется с разъединителем сети, номинальный ток короткого замыкания (SCCR) преобразователя частоты составляет 100 000 ампер при всех напряжениях (380–690 В).

Если преобразователь частоты поставляется с автоматическим выключателем, номинальный ток короткого замыкания (SCCR) зависит от напряжения. См. *Таблица 7.27*.

	415 В	480 В	600 В	690 В
Габарит корпуса D6h	120 000 А	100 000 А	65 000 А	70 000 А
Габарит корпуса D8h	100 000 А	100 000 А	42 000 А	30 000 А

Таблица 7.27 Преобразователь частоты, поставляемый с автоматическим выключателем

Если преобразователь частоты проставляется только с контактором и защищен внешними предохранителями в соответствии с *Таблица 7.28*, SCCR преобразователя частоты имеет следующие значения:

	415 В IEC ¹⁾	480 В UL ²⁾	600 В UL ²⁾	690 В IEC ¹⁾
Габарит корпуса D6h	100 000 А	100 000 А	100 000 А	100 000 А
Габарит корпуса D8h (без N250T5)	100 000 А	100 000 А	100 000 А	100 000 А
Габарит корпуса D8h (только N250T5)	100 000 А	Проконсультируйтесь с изготовителем	Неприменимо	

Таблица 7.28 Преобразователь частоты, поставляемый с контактором

¹⁾ С предохранителем Bussmann типа LPJ-SP или Gould Shawmut типа AJT. Номиналы предохранителей макс. 450 А для D6h и макс. 900 А для D8h.

²⁾ Для аттестации UL в параллельных цепях должны использоваться предохранители Class J или L. Номиналы предохранителей макс. 450 А для D6h и макс. 600 А для D8h.

7.2.3 Рекомендации

⚠️ВНИМАНИЕ!

Несоблюдение приведенных рекомендаций может в случае неисправности привести к рискам персонала, а также к повреждению преобразователя частоты и иного оборудования.

Danfoss рекомендует применять предохранители, указанные в следующих таблицах. Правильный выбор предохранителей и автоматических выключателей позволит свести к минимуму возможный ущерб при возникновении в преобразователе частоты перенапряжения по току. Если предохранители/автоматические выключатели выбираются в соответствии с рекомендациями, возможные повреждения будут, главным образом, ограничиваться повреждениями внутри блока.

Дополнительную информацию см. в *Примечании о предохранителях и автоматических выключателях для FC 100, FC 200 и FC 300*.

7.2.4 Номиналы силовых/полупроводниковых предохранителей

Предохранители и автоматические выключатели обязательно должны соответствовать требованиям IEC 60364.

Размеры корпуса	Модель FC 300 [кВт]	Рекомендуемый номинал предохранителя	Рекомендуемые максимальные токи предохранителей
D	N90K	aR-315	aR-315
	N110	aR-350	aR-350
	N132	aR-400	aR-400
	N160	aR-500	aR-500
	N200	aR-630	aR-630
	N250	aR-800	aR-800
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

7

Таблица 7.29 Рекомендуемые предохранители для соответствия CE, 380–500 В

Размеры корпуса	Модель FC 300 [кВт]	Рекомендуемый номинал предохранителя	Рекомендуемые максимальные токи предохранителей
D	N55	aR-160	aR-160
	N75	aR-315	aR-315
	N90	aR-315	aR-315
	N110	aR-315	aR-315
	N132	aR-315	aR-315
	N160	aR-550	aR-550
	N200	aR-550	aR-550
	N250	aR-550	aR-550
	N315	aR-550	aR-550
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 7.30 Рекомендуемые предохранители для соответствия CE, 525–690 В

7.2.5 Возможные силовые/полупроводниковые предохранители

Мощность	Возможные предохранители							
	Bussman PN	Littelfuse PN	Littelfuse PN	Bussmann PN	Siba PN	Ferraz-Shawmut PN	Ferraz-Shawmut PN (Европа)	Ferraz-Shawmut PN (Сев. Америка)
N90K	170M2619	LA50QS300-4	L50S-300	FWH-300A	20 189 20.315	A50QS300-4	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N110	170M2620	LA50QS350-4	L50S-350	FWH-350A	20 189 20.350	A50QS350-4	6,9URD31D08A0350	A070URD31KI0350
N132	170M2621	LA50QS400-4	L50S-400	FWH-400A	20 189 20.400	A50QS400-4	6,9URD31D08A0400	A070URD31KI0400
N160	170M4015	LA50QS500-4	L50S-500	FWH-500A	20 610 31.550	A50QS500-4	6,9URD31D08A0550	A070URD31KI0550
N200	170M4016	LA50QS600-4	L50S-600	FWH-600A	20 610 31.630	A50QS600-4	6,9URD31D08A0630	A070URD31KI0630
N250	170M4017	LA50QS800-4	L50S-800	FWH-800A	20 610 31.800	A50QS800-4	6,9URD32D08A0800	A070URD31KI0800

Таблица 7.31 380–480/500 В, типоразмеры D, возможные линейные предохранители

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 7.28.

FC 302 [кВт]	Рекомендуемый внешний предохранитель привода Bussmann PN	Номинальные характеристики	Вариант для использования внутри привода Bussmann PN	Альтернативные внешние предохранители Siba PN	Альтернативные внешние предохранители Ferraz-Shawmut PN
250	170M4017	700 A, 700 B	170M4017	20 610 32.700	6.9URD31D08A0700
315	170M6013	900 A, 700 B	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
355	170M6013	900 A, 700 B	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
400	170M6013	900 A, 700 B	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900

Таблица 7.32 380–480/500 В, типоразмер E, возможные линейные предохранители для соответствия UL

FC 302 [кВт]	Рекомендуемый внешний предохранитель привода Bussmann PN	Номинальные характеристики	Вариант для использования внутри привода Bussmann PN	Альтернативные предохранители Siba PN
450	170M7081	1600 A, 700 B	170M7082	20 695 32.1600
500	170M7081	1600 A, 700 B	170M7082	20 695 32.1600
560	170M7082	2000 A, 700 B	170M7082	20 695 32.2000
630	170M7082	2000 A, 700 B	170M7082	20 695 32.2000
710	170M7083	2500 A, 700 B	170M7083	20 695 32.2500
800	170M7083	2500 A, 700 B	170M7083	20 695 32.2500

Таблица 7.33 380–480/500 В, типоразмер F, возможные линейные предохранители для соответствия UL

FC 302 [кВт]	Вариант для установки внутри привода, Bussmann PN	Номинальные характеристики	Альтернативные предохранители Siba PN
450	170M8611	1100 A, 1 000 B	20 781 32.1000
500	170M8611	1100 A, 1 000 B	20 781 32.1000
560	170M6467	1400 A, 700 B	20 681 32.1400
630	170M6467	1400 A, 700 B	20 681 32.1400
710	170M8611	1100 A, 1 000 B	20 781 32.1000
800	170M6467	1400 A, 700 B	20 681 32.1400

Таблица 7.34 380–480/500 В, типоразмер F, предохранители цепи постоянного тока модуля инвертора

Модель VLT®	Bussmann PN	Siba PN	Ferraz-Shawmut PN (Европа)	Ferraz-Shawmut PN (Сев. Америка)
N55k T7	170M2616	20 610 31.160	6,9URD30D08A0160	A070URD30KI0160
N75k T7	170M2619	20 610 31.315	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N90k T7	170M2619	20 610 31.315	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N110 T7	170M2619	20 610 31.315	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N132 T7	170M2619	20 610 31.315	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N160 T7	170M4015	20 620 31.550	6,9URD32D08A0550	A070URD32KI0550
N200 T7	170M4015	20 620 31.550	6,9URD32D08A0550	A070URD32KI0550
N250 T7	170M4015	20 620 31.550	6,9URD32D08A0550	A070URD32KI0550
N315 T7	170M4015	20 620 31.550	6,9URD32D08A0550	A070URD32KI0550

Таблица 7.35 Возможные предохранители, 525–690 В, типоразмер D

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 7.28.

FC 302 [кВт]	Рекомендуемый внешний предохранитель привода Bussmann PN	Номинальные характеристики	Вариант для использования внутри привода Bussmann PN	Альтернативные внешние предохранители Siba PN	Альтернативные внешние предохранители Ferraz-Shawmut PN
355	170M4017	700 A, 700 B	170M4017	20 610 32.700	6.9URD31D08A0700
400	170M4017	700 A, 700 B	170M4017	20 610 32.700	6.9URD31D08A0700
500	170M6013	900 A, 700 B	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900
560	170M6013	900 A, 700 B	170M6013	22 610 32.900	6.9URD33D08A0900

Таблица 7.36 525–690 В, типоразмер E, возможные линейные предохранители для соответствия стандартам UL

FC 302 [кВт]	Рекомендуемый внешний предохранитель привода Bussmann PN	Номинальные характеристики	Вариант для использования внутри привода Bussmann PN	Альтернативные предохранители Siba PN
630	170M7081	1600 A, 700 B	170M7082	20 695 32.1600
710	170M7081	1600 A, 700 B	170M7082	20 695 32.1600
800	170M7081	1600 A, 700 B	170M7082	20 695 32.1600
900	170M7081	1600 A, 700 B	170M7082	20 695 32.1600
1000	170M7082	2000 A, 700 B	170M7082	20 695 32.2000
1200	170M7083	2500 A, 700 B	170M7083	20 695 32.2500

Таблица 7.37 525–690 В, типоразмер F, возможные линейные предохранители для соответствия стандартам UL

FC 302 [кВт]	Вариант для установки внутри привода, Bussmann PN	Номинальные характеристики	Альтернативные предохранители Siba PN
630	170M8611	1100 A, 1 000 B	20 781 32.1000
710	170M8611	1100 A, 1 000 B	20 781 32.1000
800	170M8611	1100 A, 1 000 B	20 781 32.1000
900	170M8611	1100 A, 1 000 B	20 781 32.1000
1000	170M8611	1100 A, 1 000 B	20 781 32.1000
1200	170M8611	1100 A, 1 000 B	20 781 32.1000

Таблица 7.38 525–690 В, типоразмер F, предохранители цепи постоянного тока модуля инвертора

¹⁾ Для внешнего использования указанные предохранители Bussmann 170M с визуальным индикатором -/80; предохранители с индикатором -TN/80 тип T, -/110 или TN/110 тип T того же типоразмера и рассчитанные на тот же ток являются взаимозаменяемыми.

²⁾ Для обеспечения соответствия требованиям UL можно применять любые перечисленные предохранители UL на мин. напряжение 500 В с соответствующим номинальным током.

7.2.6 Дополнительные предохранители

Дополнительные предохранители

Типоразмер	Bussmann PN	Номинальные характеристики
D	LPJ-21/2SP	2,5 A, 600 В

Таблица 7.39 Рекомендации по предохранителям для противоконденсатного нагревателя в типоразмерах D

УВЕДОМЛЕНИЕ

Если преобразователь частоты типоразмера D поставляется с противоконденсатным нагревателем, для питания, управления и защиты такого нагревателя необходимо установить контактор.

Типоразмер	Bussmann PN	Номинальные характеристики
E и F	КТК-4	4 A, 600 В

Таблица 7.40 Плавкие предохранители импульсного блока питания.

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

Таблица 7.41 Предохранители вентилятора

	Размер/тип	Bussmann PN	Номинальные характеристики	Альтернативные предохранители
Предохранитель 2,5–4,0 А	P450–P800, 380–500 В	LPJ-6 SP или SPI	6 А, 600 В	Все указанные двойные элементы класса J, время задержки, 6 А
	P630–P1M2, 525–690 В	LPJ-10 SP или SPI	10 А, 600 В	Все указанные двойные элементы класса J, время задержки, 10 А
Предохранитель 4,0–6,3 А	P450–P800, 380–500 В	LPJ-10 SP или SPI	10 А, 600 В	Все указанные двойные элементы класса J, время задержки, 10 А
	P630–P1M2, 525–690 В	LPJ-15 SP или SPI	15 А, 600 В	Все указанные двойные элементы класса J, время задержки, 15 А
Предохранитель 6,3–10 А	P450–P800, 380–500 В	LPJ-15 SP или SPI	15 А, 600 В	Все указанные двойные элементы класса J, время задержки, 15 А
	P630–P1M2, 525–690 В	LPJ-20 SP или SPI	20 А, 600 В	Все указанные двойные элементы класса J, время задержки, 20 А
Предохранитель 10–16 А	P450–P800, 380–500 В	LPJ-25 SP или SPI	25 А, 600 В	Все указанные двойные элементы класса J, время задержки, 25 А
	P630–P1M2, 525–690 В	LPJ-20 SP или SPI	20 А, 600 В	Все указанные двойные элементы класса J, время задержки, 20 А

Таблица 7.42 Плавкие предохранители ручного контроллера двигателя

Типоразмер	Bussmann PN	Номинальные характеристики	Альтернативные предохранители
F	LPJ-30 SP или SPI	30 A, 600 В	Все указанные двойные элементы класса J, время задержки, 30 А

Таблица 7.43 Предохранитель защиты сети питания 30 А

Типоразмер	Bussmann PN	Номинальные характеристики	Альтернативные предохранители
F	LPJ-6 SP или SPI	6 А, 600 В	Все указанные двойные элементы класса J, время задержки, 6 А

Таблица 7.44 Плавкие предохранители управляющего трансформатора

Типоразмер	Bussmann PN	Номинальные характеристики
F	GMC-800 MA	800 мА, 250 В

Таблица 7.45 Предохранитель NAMUR

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

Таблица 7.46 Предохранитель катушки реле безопасности с реле PILZ

7.2.7 Предохранители на высокую мощность, 12-импульсные

Указанные ниже 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) преобразователя частоты составляет 100 000 А (эфф.).

Мощность	Типоразмер	Номинальные характеристики		Bussmann	Запасной Bussmann	Расчетные потери мощности предохранителя [Вт]	
		Напряжение (UL)	Ампер			400 В	460 В
FC 302	Мощность			Номер по каталогу	Номер по каталогу		
P250T5	F8/F9	700	700	170M4017	176F8591	25	19
P315T5	F8/F9	700	700	170M4017	176F8591	30	22
P355T5	F8/F9	700	700	170M4017	176F8591	38	29
P400T5	F8/F9	700	700	170M4017	176F8591	3500	2800
P450T5	F10/F11	700	900	170M6013	176F8592	3940	4925
P500T5	F10/F11	700	900	170M6013	176F8592	2625	2100
P560T5	F10/F11	700	900	170M6013	176F8592	3940	4925
P630T5	F10/F11	700	1500	170M6018	176F8592	45	34
P710T5	F12/F13	700	1500	170M6018	176F9181	60	45
P800T5	F12/F13	700	1500	170M6018	176F9181	83	63

Таблица 7.47 Предохранители сети, 380–500 В

Мощность	Типоразмер	Номинальные характеристики		Bussmann	Запасной Bussmann	Расчетные потери мощности предохранителя [Вт]	
		Напряжение (UL)	Ампер	Номер по каталогу	Номер по каталогу	600 В	690 В
FC 302	Мощность						
P355T7	F8/F9	700	630	170M4016	176F8335	13	10
P400T7	F8/F9	700	630	170M4016	176F8335	17	13
P500T7	F8/F9	700	630	170M4016	176F8335	22	16
P560T7	F8/F9	700	630	170M4016	176F8335	24	18
P630T7	F10/F11	700	900	170M6013	176F8592	26	20
P710T7	F10/F11	700	900	170M6013	176F8592	35	27
P800T7	F10/F11	700	900	170M6013	176F8592	44	33
P900T7	F12/F13	700	1500	170M6018	176F9181	26	20
P1M0T7	F12/F13	700	1500	170M6018	176F9181	37	28
P1M2T7	F12/F13	700	1500	170M6018	176F9181	47	36

Таблица 7.48 Предохранители сети, 525–690 В

Размер/тип	Bussmann PN*	Номинальные характеристики	Siba
P450	170M8611	1100 A, 1 000 В	20 781 32.1000
P500	170M8611	1100 A, 1 000 В	20 781 32.1000
P560	170M6467	1400 A, 700 В	20 681 32.1400
P630	170M6467	1400 A, 700 В	20 681 32.1400
P710	170M8611	1100 A, 1 000 В	20 781 32.1000
P800	170M6467	1400 A, 700 В	20 681 32.1400

Таблица 7.49 Предохранители цепи постоянного тока модуля инвертора, 380–500 В

Размер/тип	Bussmann PN*	Номинальные характеристики	Siba
P630	170M8611	1100 A, 1 000 В	20 781 32. 1000
P710	170M8611	1100 A, 1 000 В	20 781 32. 1000
P800	170M8611	1100 A, 1 000 В	20 781 32. 1000
P900	170M8611	1100 A, 1 000 В	20 781 32. 1000
P1M0	170M8611	1100 A, 1 000 В	20 781 32. 1000
P1M2	170M8611	1100 A, 1 000 В	20 781 32.1000

Таблица 7.50 Предохранители цепи постоянного тока модуля инвертора, 525–690 В

*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.

7.2.8 Дополнительные предохранители — высокая мощность

Дополнительные предохранители

	Размер/тип	Bussmann PN*	Номинальные характеристики	Альтернативные предохранители
Предохранитель 2,5–4,0 А	P450–P800, 380–500 В	LPJ-6 SP или SPI	6 А, 600 В	Все указанные двойные элементы класса J, время задержки, 6 А
	P630–P1M2, 525–690 В	LPJ-10 SP или SPI	10 А, 600 В	Все указанные двойные элементы класса J, время задержки, 10 А
Предохранитель 4,0–6,3 А	P450–P800, 380–500 В	LPJ-10 SP или SPI	10 А, 600 В	Все указанные двойные элементы класса J, время задержки, 10 А
	P630–P1M2, 525–690 В	LPJ-15 SP или SPI	15 А, 600 В	Все указанные двойные элементы класса J, время задержки, 15 А
Предохранитель 6,3–10 А	P450–P800, 380–500 В	LPJ-15 SP или SPI	15 А, 600 В	Все указанные двойные элементы класса J, время задержки, 15 А
	P630–P1M2, 525–690 В	LPJ-20 SP или SPI	20 А, 600 В	Все указанные двойные элементы класса J, время задержки, 20 А
Предохранитель 10–16 А	P450–P800, 380–500 В	LPJ-25 SP или SPI	25 А, 600 В	Все указанные двойные элементы класса J, время задержки, 25 А
	P630–P1M2, 525–690 В	LPJ-20 SP или SPI	20 А, 600 В	Все указанные двойные элементы класса J, время задержки, 20 А

Таблица 7.51 Предохранители ручного контроллера двигателя

Типоразмер	Bussmann PN	Номинальные характеристики
F8-F13	KTK-4	4 А, 600 В

Таблица 7.52 Плавкие предохранители импульсного блока питания.

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

Таблица 7.53 Предохранители вентилятора

Типоразмер	Bussmann PN	Номинальные характеристики	Альтернативные предохранители
F8-F13	LPJ-30 SP или SPI	30 А, 600 В	Все указанные двойные элементы класса J, время задержки, 30 А

Таблица 7.54 Предохранитель защиты сети питания 30 А

Типоразмер	Bussmann PN	Номинальные характеристики	Альтернативные предохранители
F8-F13	LPJ-6 SP или SPI	6 А, 600 В	Все указанные двойные элементы класса J, время задержки, 6 А

Таблица 7.55 Плавкие предохранители управляющего трансформатора

Типоразмер	Bussmann PN	Номинальные характеристики
F8-F13	GMC-800 MA	800 мА, 250 В

Таблица 7.56 Предохранитель NAMUR

Типоразмер	Bussmann PN	Номинальные характеристики	Альтернативные предохранители
F8-F13	LP-CC-6	6 А, 600 В	Все указанные элементы класса CC, 6 А

Таблица 7.57 Предохранитель катушки реле безопасности с реле Pilz

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

Таблица 7.58 Автоматические выключатели для корпусов типоразмера F

7.3 Расцепители и контакторы

7.3.1 Сетевые разъединители — типоразмеры E и F

Типоразмер	Мощность	Тип
380–500 В		
D5h/D6h	N55K-N132	ABB OT400U03
D7h/D8h	N160-N315	ABB OT600U03
E1/E2	P250	ABB OETL-NF600A
E1/E2	P315-P400	ABB OETL-NF800A
F3	P450	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P500-P630	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P710-P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
525–690 В		
D5h/D6h	N90K-N132	ABB OT400U03
D7h/D8h	N160-N250	ABB OT600U03
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 7.59 Сетевые разъединители, 6-импульсные преобразователи частоты

7.3.2 Сетевые разъединители, 12-импульсные

Типоразмер	Мощность	Тип
380–500 В		
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
525–690 В		
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 7.60 Разъединители сети, 12-импульсные преобразователи частоты

7.3.3 Сетевые контакторы

Типоразмер	Мощность и напряжение	Контактор
D6h	N90K–N132 380–500 В	GE CK95CE311N
	N110–N160 380–480 В	GE CK95BE311N
	N55–N132 525–690 В	GE CK95CE311N
	N75–N160 525–690 В	GE CK95BE311N
D8h	N160–N250 380–500 В	GE CK11CE311N
	N200–N315 380–480 В	
	N160–N315 525–690 В	
	N200–N400 525–690 В	

Таблица 7.61 Контакторы для корпусов типоразмера D

Типоразмер	Мощность и напряжение	Контактор
F3	P450–P500 380–500 В и 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 и P1M2 525–690 В	Eaton XTCEC14P22B

Таблица 7.62 Контакторы для корпусов типоразмера F

УВЕДОМЛЕНИЕ

Для сетевых контакторов необходимо предоставляемое заказчиком питание 230 В.

7.4 Дополнительные сведения о двигателе

7.4.1 Кабель электродвигателя

С преобразователем частоты могут использоваться стандартные трехфазные асинхронные двигатели всех типов. Двигатель должен подключаться к следующим клеммам:

- U/T1/96
- V/T2/97
- W/T3/98
- заземление подключается к клемме 99

Заводская настройка задает вращение по часовой стрелке, при этом выход преобразователя частоты подключается следующим образом:

Номер клеммы	Функция
96	Сеть U/T1
97	V/T2
98	W/T3
99	Земля

Таблица 7.63 Клеммы управления двигателем

• Клемма U/T1/96 соединяется с фазой U • Клемма V/T2/97 соединяется с фазой V • Клемма W/T3/98 соединяется с фазой W	

Таблица 7.64 Изменение вращения двигателя

Направление вращения может быть изменено путем переключения двух фаз в кабеле двигателя или посредством изменения настройки в 4-10 Направление вращения двигателя.

Проверку вращения можно выполнить с помощью параметра 1-28 Motor Rotation Check и выполнения шагов, изображенные на Таблица 7.64.

Требования к типоразмеру F

Типоразмер 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 точкой фазы должна быть одинаковой или различаться в пределах не более 10 %. Рекомендуемая общая точка — клеммы двигателя. Например, если модуль инвертора A имеет кабель длиной 100 м, все последующие модули инвертора должны иметь кабели длиной 90–110 м.

Типоразмеры 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 точкой фазы должна быть одинаковой или различаться в пределах не более 10 %. Рекомендуемая общая точка — клеммы двигателя. Например, если модуль инвертора A имеет кабель длиной 100 м, все последующие модули инвертора должны иметь кабели длиной 90–110 м.

Требования к выходной клеммной коробке

Длина (не менее 2,5 м) и количество кабелей между каждым модулем инвертора и общей клеммой в клеммной коробке должно быть одинаковым.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Если для обратной модернизации требуется неравное количество проводов на каждую фазу, следует обратиться к изготовителю и уточнить требования, а также запросить документацию, либо использовать дополнительную шкафу с верхним/нижним вводом.

Электронное тепловое реле преобразователя частоты имеет аттестацию UL для защиты одного двигателя, когда для 1-90 Тепловая защита двигателя установлено значение ETR Trip (ЭТР: отключение), а для 1-24 Ток двигателя — значение номинального тока двигателя (см. паспортную табличку двигателя).

Для тепловой защиты двигателя можно также использовать дополнительную плату термисторов PTC MCB 112. Эта плата отвечает требованиям сертификата ATEX по защите двигателей во взрывоопасных областях — зоне 1/21 и зоне 2/22. Когда 1-90 Тепловая защита двигателя установлен в значение [20] ATEX ЭТР и используется MCB 112, то двигателем с защитой Ex-e можно управлять во взрывоопасных зонах. Подробнее о настройке двигателей с защитой Ex-e с целью обеспечения безопасной работы преобразователя частоты см. руководство по программированию.

7.4.2 Параллельное соединение двигателей

Преобразователь частоты может управлять несколькими двигателями, включенными параллельно. 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^{plus}.
- Общий ток, потребляемый двигателями, не должен превышать номинальный выходной ток I_{INV} преобразователя частоты.
- Если мощности двигателей значительно различаются, 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. Следует предусмотреть дополнительную защиту двигателей с помощью термисторов в обмотке каждого двигателя или индивидуальных термореле.
- Когда двигатели соединены параллельно, параметр 1-02 Flux- источник ОС двигателя использоваться не может, а параметр 1-01 Принцип управления двигателем должен иметь значение *Special motor characteristics (U/f)* (Специальные характеристики двигателя (U/f)).

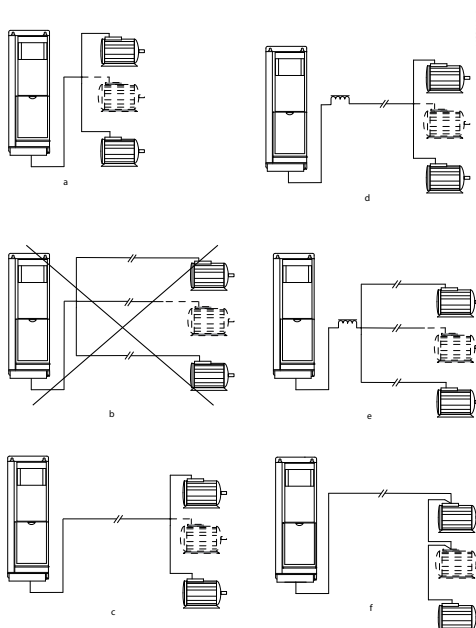


Рисунок 7.34 Различные схемы параллельного подключения двигателей

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 4.3 Общие технические требования.
C	Требование к общей длине кабелей двигателей, упомянутое в глава 4.3 Общие технические требования, действительно лишь в случае, когда длина каждого из параллельных кабелей не превышает 10 м. (Пример 1)
D	Учитывайте перепад напряжений между кабелями двигателя. (Пример 1)
E	Учитывайте перепад напряжений между кабелями двигателя. (Пример 2)
F	Требование к общей длине кабелей двигателей, упомянутое в глава 4.3 Общие технические требования, действительно лишь в случае, когда длина каждого из параллельных кабелей не превышает 10 м. (Пример 2).

Таблица 7.65 Пояснения к Рисунок 7.34

7.4.3 Изоляция двигателя

Для кабелей двигателя, длина которых меньше или равна максимальной длине кабелей двигателя, указанной в *глава 4.3 Общие технические требования*, используйте номинальные значения изоляции двигателя из *Таблица 7.66*. 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 7.66 Номиналы изоляции двигателя

7.4.4 Подшипниковые токи двигателя

Все двигатели, используемые с преобразователями частоты FC 302 90 кВт или выше, должны иметь на неприводном конце изолированные подшипники для устранения подшипниковых токов. 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:

- Использование изолированных подшипников.
- Правильное выполнение процедур монтажа.
 - Обеспечение соосности между двигателем и нагрузкой.
 - Четкое соблюдение рекомендаций по установке в соответствии с ЭМС.
 - Усиление заземления (РЕ) для уменьшения высокочастотного импеданса заземления (РЕ) в сравнении с входными силовыми проводами.
 - Между преобразователем частоты и электродвигателем необходимо 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. Это может представлять проблему при использовании насосов.

- Организуйте прямое подключение заземления между двигателем и нагрузкой.

- Уменьшите частоту коммутации IGBT.
- Измените форму колебаний инвертора, выберите 60° AVM или SFAVM.
- Используйте систему заземления вала или изолированную муфту.
- Используйте токопроводящую смазку.
- Если возможно, используйте минимальные уставки скорости.
- Постарайтесь обеспечить баланс напряжения линии с землей. Это может быть трудновыполнимым для систем IT, TT, TN-CS или систем с заземленной ветвью.
- Используйте фильтр dU/dt или синусоидный фильтр.

7.5 Кабели и клеммы управления

7.5.1 Доступ к клеммам управления

Все клеммы для подсоединения кабелей управления размещаются под клеммной крышкой на передней стороне преобразователя частоты. Снимите крышку с помощью отвертки.

7.5.2 Прокладка кабелей управления

Закрепите стяжками и проложите все провода управления, как показано на *Рисунок 7.35* и *Рисунок 7.36*. Не забудьте правильно подключить экраны, чтобы обеспечить оптимальную устойчивость к электрическим помехам.

Подключение периферийной шины

Подключения выполняют к соответствующим дополнительным устройствам на плате управления. Подробнее см. соответствующие инструкции для периферийной шины. Этот кабель должен быть закреплен стяжками и проложен вместе с другими проводами управления внутри устройства. См. *Рисунок 7.35* — *Рисунок 7.39*.

7

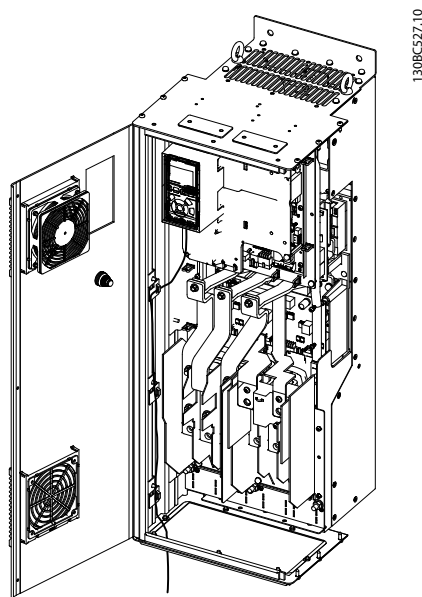


Рисунок 7.35 Маршрут прокладки проводки платы управления для D3h. При прокладке проводов платы управления для D1h, D2h, D4h, E1 и E2 используется тот же маршрут.

В преобразователях частоты типоразмеров D и E имеется возможность подключения периферийной шины с верхней стенки 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.

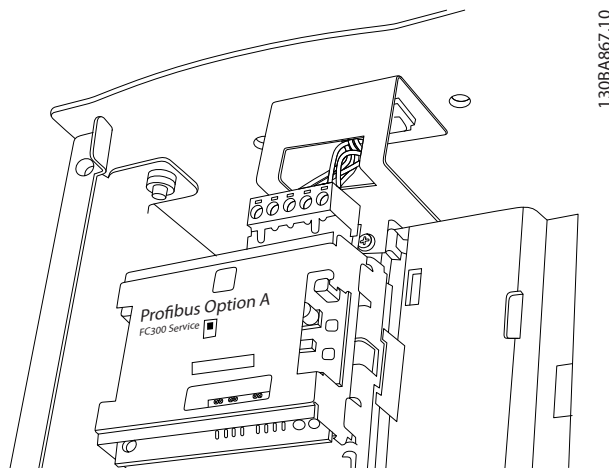


Рисунок 7.37 Подключение периферийной шины сверху

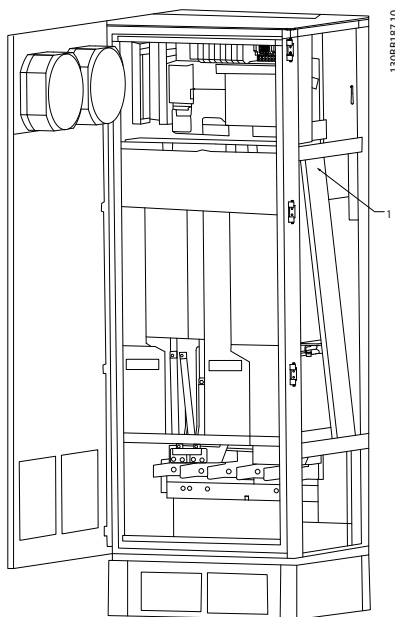


Рисунок 7.36 Маршрут прокладки проводки платы управления для F1/F3. При прокладке проводов платы управления для F2/F4 используется тот же маршрут.

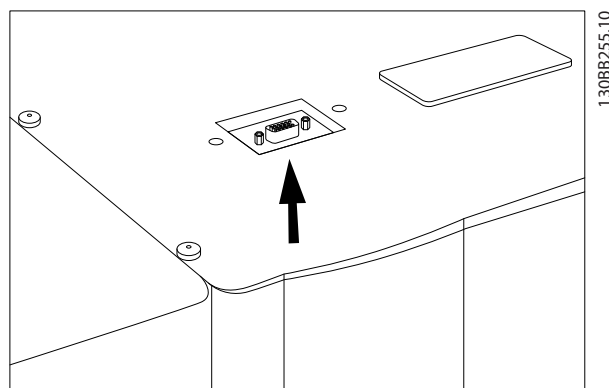


Рисунок 7.38 Установленный комплект для верхнего ввода Profibus

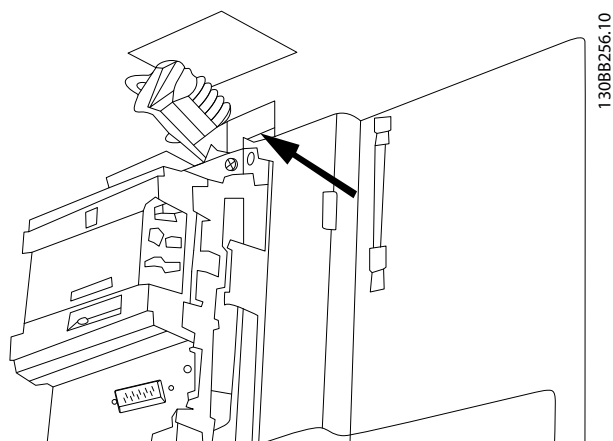


Рисунок 7.39 Заделка экрана/разгрузка натяжения проводников периферийной шины

Установка внешнего источника питания 24 В пост. тока

Момент затяжки: 0,5–0,6 Нм

Размер винтов: M3

Внешний источник питания 24 В пост. тока может использоваться в качестве низковольтного источника питания платы управления и любых других установленных дополнительных плат. Он обеспечивает полноценную работу LCP (включая установку параметров) без подключения к электросети. Обратите внимание на то, что после подключения источника 24 В пост. тока появляется предупреждение о низком напряжении, однако, отключения не происходит.

Номер	Функция
35 (-), 36 (+)	Внешний источник 24 В пост. тока

Таблица 7.67 Номера клемм для внешнего источника питания 24 В пост. тока

⚠ ВНИМАНИЕ!

Чтобы обеспечить надлежащую гальваническую развязку (типа PELV) клемм управления преобразователя частоты, используйте источник 24 В пост. тока типа PELV.

7.5.3 Клеммы управления

Номера чертежей для справки:

- 10-контактный разъем цифровых входов/выходов
- 3-контактный разъем шины RS-485
- 6-контактный разъем аналоговых входов/выходов
- Разъем USB

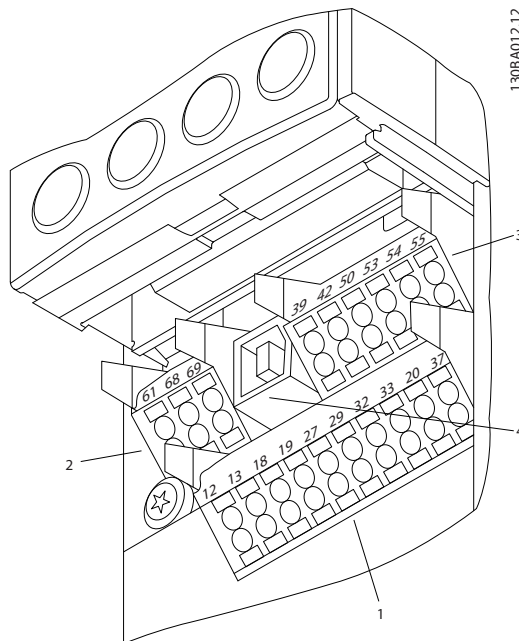


Рисунок 7.40 Клеммы управления (все типоразмеры)

7.5.4 Переключатели S201 (A53), S202 (A54) и S801

Переключатели S201 (A53) и S202 (A54) используются для выбора сигнала аналогового входа — токового сигнала (0–20 мА) или сигнала напряжения (от -10 до 10 В) конфигурации аналоговых входных клемм 53 и 54, соответственно.

Переключатель S801 (BUS TER.) можно использовать для включения оконечной нагрузки для порта RS-485 (клеммы 68 и 69). См. Рисунок 7.43.

Установки по умолчанию:

- S201 (A53) = OFF (Выкл.) (вход напряжения)
- S202 (A54) = OFF (Выкл.) (вход напряжения)
- S801 (оконечная нагрузка шины) = OFF (Выкл.)

УВЕДОМЛЕНИЕ

Изменять положение переключателя можно только при отключенном питании.

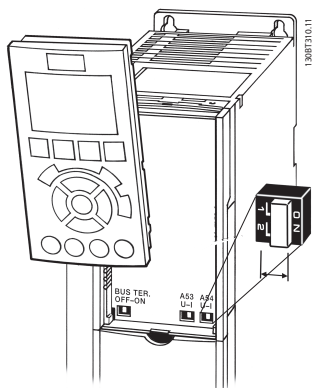


Рисунок 7.41 Расположение переключателей S801, S201 и S202 (слева направо)

7.5.5 Монтаж клемм управления

Клеммы управления

Для подключения провода к клемме выполните следующие действия:

1. Зачистите изоляцию на 9–10 мм.
2. Вставьте отвертку (макс. 0,4 x 2,5 мм) в квадратное отверстие.
3. Вставьте провод в соседнее круглое отверстие.
4. Извлеките отвертку. Теперь провод закреплен в клемме.

Чтобы извлечь провод из клеммы, выполните следующие действия:

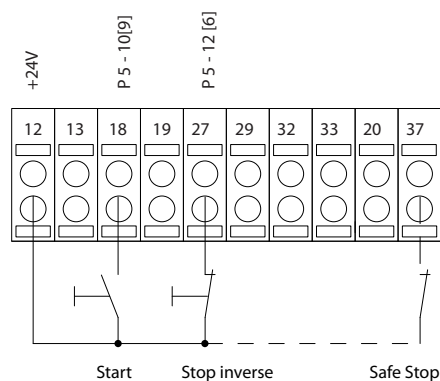
1. Вставьте отвертку (макс. 0,4 x 2,5 мм) в квадратное отверстие.
2. Вытяните провод.

7.5.6 Пример базовой схемы подключения

1. Установите клеммы из пакета с комплектом принадлежностей на передней стороне преобразователя частоты.
2. Подключите клеммы 18, 27 и 37 к напряжению +24 В (клемма 12/13)

Установки по умолчанию:

- 18 = пуск, 5-10 Клемма 18, цифровой вход [9]
- 27 = останов, инверсный, 5-12 Клемма 27, цифровой вход [6]
- 37 = безопасное отключение крутящего момента, инверсное



130BA156.12

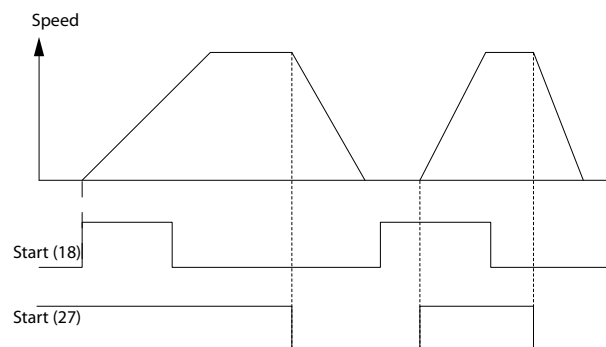


Рисунок 7.42 Базовая схема подключения

Электрический монтаж

Рисунок 7.43 Схема межкомпонентных соединений, преобразователи частоты типоразмера D (А = аналоговое, D = цифровое)

Клемма 37 используется для безопасного отключения крутящего момента. Указания по установке безопасного отключения крутящего момента см. в *глава 3.12 Безопасный останов*.

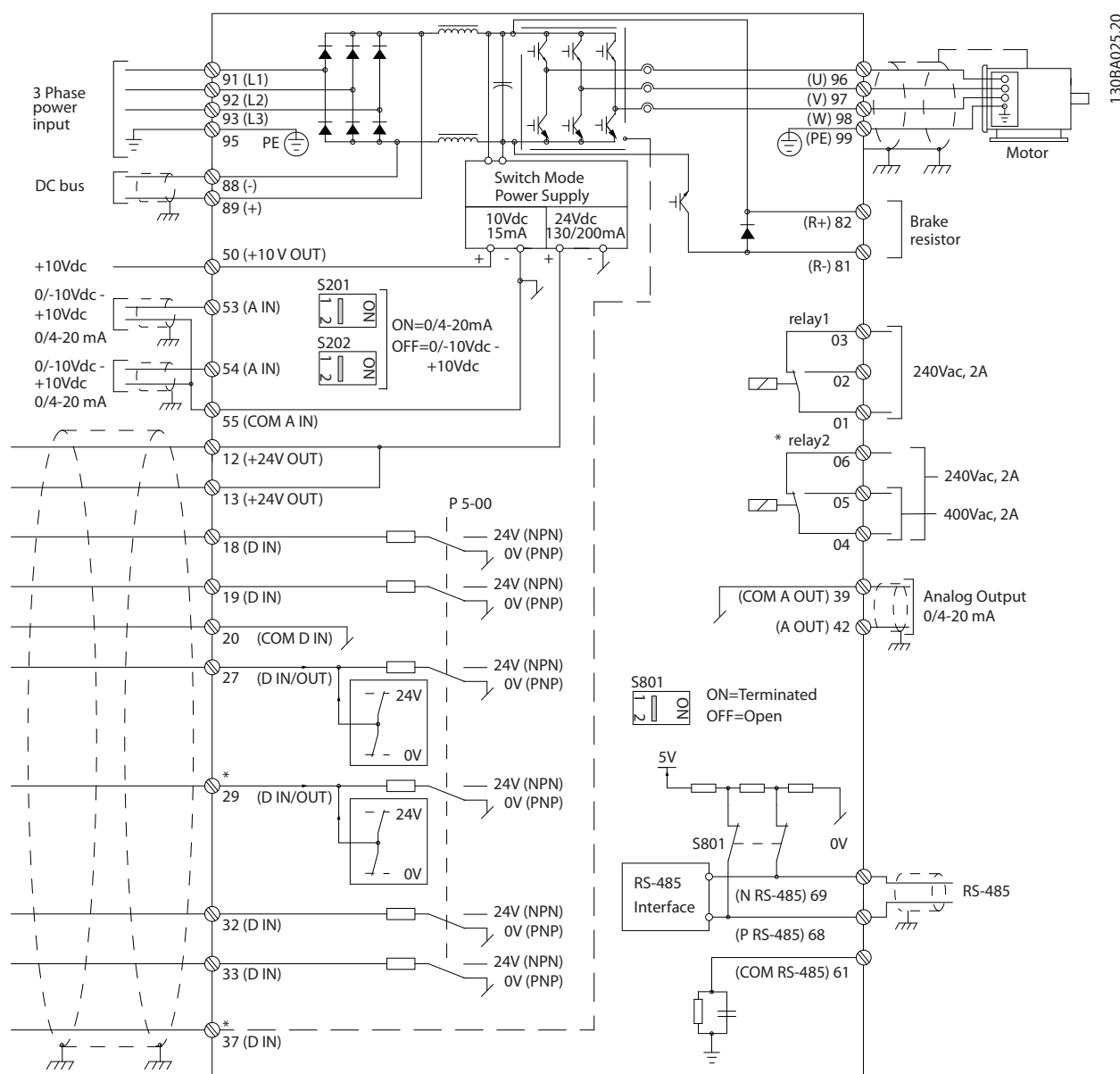


Рисунок 7.44 Схема межкомпонентных соединений, преобразователь частоты типоразмеров E и F

При большой длине кабелей управления и кабелей аналоговых сигналов в контурах заземления могут протекать токи с частотой 50/60 Гц, обусловленные помехами от кабелей сети электропитания. В таком случае следует разорвать экран кабеля или установить между экраном и шасси конденсатор емкостью 100 нФ. Цифровые и аналоговые входы и выходы следует подключать к общим входам преобразователя частоты (клеммы 20, 55, 39) отдельными проводами, чтобы исключить влияние токов заземления из обеих групп на другие группы. Например, переключение цифрового входа может создавать помехи для сигнала аналогового входа.

Входная полярность клемм управления

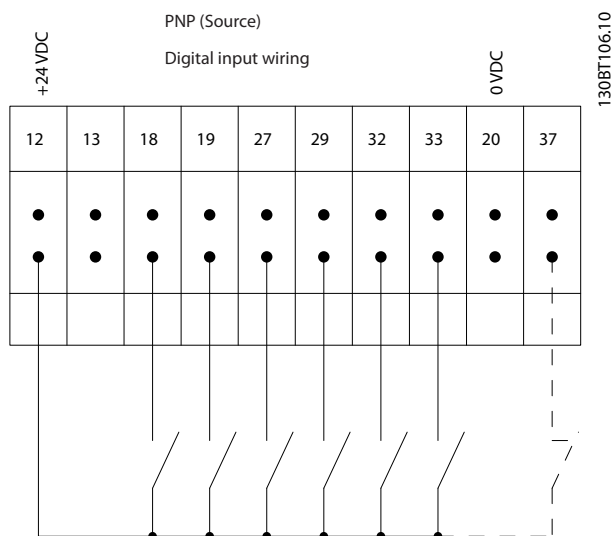


Рисунок 7.45 Входная полярность клемм управления (PNP-источник)

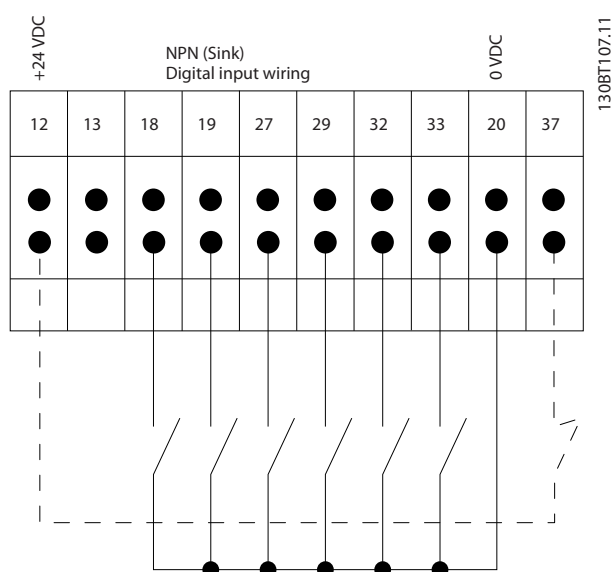


Рисунок 7.46 Входная полярность клемм управления (NPN-сток)

УВЕДОМЛЕНИЕ

Используйте экранированные/защищенные кабели, соответствующие нормативам ЭМС. Подробнее см. глава 7.8 Монтаж с учетом требований по ЭМС.

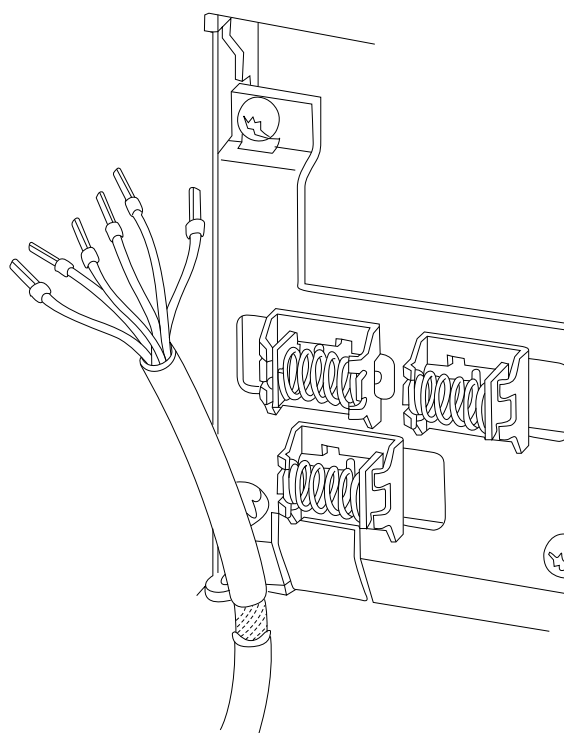


Рисунок 7.47 Заделка экрана и разгрузка натяжения кабеля управления

7.5.8 12-импульсные кабели управления

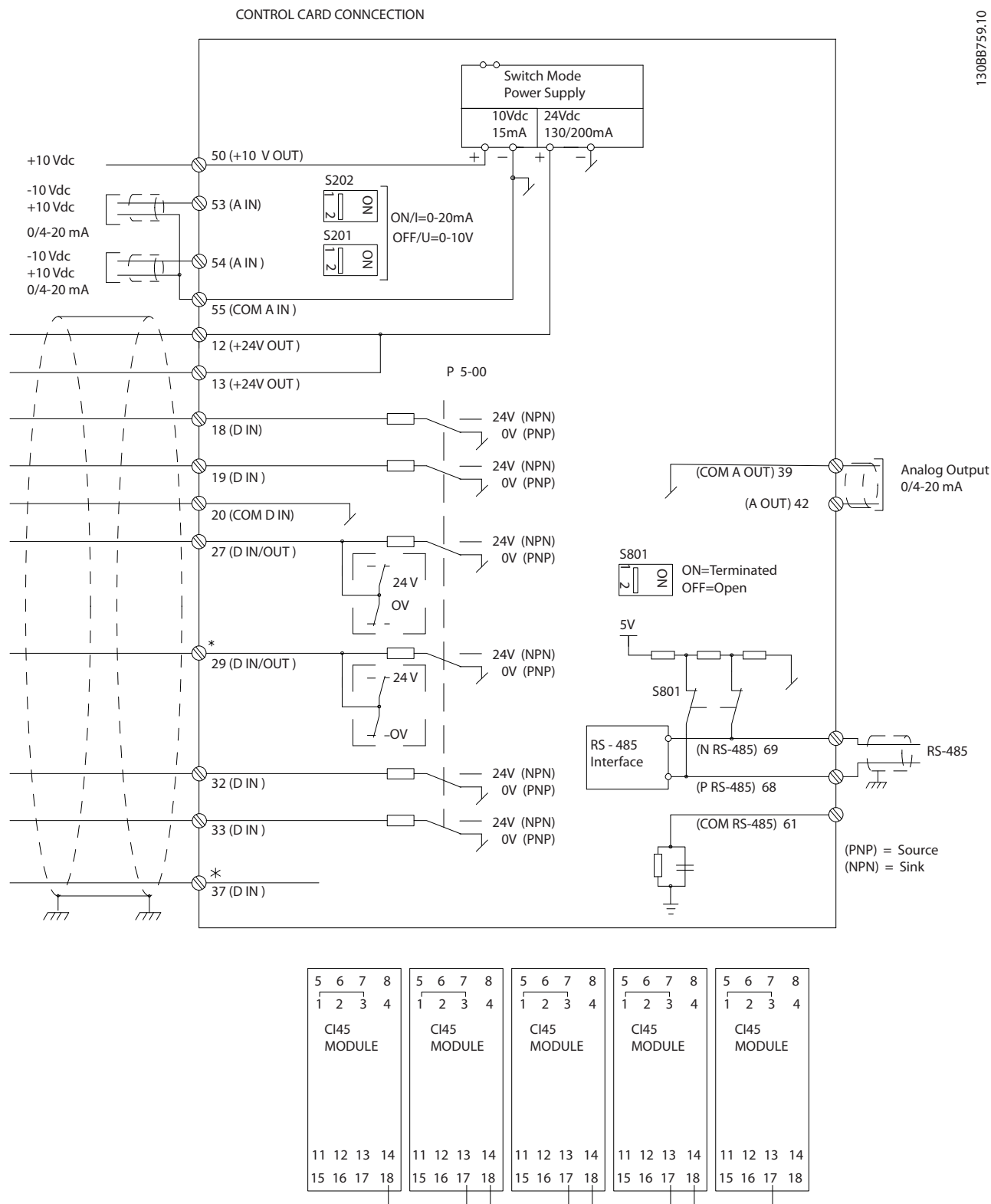


Рисунок 7.48 Схема кабеля управления

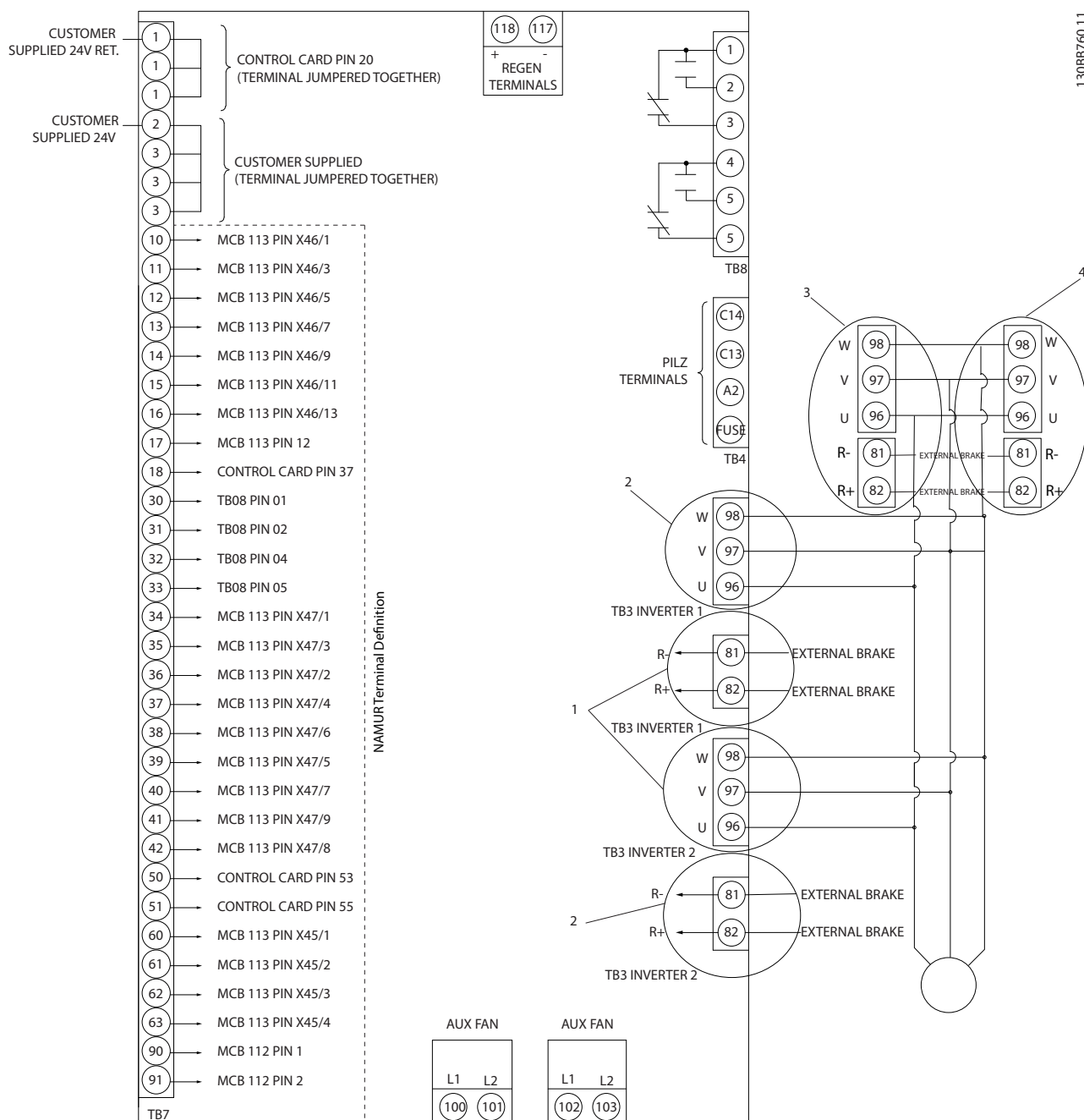


Рисунок 7.49 Электрические клеммы без дополнительных устройств

Клемма 37 — это вход, используемый для безопасного отключения крутящего момента. Указания по установке безопасного отключения крутящего момента см. *глава 3.12 Безопасный останов*.

- 1) F8/F9 = (1) набор клемм.
- 2) F10/F11 = (2) набора клемм.
- 3) F12/F13 = (3) набора клемм.

Входная полярность клемм управления

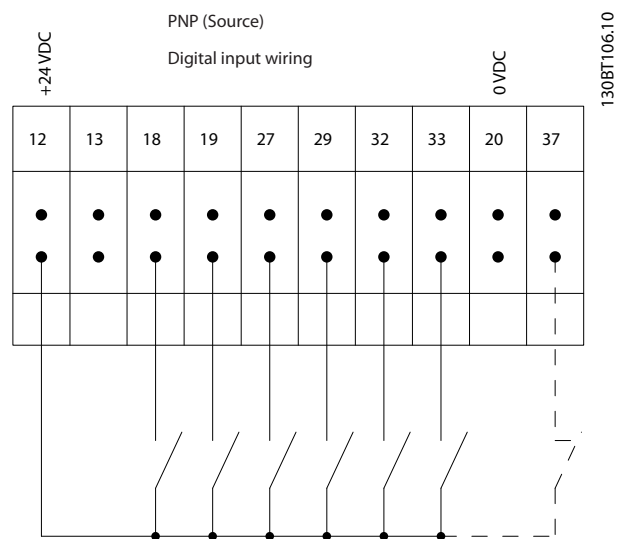


Рисунок 7.50 Входная полярность клемм управления

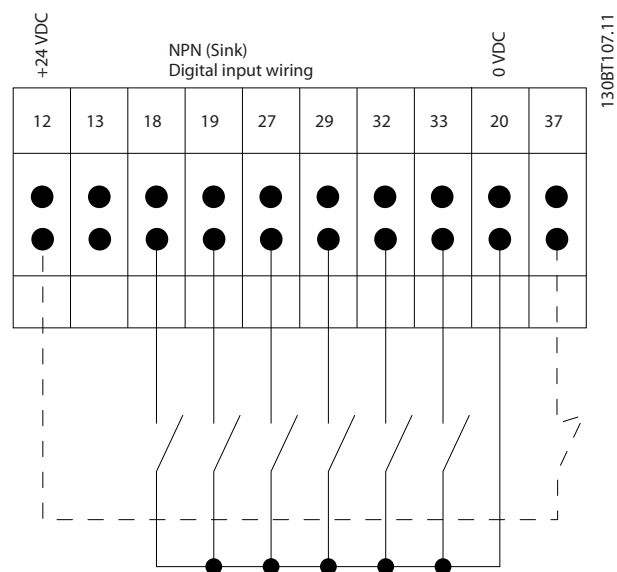


Рисунок 7.51 Входная полярность клемм управления

7.5.9 Выход реле для корпусов типоразмера D

Реле 1

- Клемма 01: общая
- Клемма 02: нормально разомкнутый контакт, 400 В перем. тока
- Клемма 03: нормально замкнутый контакт, 240 В перем. тока

Реле 2

- Клемма 04: общая
- Клемма 05: нормально разомкнутый контакт, 400 В перем. тока
- Клемма 06: нормально замкнутый контакт, 240 В перем. тока

Реле 1 и 2 программируются в 5-40 Реле функций, 5-41 Задержка включения, реле и 5-42 Задержка выключения, реле.

Используйте дополнительный модуль MCB 105 в качестве дополнительных выходов реле.

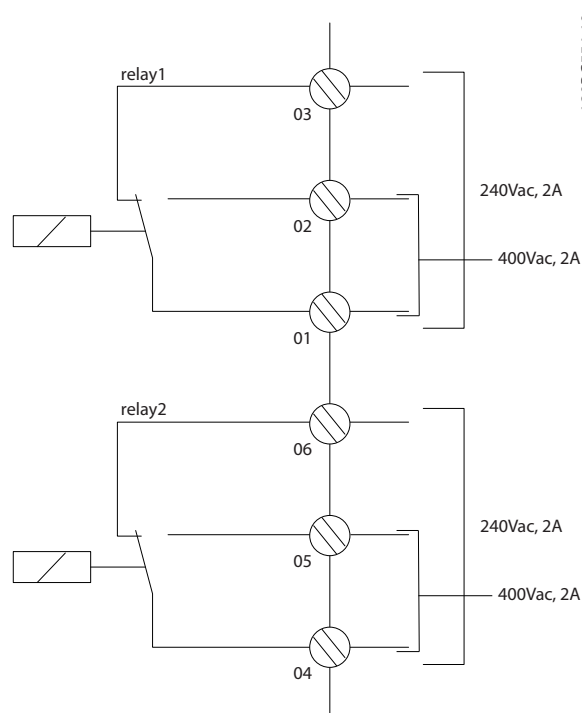


Рисунок 7.52 Дополнительные выходы реле в корпусах типоразмера D

7.5.10 Выход реле для корпусов E и F

Реле 1

- Клемма 01: общая
- Клемма 02: нормально разомкнутый контакт, 240 В перем. тока
- Клемма 03: нормально замкнутый контакт, 240 В перем. тока

Реле 2

- Клемма 04: общая
- Клемма 05: нормально разомкнутый контакт, 400 В перем. тока
- Клемма 06: нормально замкнутый контакт, 240 В перем. тока

Реле 1 и 2 программируются в 5-40 Реле функций, 5-41 Задержка включения, реле и 5-42 Задержка выключения, реле.

Используйте дополнительный модуль MCB 105 в качестве дополнительных выходов реле.

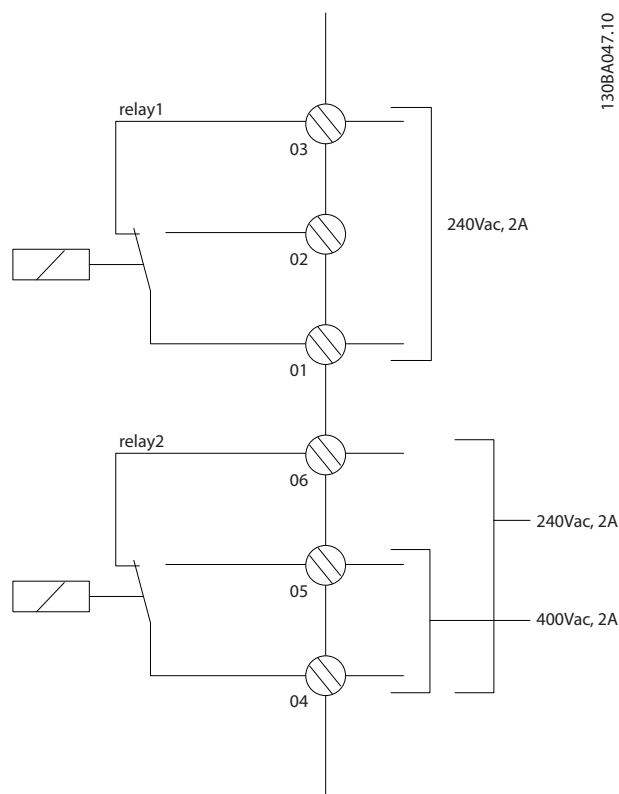


Рисунок 7.53 Дополнительные выходы реле в корпусах типоразмера E и F

7.5.11 Термореле тормозного резистора

Типоразмеры D-E-F

Момент затяжки: 0,5–0,6 Нм

Размер винтов: M3

Этот вход контролирует температуру тормозного резистора, подключенного снаружи. Если вход между клеммами 104 и 106 замыкается, преобразователь частоты отключается с предупреждением/аварийным сигналом 27 «Тормозной IGBT». Если соединение между клеммами 104 и 105 замыкается, преобразователь частоты отключается с предупреждением/аварийным сигналом 27 «Тормозной IGBT».

Установите реле KLIXON с нормально замкнутыми контактами. Если данная функция не используется, клеммы 106 и 104 необходимо замкнуть накоротко. Нормально замкнутый: 104–106 (перемычка установлена на заводе-изготовителе)

Нормально разомкнутый: 104–105

Номер клеммы	Функция
106, 104, 105	Термореле тормозного резистора.

Таблица 7.68 Клеммы термореле тормозного резистора

УВЕДОМЛЕНИЕ

Если температура тормозного резистора становится слишком высокой и срабатывает термореле, торможение двигателя преобразователем частоты прекращается и двигатель останавливается выбегом.

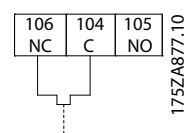


Рисунок 7.54 Межкомпонентные соединения термореле тормозного резистора

7.6 Дополнительные соединения

7.6.1 Подключение шины постоянного тока

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

Номер клеммы	Функция
88, 89	Шина постоянного тока

Таблица 7.69 Клеммы шины постоянного тока

Для получения дополнительной информации обратитесь к компании Danfoss.

7.6.2 Разделение нагрузки

Разделение нагрузки требует дополнительного оборудования и рассмотрения вопросов безопасности. Подробнее см. *Примечание о разделении нагрузки*.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Имейте в виду, что на клеммах могут возникать напряжения до 1099 В постоянного тока.

Номер клеммы	Функция
88, 89	Разделение нагрузки

Таблица 7.70 Клеммы разделения нагрузки

Соединительный кабель должен быть экранированным, и его длина от преобразователя частоты до шины постоянного тока должна быть не более 25 метров. Разделение нагрузки позволяет соединять промежуточные цепи постоянного тока нескольких преобразователей частоты.

⚠ВНИМАНИЕ!

Имейте в виду, что разъединитель сети может не изолировать преобразователь частоты из-за подключения цепи постоянного тока

7.6.3 Монтаж кабеля тормозного резистора

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

1. Присоедините экран с помощью кабельных зажимов к проводящей задней панели преобразователя частоты и к металлическому кожуху тормозного резистора.
2. Сечение тормозного кабеля должно соответствовать тормозному моменту.

Номер	Функция
81, 82	Клеммы подключения тормозного резистора

Таблица 7.71 Клеммы тормозного резистора

Подробнее см. *Руководство по проектированию тормозного резистора*

УВЕДОМЛЕНИЕ

Если в тормозном IGBT возникает короткое замыкание, то рассеяние мощности в этом резисторе может быть предотвращено отключением преобразователя частоты от питающей сети с помощью сетевого выключателя или контактора. Контактором может управлять только преобразователь частоты.

⚠ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Имейте в виду, что на клеммах могут возникать напряжения до 1099 В постоянного тока.

Требования к типоразмеру F

Подключите тормозные резисторы к клеммам тормоза в каждом модуле инвертора.

7.6.4 Подключение к преобразователю частоты персонального компьютера

Для управления преобразователем частоты от ПК установите программу настройки МСТ 10. ПК подключается стандартным кабелем USB (ведущий узел/устройство) или через интерфейс RS-485, 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 с гальванической развязкой порта USB. Во избежание повреждения хост-контроллера USB через экран USB-кабеля, следуйте рекомендациям по заземлению/занулению, изложенным в разделе *Подключение к питающей сети и заземлению* в *Инструкциях по эксплуатации VLT® AutomationDrive*. Для защиты хост-контроллера USB в ПК от разности потенциалов заземления/зануления 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. Это уменьшает разность потенциалов заземления/зануления, однако не устраняет полностью разность потенциалов вследствие подключения заземления и экрана к порту USB ПК.

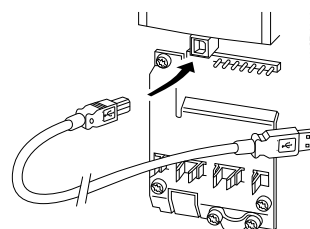


Рисунок 7.55 Разъем USB

7.6.5 Программное обеспечение ПК

Чтобы сохранить данные в ПК с помощью средства конфигурирования МСТ 10, выполните следующие действия.

1. Соедините ПК с преобразователем частоты через коммуникационный порт USB.
2. Откройте средство конфигурирования МСТ 10.
3. Выберите порт USB в разделе network (сеть).
4. Выберите Copy (Копировать).

5. Выберите раздел project (проект).
6. Выберите Paste (Вставить).
7. Выберите Save as (Сохранить как).

Теперь все параметры сохранены в памяти.

Чтобы перенести данные из ПК в преобразователь частоты с помощью средства конфигурирования МСТ 10, выполните следующие действия.

1. Соедините ПК с преобразователем частоты через коммуникационный порт USB.
2. Откройте средство конфигурирования МСТ 10.
3. Выберите Open (Открыть) — на экране будут показаны сохраненные файлы.
4. Откройте требуемый файл.
5. Выберите Write to drive (Запись данных на привод).

Все значения параметров будут переданы на преобразователь частоты.

Для средства конфигурирования МСТ 10 имеется отдельное руководство.

7.7 Техника безопасности

7.7.1 Высоковольтные испытания

Проведите высоковольтные испытания при замкнутых накоротко клеммах U, V, W, L₁, L₂ и L₃. Подавайте между этой короткозамкнутой цепью и шасси не более 2,15 кВ пост. тока для преобразователей частоты на 380–500 В и 2,525 кВ пост. тока для преобразователей частоты на 525–690 В в течение одной секунды.

⚠ ВНИМАНИЕ!

Если при проведении высоковольтных испытаний всей установки токи утечки окажутся слишком большими, то отключите сеть и двигатель.

7.7.2 Заземление

Для обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) при установке преобразователя частоты необходимо решить следующие вопросы.

- **Защитное заземление:**
преобразователь частоты имеет очень большой ток утечки и должен быть заземлен соответствующим образом для обеспечения безопасности. Соблюдайте местные правила техники безопасности.
- **Высокочастотное заземление:**
заземляющие провода должны быть как можно короче.

Подключайте различные системы заземления с использованием проводников с минимально возможным импедансом. Обеспечьте минимальный импеданс, используя как можно более короткие проводники и максимально возможную площадь поверхности.

Металлические корпуса различных устройств монтируются на задней панели шкафа, при этом достигается минимальное сопротивление высоких частот. Это позволяет устранить различие высокочастотных напряжений, присутствующих на отдельных устройствах, и избежать опасности протекания токов высокочастотных помех в соединительных кабелях между устройствами. Для обеспечения низкого сопротивления высоких частот, используйте крепежные болты устройств в качестве высокочастотных соединителей с задней панелью шкафа. В точках крепления удалите изолирующую краску или подобные изоляционные покрытия.

7.7.3 Подключение защитного заземления

Преобразователь частоты имеет большой ток утечки и для обеспечения безопасности должен быть надлежащим образом заземлен в соответствии со стандартом EN 50178.

▲ВНИМАНИЕ!

Ток утечки на землю преобразователя частоты превышает 3,5 мА. Для обеспечения надежного механического подключения заземляющего кабеля к разъему заземления (клемма 95) необходимо усилить заземление одним из следующих способов:

- Сечение провода заземления должно быть не менее 10 мм².
- Следует использовать два отдельных провода заземления соответствующих нормативам размеров.

7.8 Монтаж с учетом требований по ЭМС

7.8.1 Электрический монтаж — обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС)

Ниже приводятся указания, которыми следует руководствоваться при монтаже преобразователей частоты. Следуйте этим указаниям, чтобы обеспечить соответствие стандарту EN 61800-3 *Первые условия эксплуатации*. Если монтаж производится в соответствии с требованиями стандарта EN 61800-3 *Вторые условия эксплуатации*, т. е. в промышленных сетях или в составе установки, имеющей собственный трансформатор, отступление от этих указаний допускается, но не рекомендуется. См. также *глава 2.3.3 Преобразователь частоты Danfoss и маркировка CE*, *глава 3.5 Общие вопросы ЭМС*, *глава 3.5.2 Результаты испытаний на ЭМС*, и *глава 7.8.3 Заземление экранированных кабелей управления*.

Рекомендации по электрического монтажу, корректному с точки зрения ЭМС:

- Для двигателей используйте только экранированные/защищенные кабели в оплетке, а для управления — только экранированные кабели в оплетке. Экран должен покрывать поверхность кабеля не менее чем на 80 %. Экран должен быть металлическим, обычно из меди, алюминия, стали или свинца, но может быть изготовлен из других металлов. Специальные требования к кабелям сетевого питания не предъявляются.

- Монтаж с использованием прочных металлических кабелепроводов не требует применения экранированных кабелей, но кабель к двигателю должен прокладываться в кабелепроводе, отдельном от кабелепроводов кабелей управления и сетевых кабелей. Необходимо обеспечить полное соединение кабелепровода от преобразователя частоты к двигателю по всей длине. Характеристики ЭМС гибких кабелепроводов существенно различаются, необходимую информацию можно получить от изготовителя.
- Подключайте кабелепровод экранирования к земле с обоих концов кабелей двигателей, а также кабелей управления. Иногда подключение экрана на обоих концах невозможно. В этом случае подключайте экран на стороне преобразователя частоты. См. также *глава 7.7.2 Заземление*.
- Избегайте подключения экрана посредством свитых концов (скруток). Такое подключение увеличивает импеданс экрана на высоких частотах и снижает его эффективность. Вместо этого пользуйтесь кабельными зажимами с низким сопротивлением или кабельными сальниками, удовлетворяющими требованиям ЭМС.
- По возможности избегайте использования неэкранированных кабелей двигателя или кабелей управления внутри шкафов, в которых размещаются преобразователь частоты.

Оставляйте экран ненарушенным как можно ближе к месту подключения.

На рисунке *Рисунок 7.56* показан пример корректного по ЭМС электрического монтажа преобразователя частоты в корпусе IP 20. Преобразователь частоты установлен в монтажном шкафу с выходным контактором и подключен к ПЛК, который в данном примере смонтирован в отдельном шкафу. Другие способы выполнения монтажа также могут обеспечивать высокие характеристики ЭМС при условии соблюдения изложенных выше практических указаний.

При нарушении указаний по монтажу, а также при использовании неэкранированных кабелей и проводов управления некоторые требования к излучению помех не будут удовлетворены, хотя условия помехозащищенности будут выполнены. См. глава 3.5.2 Результаты испытаний на ЭМС.

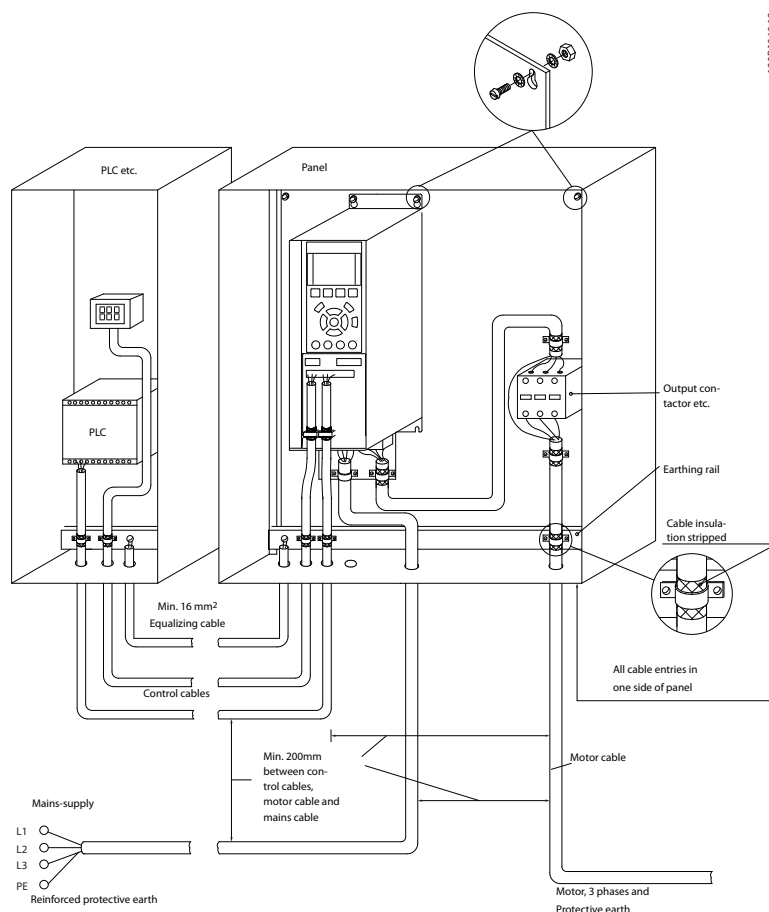


Рисунок 7.56 Электрический монтаж преобразователя частоты в шкафу, правильный с точки зрения ЭМС

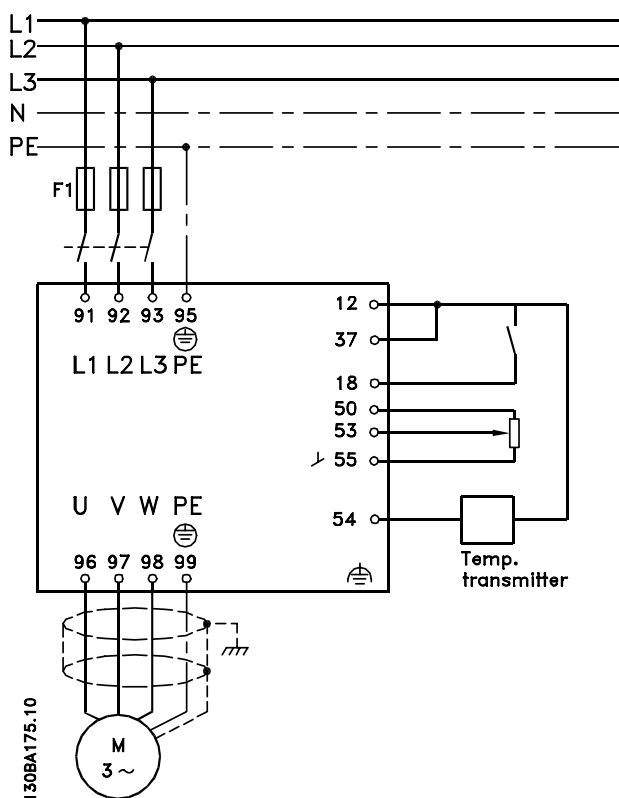


Рисунок 7.57 Схема электрического соединения (пример для 6-импульсного преобразователя)

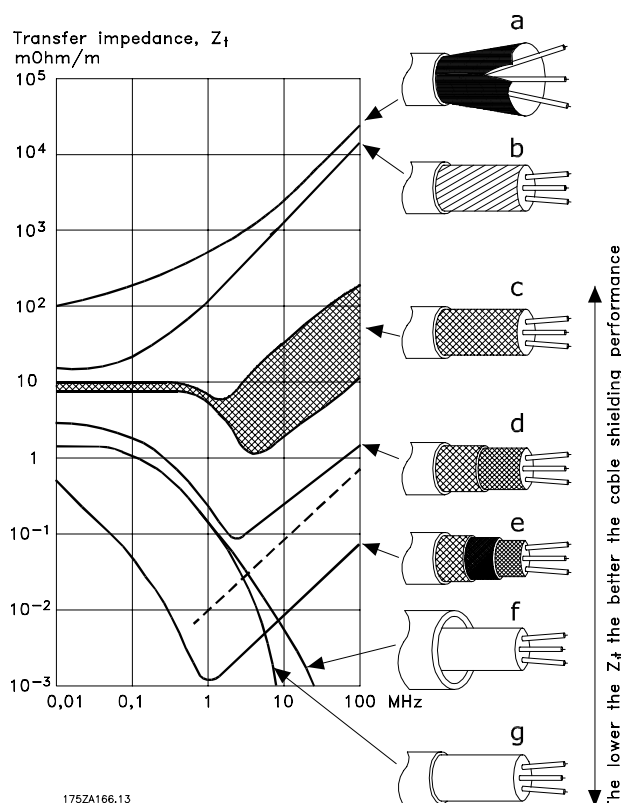


Рисунок 7.58 Передаточный импеданс Z_T

7.8.2 Использование кабелей, соответствующих требованиям ЭМС

Чтобы оптимизировать помехозащищенность кабелей управления и защиту от излучений от кабелей двигателя в соответствии с требованиями ЭМС, компания Danfoss рекомендует использовать экранированные/защищенные кабели с оплеткой.

Способность кабелей уменьшать наводимые в них помехи и снижать собственное излучение электрического шума зависит от передаточного импеданса (Z_T). Обычно экран кабеля разрабатывается таким образом, чтобы обеспечить низкий уровень переноса электрических помех; наиболее эффективным будет экран с меньшим передаточным импедансом (Z_T).

Изготовители кабелей редко указывают величину передаточного импеданса (Z_T), но зачастую эту величину (Z_T) можно оценить по физическим характеристикам кабеля. См. Рисунок 7.58.

7.8.3 Заземление экранированных кабелей управления

Правильное экранирование

Предпочтительным методом является фиксация управляющих кабелей и кабелей последовательной связи с помощью входящих в комплект экранирующих зажимов на обоих концах, что позволяет обеспечить наилучший контакт для высокочастотных кабелей. Если потенциалы земли преобразователя частоты и ПЛК различаются между собой, могут возникнуть электрические помехи. Эта проблема решается установкой выравнивающего кабеля рядом с кабелем управления. Минимальное поперечное сечение кабеля составляет 16 мм².

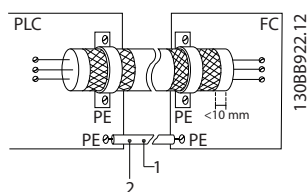


Рисунок 7.59 Выравнивающий кабель рядом с кабелем управления

1	Мин. 16 мм ²
2	Выравнивающий кабель

Таблица 7.72 Пояснения к Рисунок 7.59

Контуры заземления 50/60 Гц

Если используются очень длинные кабели управления, могут возникать контуры заземления. Устраните контуры заземления путем подключения одного конца экрана к земле через конденсатор емкостью 100 нФ (обеспечив короткие выводы).

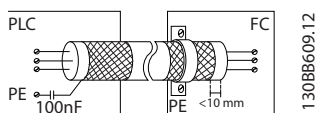


Рисунок 7.60 Устранение контуров заземления путем подключения заземления/зануления к конденсатору 100 нФ

Избегайте помех ЭМС в системе последовательной связи

Эта клемма подключается к земле через внутреннюю цепочку RC. Для снижения помех между проводниками используются кабели из витой пары. Рекомендуемый метод показан на Рисунок 7.62.

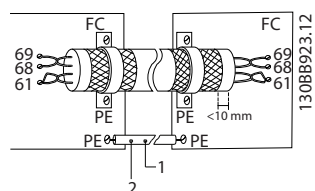


Рисунок 7.61 Использование кабелей из витой пары для уменьшения помех

1	Мин. 16 мм ²
2	Выравнивающий кабель

Таблица 7.73 Пояснения к Рисунок 7.61

В качестве альтернативы, соединение к клемме 61 может быть пропущено:

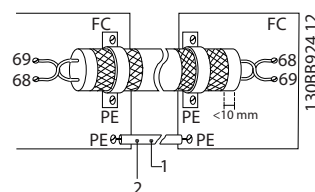


Рисунок 7.62 Уменьшение помех посредством пропуска Клеммы 61

1	Мин. 16 мм ²
2	Выравнивающий кабель

Таблица 7.74 Пояснения к Рисунок 7.62

7.8.4 Выключатель фильтра ВЧ-помех

Сетевой источник питания, изолированный 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 заземленной ветвью, выключатель фильтра ВЧ-помех рекомендуется перевести в положение OFF (Выкл.)¹⁾ с помощью 14-50 Фильтр ВЧ-помех на преобразователе частоты и 14-50 Фильтр ВЧ-помех на фильтре. Для получения дополнительной информации см. стандарт IEC 364-3. В положении OFF (Выкл.) конденсаторы фильтра между шасси и промежуточной цепью выключаются во избежание повреждения промежуточной цепи и для уменьшения емкостных токов на землю (согласно стандарту IEC 61800-3). Если требуются оптимальные характеристики ЭМС при подключенных параллельных двигателях или при длине кабеля двигателя более 25 м, Danfoss рекомендует установить для 14-50 Фильтр ВЧ-помех значение Вкл. См. также Примечание к VLT в сети IT, MN50P (Application Note, VLT on IT Mains, MN50P). Необходимо использовать датчики контроля изоляции, которые могут применяться с силовой электроникой (IEC 61557-8).

7.9 Помехи в питающей сети/гармоники

Преобразователь частоты потребляет из сети несинусоидальный ток, что увеличивает действующее значение входного тока $I_{эфф}$. Несинусоидальный ток можно с помощью анализа Фурье преобразовать и разложить на токи синусоидальной формы различных частот. См. Таблица 7.75.

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

Таблица 7.75 Несинусоидальный ток, разложенный на токи синусоидальной формы различных частот

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

УВЕДОМЛЕНИЕ

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

Ток гармоник	Входной ток
$I_{эфф}$	1,0
I_1	0,9
I_5	0,4
I_7	0,2
I_{11-49}	< 0,1

Таблица 7.76 Токи гармоник в сравнении с эффективным значением входного тока

Для обеспечения малых токов гармоник преобразователь частоты в стандартной комплектации оснащен в промежуточной цепи катушками индуктивности. Катушки постоянного тока уменьшают суммарное гармоническое искажение до 40 %.

7.9.1 Влияние гармоник в системе распределения мощности

На Рисунок 7.63, первичная обмотка трансформатора подключена к общей точке нескольких присоединений (PCC1) источника среднего напряжения. Трансформатор имеет импеданс Z_{xfr} и питает несколько нагрузок. В общей точке нескольких присоединений PCC2 подключены вместе все нагрузки. Каждая нагрузка подключена посредством кабелей, которые имеют импеданс Z_1, Z_2, Z_3 .

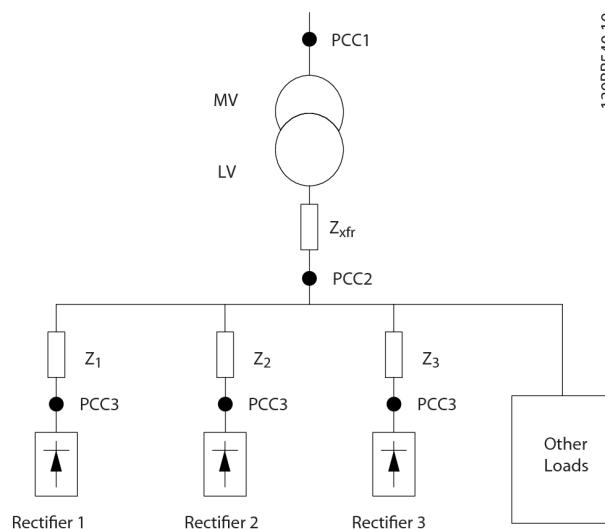


Рисунок 7.63 Малая система распределения

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 влияет на работу аппаратуры и на отдельные нагрузки. Искажение напряжения влияет на производительность системы. Зная только гармоническую характеристику нагрузки, невозможно предсказать искажение напряжения в PCC. Чтобы предсказать искажение в PCC, необходимо знать конфигурацию системы распределения и соответствующие импедансы.

Для описания импеданса сети используется распространенный термин «отношение короткого замыкания» (R_{sce}). R_{sce} — это отношение между кажущейся мощностью короткого замыкания источника питания в точке PCC ($S_{к.з.}$) и номинальной кажущейся мощностью нагрузки ($S_{оборуд.}$).

$$R_{sce} = \frac{S_{сз}}{S_{оборуд.}}$$

$$\text{где } S_{к.з.} = \frac{U^2}{Z_{питания}} \text{ и } S_{оборуд.} = U \times I_{оборуд.}$$

Негативное влияние гармоник имеет два аспекта

- 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.

7.9.2 Стандарты и требования к ограничению гармоник

Требования к ограничению гармоник могут:

- относиться к конкретному применению
- подчиняться стандартам, которые необходимо соблюдать.

Требования, относящиеся к конкретным применениям связаны с конкретными системами, для которых имеются причины стремиться ограничить гармоники.

Пример. Для подключения двух двигателей мощностью 110 кВт достаточно трансформатора на 250 кВА, если один из двигателей подключен непосредственно к сети питания, а другой питается через преобразователь частоты. Однако мощности трансформатора будет недостаточно, если от преобразователя частоты будут питаться оба двигателя. Чтобы обеспечить возможность питания обоих двигателей через преобразователь частоты, необходимо использовать либо дополнительные средства подавления гармоник в установке, либо приводы с низкими гармониками.

Существуют различные стандарты, нормативы и рекомендации, касающиеся подавления гармоник. Наиболее распространены следующие стандарты:

- IEC61000-3-2
- IEC61000-3-12
- IEC61000-3-4
- IEEE 519
- G5/4

Конкретные сведения о каждом стандарте см. в документе *Фильтр гармоник ANF 005/010 для VLT 5000*.

7.9.3 Подавление гармоник

В случаях, когда требуются дополнительные меры по подавлению гармоник, Danfoss предлагает использовать следующее оборудование подавления:

- 12-импульсные приводы VLT
- усовершенствованные фильтры гармоник (AHF) VLT
- приводы низких гармоник VLT
- активные фильтры VLT

Выбор решения зависит от нескольких факторов.

- Сеть (фоновые искажения, асимметрия сети, резонанс, тип источника (трансформатор/генератор))
- Применение (профиль нагрузки, количество и размеры нагрузок)
- Местные/национальные требования/правила (IEEE519, IEC, G5/4 и т. д.)
- Общая стоимость владения (начальная стоимость, рентабельность, обслуживание)

7.9.4 Расчет гармоник

Используйте бесплатное ПО Danfoss MCT 31 для расчета степени засорения питающего напряжения и определения необходимых мер предосторожности. Программу *VLT® Harmonic Calculation MCT 31* можно найти на www.danfoss.com.

7.10 Датчик остаточного тока

Для дополнительной защиты и соответствия местным нормам безопасности используйте реле RCD (датчики остаточного тока), многократное защитное заземление или обычное 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 3.7 Ток утечки на землю*.

7.11 Окончательная настройка и тестирование

Для проверки настройки и работоспособности преобразователя частоты выполните следующие операции.

Операция 1. Найдите паспортную табличку двигателя. Двигатель может быть подключен по схеме звезды (Y) или треугольника (Δ). Эти сведения указаны в данных с паспортной таблички двигателя.

Операция 2. Введите данные с паспортной таблички в перечень параметров.

Для доступа к перечню сначала нажмите кнопку [Quick Menu] (Быстрое меню), затем выберите пункт «Q2 Быстрая настройка».

1. 1-20 Мощность двигателя [кВт]
1-21 Мощность двигателя [л.с.]
2. 1-22 Напряжение двигателя
3. 1-23 Частота двигателя
4. 1-24 Ток двигателя
5. 1-25 Номинальная скорость двигателя

Операция 3. Запустите автоматическую адаптацию двигателя (ААД).

Чтобы выключить ААД в процессе выполнения, нажмите кнопку [Off] (Выкл.).

Выполнение ААД обеспечит оптимальные характеристики привода. В режиме ААД измеряются значения параметров эквивалентной схемы модели двигателя.

1. Соедините клемму 37 (если имеется) с клеммой 12.
2. Соедините клемму 27 с клеммой 12 или установите для параметра 5-12 Клемма 27, цифровой вход значение [0] Не используется.
3. Запустите ААД 1-29 Авто адаптация двигателя (ААД).
4. Выберите полный или сокращенный режим ААД. Если установлен синусоидный фильтр, запустите режим сокращенной ААД или на время выполнения ААД удалите синусоидный фильтр.
5. Нажмите [OK].
На дисплее появится сообщение «Нажмите [Hand On] для запуска».
6. Нажмите [Hand On] (Ручной пуск).
Индикатор выполнения операции показывает ход процесса ААД.

Успешное завершение ААД

1. На дисплее появится сообщение «Нажмите [OK] для завершения ААД».
2. Нажмите кнопку [OK], чтобы выйти из режима ААД.

Неудачное завершение ААД

1. Преобразователь частоты переключается в аварийный режим. Описание аварийного сигнала можно найти в инструкциях по эксплуатации.
2. В записи «Отчетное значение» в [Alarm Log] (Журнал аварийных сигналов) будет указан последний ряд измерений, выполненных ААД до переключения преобразователя частоты в аварийный режим. Этот номер и описание аварийного сообщения помогут пользователю при поиске и устранении неисправностей. В случае обращения в отдел обслуживания Danfoss следует указать номер и привести аварийное сообщение.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Неудачное завершение ААД часто происходит по одной из следующих причин:

- неправильно введенные данные с паспортной таблички двигателя
- различие по мощности двигателя и преобразователя частоты

Шаг 4. Установка предела скорости вращения и времени изменения скорости.

- 3-02 Мин. задание
- 3-03 Максимальное задание
- 4-11 Нижн.предел скор.двигателя[об/мин] или 4-12 Нижний предел скорости двигателя [Гц]
- 4-13 Верхн.предел скор.двигателя [об/мин] или 4-14 Верхний предел скорости двигателя [Гц]
- 3-41 Время разгона 1
- 3-42 Время замедления 1

8 Примеры применения

8.1 Автоматическая адаптация двигателя (ААД)

УВЕДОМЛЕНИЕ

Между клеммами 12 (или 13) и 27 может понадобиться перемычка для работы преобразователя частоты с запрограммированными значениями заводских настроек по умолчанию.

Примеры, приведенные в данном разделе, могут служить кратким справочником по наиболее распространенным случаям применения. Следующие примечания касаются всех примеров в этой главе.

- Настройки параметров являются региональными по умолчанию, если не указано иное (выбирается в 0-03 Regional Settings).
- Параметры, имеющие отношение к клеммам, а также их значения указаны рядом со схемами.
- В случаях, когда требуются установки переключателя для аналоговых клемм A53 или A54, приводятся рисунки.

FC		Параметры	
		Функция	Настройка
+24 V	12	1-29 Авто адаптация двигателя (ААД)	[1] Включ. полной ААД
+24 V	13		
D IN	18	5-12 Клемма 27, цифровой вход	[2]* Выбег, инверсный
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 8.1 ААД с подсоединенной кл. 27

FC		Параметры	
		Функция	Настройка
+24 V	12	1-29 Авто адаптация двигателя (ААД)	[1] Включ. полной ААД
+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 8.2 ААД без подсоединенной клеммы 27

8.2 Задание скорости через аналоговый вход

FC		Параметры	
		Функция	Настройка
+24 V	12	6-10 Terminal 53 Low Voltage	0,07 В*
+24 V	13		
D IN	18	6-11 Terminal 53 High Voltage	10 В*
D IN	19		
COM	20	6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 об/мин
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33	6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1500 об/мин
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Таблица 8.3 Задание скорости через аналоговый вход (напряжение)

		Параметры	
FC		Функция	Настройка
+24 V	12	6-12 Terminal 53	4 мА*
+24 V	13	Low Current	
D IN	18	6-13 Terminal 53	20 мА*
D IN	19	High Current	
COM	20	6-14 Terminal 53	0 об/мин
D IN	27	Low Ref./Feedb. Value	
D IN	29		
D IN	32	6-15 Terminal 53	1500 об/мин
D IN	33	High Ref./Feedb. Value	
D IN	37		
* = Значение по умолчанию			
Примечания/комментарии.			

130B8927.10	
+10 V	50
A IN	53
A IN	54
COM	55
A OUT	42
COM	39

U - I

A53

Таблица 8.4 Задание скорости через аналоговый вход (ток)

8.3 Пуск/останов

		Параметры	
FC		Функция	Настройка
+24 V	12	5-10 Terminal 18	[8] Пуск*
+24 V	13	Digital Input	
D IN	18	5-12 Terminal 27	[0] Не используется
D IN	19	Digital Input	
COM	20	5-19 Клемма 37, безопасный останов	[1] Авар. сигн. безоп. ост.
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
* = Значение по умолчанию			
Примечания/комментарии.			
Если для 5-12 Terminal 27 Digital Input выбрано значение [0] Не используется, перемычка на клемму 27 не требуется.			

130B8802.10	
+10	50
A IN	53
A IN	54
COM	55
A OUT	42
COM	39

Таблица 8.5 Команда пуска/останова с безопасным остановом

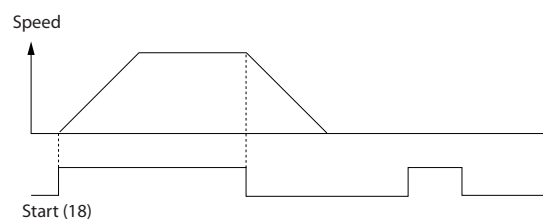


Рисунок 8.1 Пуск/останов с безопасным остановом

		Параметры	
FC		Функция	Настройка
+24 V	12		[9]
+24 V	13	5-10 Terminal 18	Импульсный запуск
D IN	18	Digital Input	
D IN	19	5-12 Terminal 27	[6] Останов, инверсный
COM	20	Digital Input	
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
* = Значение по умолчанию			
Примечания/комментарии.			
Если для 5-12 Terminal 27 Digital Input выбрано значение [0] Не используется, перемычка на клемму 27 не требуется.			

130B8803.10	
+10 V	50
A IN	53
A IN	54
COM	55
A OUT	42
COM	39

Таблица 8.6 Импульсный пуск/останов

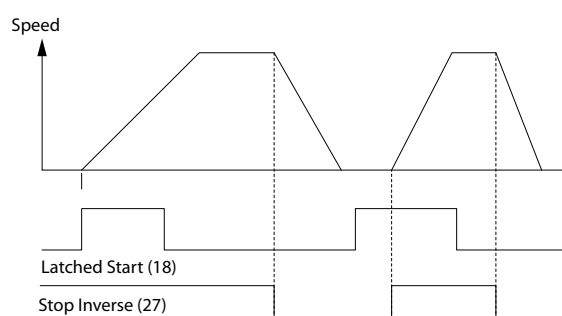


Рисунок 8.2 Импульсный запуск/останов, инверсный

		Параметры	
		Функция	Настройка
FC +24 V12 +24 V13 D IN18 D IN19 COM20 D IN27 D IN29 D IN32 D IN33 D IN37 +10 V50 A IN53 A IN54 COM55 A OUT42 COM39			

Таблица 8.7 Пуск/останов с реверсом и 4 предустановленными скоростями

8.4 Внешний сброс аварийной сигнализации

		Параметры	
		Функция	Настройка
FC		5-11 Terminal 19 Digital Input	[1] Сброс
		*= Значение по умолчанию	
		Примечания/комментарии.	

+24 V	12	1308B928,10
+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 8.8 Внешний сброс аварийной сигнализации

8.5 Задание скорости с помощью ручного потенциометра

		Параметры	
		Функция	Настройка
FC		6-10 Terminal 53 Low Voltage	0,07 В*
+24 V 12		6-11 Terminal 53 High Voltage	10 В*
+24 V 13		6-14 Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	0 об/мин
D IN 18		6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	1500 об/мин
D IN 19		Примечания/комментарии.	
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			

130BVB683.10

U - I

A53

Таблица 8.9 Задание скорости (с помощью ручного потенциометра)

8.6 Увеличение/снижение скорости

Параметры	
Функция	Настройка
5-10 Terminal 18 Digital Input	[8] Пуск*
5-12 Terminal 27 Digital Input	[19] Зафиксиров. задание
5-13 Клемма 29, цифровой вход	[21] Увеличение скорости
5-14 Клемма 32, цифровой вход	[22] Снижение скорости
*= Значение по умолчанию	
Примечания/комментарии.	

FC

+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

130VB804.10

Таблица 8.10 Повышение/понижение скорости

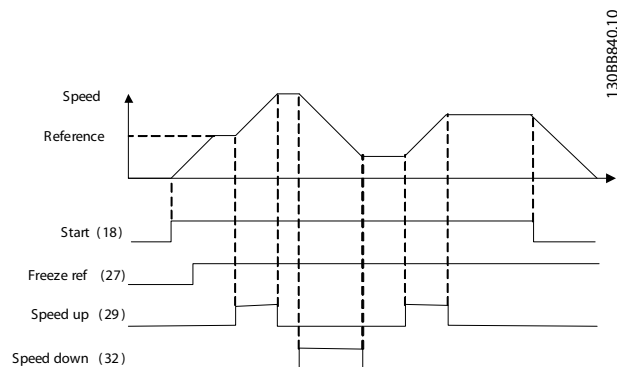


Рисунок 8.3 Увеличение/снижение скорости

8.7 Подключение сети RS-485

Параметры	
Функция	Настройка
8-30 Protocol	FC*
8-31 Address	1*
8-32 Baud Rate	9600*
*= Значение по умолчанию	
Примечания/комментарии. Выберите протокол, адрес и скорость передачи с помощью параметров, указанных выше.	

FC

+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

130VB685.10

R1
R2
RS-485

Таблица 8.11 Разъем сети RS-485

8.8 Термистор двигателя

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

В термисторах следует использовать усиленную/двойную изоляцию в соответствии с требованиями к изоляции PELV.

VLT		Параметры									
+24 V	12	130BVG86.12	<table><tr><th>Функция</th><th>Настройка</th></tr><tr><td>1-90 Motor Thermal Protection</td><td>[2] Откл. по термистору</td></tr><tr><td>1-93 Thermistor Source</td><td>[1] Аналоговый вход 53</td></tr><tr><td colspan="2">*= Значение по умолчанию</td></tr></table>	Функция	Настройка	1-90 Motor Thermal Protection	[2] Откл. по термистору	1-93 Thermistor Source	[1] Аналоговый вход 53	*= Значение по умолчанию	
Функция	Настройка										
1-90 Motor Thermal Protection	[2] Откл. по термистору										
1-93 Thermistor Source	[1] Аналоговый вход 53										
*= Значение по умолчанию											
+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										
U - I  A53		Примечания/комментарии. Если требуется только предупреждение, следует выбрать [1] Предупр. по термист. в 1-90 Motor Thermal Protection.									

Таблица 8.12 Термистор двигателя

8.9 Настройка реле с помощью интеллектуального логического управления

FC		Параметры	
		Функция	Настройка
+24 V	12	4-30 Функция при потере ОС двигателя	[1] Предупреждение
+24 V	13		
D IN	18	4-31 Ошибка скорости ОС двигателя	100 об/мин
D IN	19		
COM	20	4-32 Тайм-аут при потере ОС двигателя	5 с
D IN	27		
D IN	29	7-00 Ист.сигн.О С ПИД-рег.скор.	[2] MCB 102
D IN	32		
D IN	33	17-11 Разрешение (позиции/об)	1024*
D IN	37		
+10 V	50	13-00 SL Controller Mode	[1] Включена
A IN	53		
A IN	54	13-01 Событие запуска	[19] Предупреждение
COM	55		
A OUT	42	13-02 Событие останова	[44] Кнопка сброса
COM	39		
R1	01	13-10 Операнд сравнения	[21] № предупрежд.
R2	02		
	03	13-11 Оператор сравнения	[1]*
	04		
	05	13-12 Comparat or Value	90
	06		
		13-51 Событие контроллера SL	[22] Компаратор 0
		13-52 Действие контроллера SL	[32] Ус.н.ур.на цфв.вых.А
		5-40 Реле функций	[80] Цифр. выход SL А
*= Значение по умолчанию			

Параметры	Примечания/комментарии.
	Предупреждение 90 выдается при превышении предела на мониторе ОС. ПЛК контролирует
	Предупреждение 90, и если Предупреждение 90 становится истинным (TRUE), активируется реле 1.
	Внешнему оборудованию может потребоваться обслуживание. Если ошибка обратной связи опускается ниже предела снова в течение 5 секунд, преобразователь частоты продолжает работу и предупреждение исчезает. Нажмите [Reset] (Сброс) на LCP, чтобы сбросить Реле 1.

Таблица 8.13 Использование ПЛК для настройки реле

8.10 Управление механическим тормозом

Параметры	
Функция	Настройка
5-40 Реле функций	[32] Управл.мех.тормозом
5-10 Terminal 18 Digital Input	[8] Пуск*
5-11 Клемма 19, цифровой вход	[11] Запуск и реверс
1-71 Задержка запуска	0,2
1-72 Функция запуска	[5] VVC+/Flux по час. ст.
1-76 Пусковой ток	Im,n
2-20 Ток отпущения тормоза	App. dependent (Зависит от применения)
2-21 Скорость включения тормоза [об/мин]	Половина номинального значения при сбое двигателя
*= Значение по умолчанию	
Примечания/комментарии.	

Таблица 8.14 Управление механическим тормозом

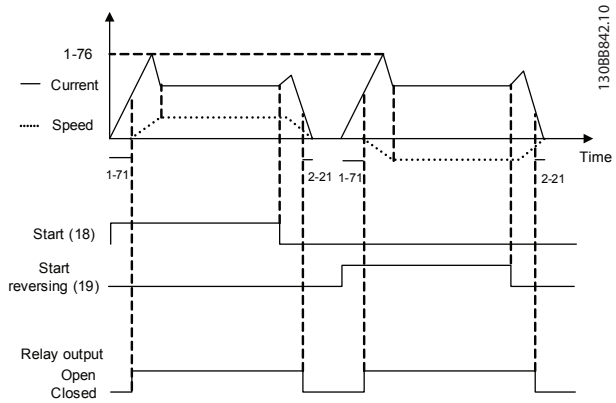


Рисунок 8.4 Управление механическим тормозом

8.11 Подключение энкодера

Перед настройкой энкодера выдаются базовые установки для системы регулирования скорости с обратной связью.

См. также *глава 9.3 Дополнительный энкодер MCB 102*.

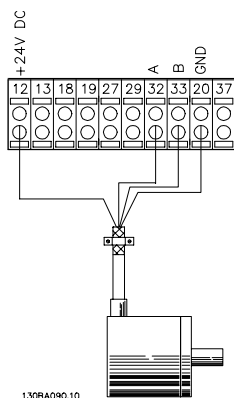


Рисунок 8.5 Подключение энкодера к преобразователю частоты

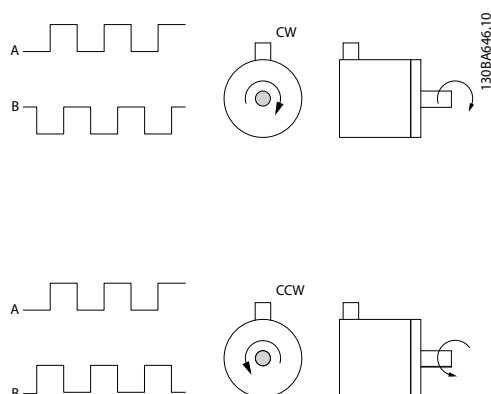


Рисунок 8.6 Инкрементальный энкодер 24 В. Максимальная длина кабеля 5 м

8.12 Направл. энкод

Направление энкодера определяется порядком импульсов, поступающих на преобразователь частоты. 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. Направление вращения определяется глядя со стороны торца вала.

8.13 Приводная система с обратной СВЯЗЬЮ

Система привода с обратной связью состоит из следующих элементов:

- Двигатель
- Добавить (Редуктор) (Механический тормоз)
- FC 302
- Энкодер для системы обратной связи
- Тормозной резистор для динамического торможения
- Передача
- Нагрузка

Для приложений, требующих управления механическим тормозом, обычно необходим тормозной резистор.

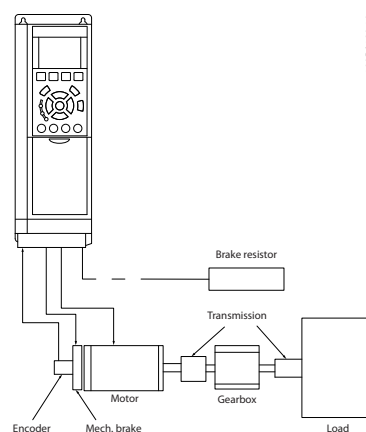


Рисунок 8.7 Базовая настройка замкнутого контура управления скоростью FC 302

8.14 Останов и предел крутящего момента

В применениях с внешним электромеханическим тормозом, например в подъемных механизмах, можно останавливать преобразователь частоты с помощью «стандартной» команды останова с одновременным включением электромеханического тормоза. Ниже приводится пример программирования этих соединений преобразователя частоты. Внешний тормоз может быть подключен к реле 1 или 2 (см. *глава 3.9 Управление механическим тормозом*). Установите для клеммы 27 значение [2] «Выбег, инверсный» или [3] «Выбег и сброс, инверсный», а для клеммы 29 — режим клеммы 29 [1] «Выход» и значение [27] «Пред.по момен.+стоп».

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, активизируется клемма выхода 29 (для которой установлено значение [27] «Пред.по момен.+стоп »). Сигнал, поступающий на клемму 27, изменяется с логической «1» на логический «0», и двигатель начинает движение по инерции, благодаря чему 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
5-10 Клемма 18, цифровой вход Пуск [8]
- Быстрый останов с помощью клеммы 27
5-12 Клемма 27, цифровой вход Выбег, инверсный [2]
- Клемма 29, выход
5-02 Клемма 29, режим Клемма 29, режим выхода [1]
5-31 Клемма 29, цифровой выход Пред.по момен.+стоп [27]
- Релейный выход [0] (Реле 1)
5-40 Реле функций Управл.мех.тормозом [32]

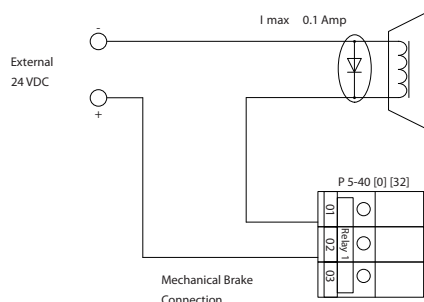
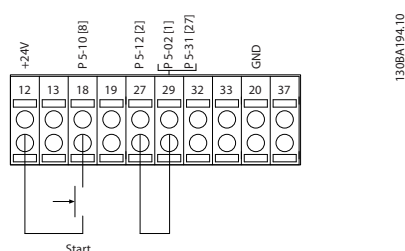


Рисунок 8.8 Подключения клемм предельного крутящего момента и останова

9 Дополнительные устройства и принадлежности

9.1 Дополнительные устройства и принадлежности

Компания Danfoss предлагает широкий ассортимент дополнительных устройств и принадлежностей для VLT® AutomationDrive.

9.1.1 Гнездо А

Гнездо А выделено под дополнительные устройства Fieldbus. Подробнее см. инструкции, прилагаемые к дополнительному оборудованию.

9.1.2 Гнездо В

Необходимо отсоединить питание от преобразователя частоты. Время разрядки см. в инструкциях, прилагаемых к дополнительному оборудованию.

Перед вставкой/извлечением дополнительных модулей для преобразователя частоты прежде всего убедитесь в том, что значения параметров сохранены. Чтобы сохранить данные параметров, используйте МСТ 10 или аналогичное ПО. Затем выполните следующие действия.

1. Снимите с преобразователя частоты LCP, клеммную крышку и рамку LCP.
2. Установите дополнительную плату MCB10x в гнездо В.
3. Подсоедините кабели управления и проложите провода с помощью имеющихся кабельных лент.
4. Удалите заглушку в расширенной рамке LCP так, чтобы дополнительная плата была закреплена под рамкой LCP.
5. Установите расширенную рамку LCP и клеммную крышку.
6. Закрепите панель LCP или глухую крышку в увеличенной рамке этой панели.
7. Подключите питание к преобразователю частоты.
8. Установите функции входов/выходов в соответствующих параметрах, как указано в *глава 4.3 Общие технические требования*.

9.1.3 Гнездо С

Необходимо отсоединить питание от преобразователя частоты. Время разрядки см. в инструкциях, прилагаемых к дополнительному оборудованию.

Перед вставкой/извлечением дополнительных модулей для преобразователя частоты убедитесь в том, что значения параметров сохранены. Чтобы сохранить данные параметров, используйте МСТ 10 или аналогичное ПО.

При установке дополнительного модуля С необходимо использовать монтажный комплект. Список номеров для заказа монтажного комплекта см. в *глава 5 Заказ*. На рисунке показана установка МСВ 112, в качестве примера. Более подробную информацию об установке МСО 305 можно найти в отдельных инструкциях по эксплуатации, прилагаемых к дополнительному оборудованию.

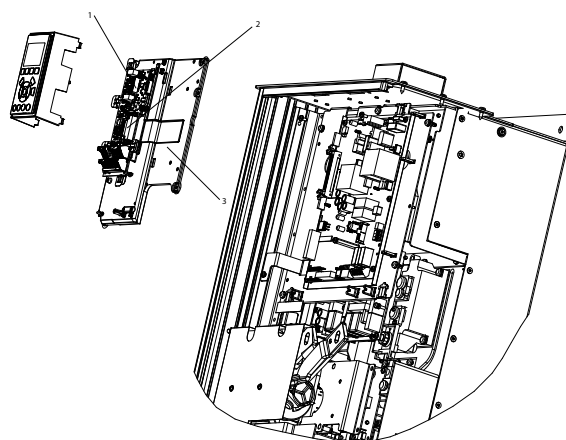


Рисунок 9.1 Расположение гнезд для установки дополнительного оборудования

1	Гнездо А
2	Гнездо В
3	Гнездо С

Таблица 9.1 Пояснения к Рисунок 9.1

9.2 Модуль входов/выходов общего назначения MCB 101

Модуль MCB 101 используется для увеличения количества цифровых и аналоговых входов и выходов FC 302. MCB 101 устанавливается в гнездо B в VLT® AutomationDrive.

Размещение:

- Дополнительный модуль MCB 101
- Дополнительное крепление LCP
- Клеммная крышка

MCB 101 FC Series
General Purpose I/O B slot
SW. ver. XX.XX Code No. 130BXXXX

COM	DIN	DIN7	DIN8	DIN9	GND(1)	DOUT3	DOUT4	AOUT2	24V	GND(2)	AIN3	AIN4
X30/	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Рисунок 9.2 Дополнительный модуль MCB 101

9

9.2.1 Гальваническая развязка в MCB 101

Цифровые/аналоговые *входы* гальванически изолированы от других входов/выходов на плате MCB 101 и на плате управления преобразователя частоты.

Цифровые/аналоговые *выходы* на плате MCB 101 гальванически изолированы от других входов/выходов на MCB 101, но не изолированы от входов/выходов на плате управления преобразователя частоты.

Если цифровые входы 7, 8 или 9 должны подключаться для работы от внутреннего источника питания 24 В (клемма 9), необходимо соединить клеммы 1 и 5, как показано на Рисунок 9.3.

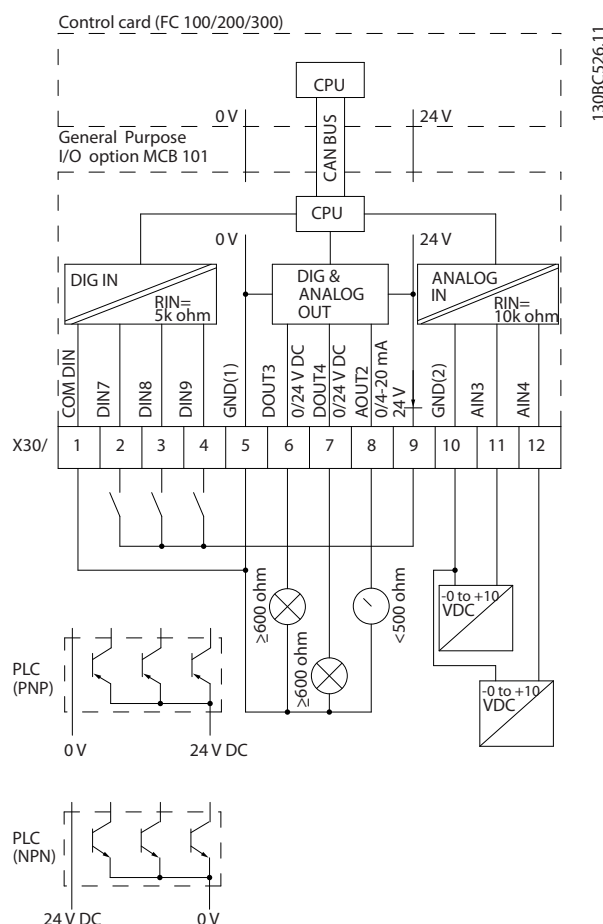


Рисунок 9.3 Принципиальная схема

9.2.2 Цифровые входы — клемма X30/1–4

Цифровой вход

Число цифровых входов	4 (6)
Номер клеммы	18, 19, 27, 29, 32, 33
Логика	PNP или NPN
Уровень напряжения	0–24 В пост. тока
Уровень напряжения, логический «0» PNP (GND = 0 В)	< 5 В пост. тока
Уровень напряжения, логическая «1» PNP (GND = 0 В)	> 10 В пост. тока
Уровень напряжения, логический «0» NPN (GND = 24 В)	< 14 В пост. тока
Уровень напряжения, логическая «1» NPN (GND = 24 В)	> 19 В пост. тока
Максимальное напряжение на входе	28 В, непрерывное
Диапазон частоты повторения импульсов	0–110 кГц
Рабочий цикл, мин. длительность импульса	4,5 мс
Входной импеданс	>2 кОм

9.2.3 Аналоговые входы — клемма X30/11, 12

Аналоговый вход

Количество аналоговых входов	2
Номер клеммы	53, 54, X30.11, X30.12
Режимы	Напряжение
Уровень напряжения	-10 В ... +10 В
Входной импеданс	>10 кОм
Максимальное напряжение	20 В
Разрешающая способность аналоговых входов	10 бит (+ знак)
Точность аналоговых входов	Погрешность не более 0,5 % от полной шкалы
Полоса частот	FC 302: 100 Гц

9.2.4 Цифровые выходы — Клемма X30/6, 7

Цифровой выход

Число цифровых выходов	2
Номер клеммы	X30,6, X30,7
Уровень напряжения на цифровом/частотном выходе	0–24 В
Макс. выходной ток	40 мА
Макс. нагрузка	≥ 600 Ом
Макс. емкостная нагрузка	< 10 нФ
Минимальная выходная частота	0 Гц
Максимальная выходная частота	≤ 32 кГц
Точность частотного выхода	Макс. погрешность: 0,1 % полной шкалы

9.2.5 Аналоговый выход — клемма X30/8

Аналоговый выход

Число аналоговых выходов	1
Номер клеммы	42
Диапазон тока аналогового выхода	0–20 мА
Макс. нагрузка на землю на аналоговом выходе	500 Ом
Точность на аналоговом выходе	Макс. погрешность: 0,5 % полной шкалы
Разрешающая способность на аналоговом выходе	12 бит

9.3 Дополнительный энкодер MCB 102

Модуль энкодера может быть использован в качестве источника обратной связи для регулирования магнитного потока по замкнутому контуру (параметр *1-02 Flux- источник ОС двигателя*), а также для регулирования скорости по замкнутому контуру (параметр *7-00 Ист.сигн.ОС ПИД-рег.скор.*). Сконфигурируйте дополнительный модуль энкодера в группе параметров *17-** Доп. устр. ОС*.

Дополнительный модуль энкодера MCB 102 используется:

- В замкнутом контуре обратной связи в режиме VVC^{plus}
- Для векторного регулирования скорости вращения с помощью магнитного потока
- Для векторного регулирования крутящего момента с помощью магнитного потока
- С двигателем с постоянными магнитами

Поддерживаемые типы энкодера:

- Инкрементный энкодер: тип ТТЛ, 5 В, RS422, макс. частота 410 кГц.
- Инкрементный энкодер: 1 В(пик) кодирование по синусу-косинусу.
- Энкодер Hiperface®: абсолютное кодирование и кодирование по синусу-косинусу (Stegmann/SICK).
- Энкодер EnDat: абсолютное и по синусу-косинусу (Heidenhain). Поддерживает версию 2.1.
- Энкодер SSI: Абсолютное

9

УВЕДОМЛЕНИЕ

Светодиоды видимы только при снятии LCP. Реакцию на ошибку энкодера можно выбрать в параметре *17-61 Контроль сигнала энкодера*: Нет, предупреждение и отключение.

Если дополнительный комплект энкодера заказывается отдельно, этот комплект содержит:

- Дополнительный модуль энкодера MCB 102
- Усиленное крепление панели LCP и усиленную клеммную крышку

Дополнительный энкодер не может работать совместно с преобразователями частоты FC 302, изготовленными до 50 недели 2004 г.

Самая ранняя версия программного обеспечения: 2.03 (*15-43 Версия ПО*)

Обозначение разъема X31	Инкрементный энкодер (см. Рисунок 9.4)	Синусно-косинусный энкодер Hiperface® (см. Рисунок 9.5)	Энкодер EnDat	Энкодер SSI	Описание
1	H3			24 В*	Выход 24 В (21–25 В, I _{макс.} 125 мА)
2	H3	8 В(сс)			Выход 8 В (7–12 В, I _{макс.} 200 мА)
3	5 В(CC)		5 В(сс)	5 В*	Выход 5 В (5 В ±5 %, I _{макс.} 200 мА)
4	ЗЕМЛЯ		ЗЕМЛЯ	ЗЕМЛЯ	ЗЕМЛЯ
5	Вход А	+COS	+COS		Вход А
6	Вход А, инверсный	REFCOS	REFCOS		Вход А, инверсный
7	Вход В	+SIN	+SIN		Вход В
8	Вход В, инверсный	REFSIN	REFSIN		Вход В, инверсный
9	Вход Z	«+» данных, RS-485	Вых. такт. част.	Вых. такт. част.	Вход Z ИЛИ «+» данных RS-485
10	Вход Z, инверсный	«-» данных, RS-485	Инв. выход такт. част.	Инв. выход такт. част.	Вход Z ИЛИ «-» данных RS-485
11	H3	H3	Вход данных	Вход данных	Для будущего использ.
12	H3	H3	Инв. вход данных	Инв. вход данных	Для будущего использ.
Не более 5 В на X31.5-12					

Таблица 9.2 Дополнительный энкодер MCB 102, описания клемм для поддерживаемые типов энкодеров

* Питание энкодера: см. технические данные энкодера

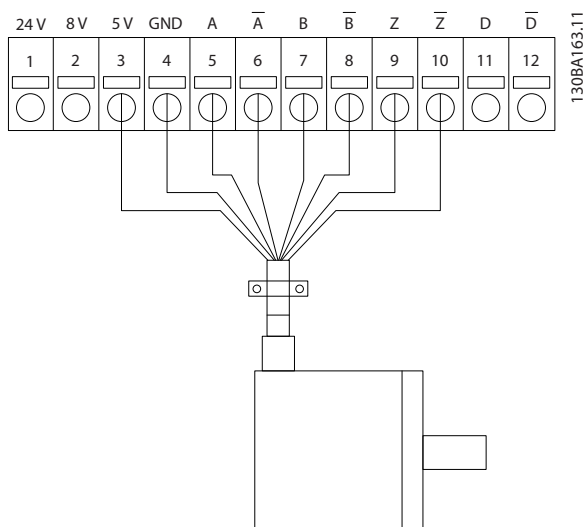


Рисунок 9.4 Инкрементальный энкодер

Макс. длина кабеля 150 м

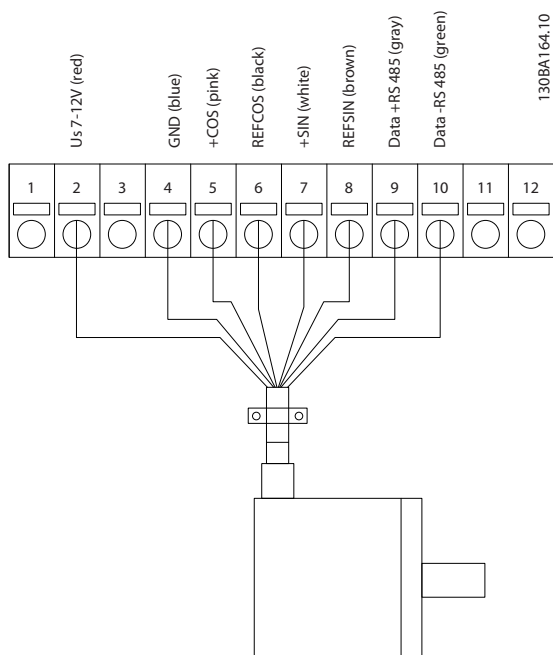


Рисунок 9.5 Синусно-косинусный энкодер HiPerface

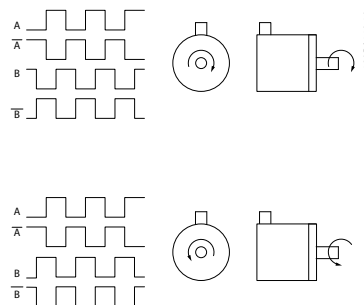


Рисунок 9.6 Направление вращения

9.4 Дополнительная плата резолвера MCB 103

Дополнительная плата резолвера MCB 103 используется для сопряжения сигнала обратной связи от резолвера двигателя с VLT® AutomationDrive. Резолверы используются в качестве устройств обратной связи для синхронных бесщеточных двигателей с постоянными магнитами.

При отдельном заказе дополнительной платы резолвера комплект поставки включает:

- Дополнительная плата резолвера MCB 103
- Усиленное крепление панели LCP и усиленную клеммную крышку

Выбор параметров: 17-5* Интерф. резолвера.

Дополнительная плата резолвера MCB 103 поддерживает роторные резолверы различных типов.

Число полюсов резолвера	17-50 Число полюсов: 2 *2
Входное напряжение резолвера	17-51 Входное напряжение: 2,0–8,0 В(эфф.) *7,0 В(эфф.)
Входная частота резолвера	17-52 Входная частота: 2–15 кГц *10,0 кГц
Коэффициент трансформации	17-53 Коэф.трансформации: 0,1–1,1 *0,5
Напряжение вторичной обмотки	Макс. 4 В (эфф.)
Нагрузка вторичной обмотки	Около 10 кОм

Таблица 9.3 Характеристики резолвера

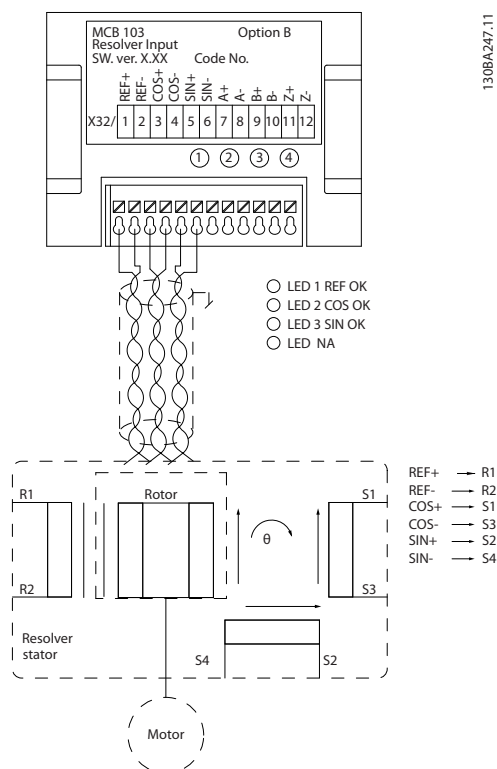


Рисунок 9.7 Дополнительная плата резолвера MCB 103 используется с двигателем с постоянными магнитами

УВЕДОМЛЕНИЕ

Дополнительная плата резолвера MCB 103 может использоваться только с типами резолверов, получающими сигналы от ротора. Использование резолверов, получающих сигналы от статора, невозможно.

Светодиодные индикаторы

Светодиоды активируются, если пар. 17-61 *Контроль сигнала энкодера* имеет значение *Предупреждение* или *Отключение*.

СД 1 включен, когда напряжение возбуждения, поступающее на резолвер, в норме.

СД 2 включен, когда сигнал косинуса, поступающий из резолвера, в норме.

СД 3 включен, когда сигнал синуса, поступающий из резолвера, в норме.

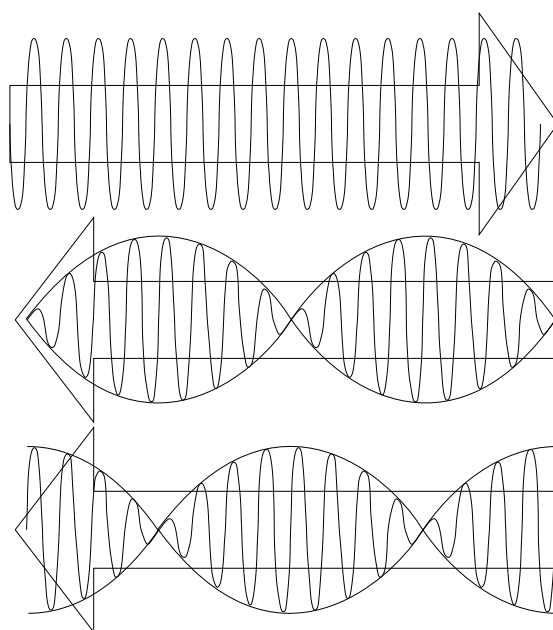


Рисунок 9.8 Двигатель с постоянными магнитами используется с резолвером, который выполняет функции датчика обратной связи по скорости.

Пример настройки

На Рисунок 9.7 двигатель с постоянными магнитами используется с резолвером, который выполняет функции датчика обратной связи по скорости. Двигатель с постоянными магнитами обычно должен работать в режиме управления магнитным потоком.

Монтажная схема

При использовании кабеля с витыми парами его длина не должна превышать 150 м.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Кабели для подключения двигателя и тормозного прерывателя должны быть экранированными. Кабели резолвера должны быть экранированы и изолированы от кабелей двигателя. Экран кабеля резолвера должен быть правильно подключен к развязывающей плате и к шасси (земле) на стороне двигателя.

1-00 Режим конфигурирования	[1] Скорость с ОС
1-01 Принцип управления двигателем	[3] Flux с ОС от двигат.
1-10 Конструкция двигателя	[1] Неявнополюсной с пост. магн.
1-24 Ток двигателя	Паспортная табличка
1-25 Номинальная скорость двигателя	Паспортная табличка
1-26 Длительный ном. момент двигателя	Паспортная табличка
ААД для двигателей с постоянными магнитами невозможна	
1-30 Сопротивление статора (Rs)	Технические данные двигателя
30-80 Индуктивность по оси d (Ld)	Технические данные двигателя (мГн)
1-39 Число полюсов двигателя	Технические данные двигателя
1-40 Против-ЭДС при 1000 об/мин	Технические данные двигателя
1-41 Смещение угла двигателя	Технические данные двигателя (обычно ноль)
17-50 Число полюсов	Технические данные резолвера
17-51 Входное напряжение	Технические данные резолвера
17-52 Входная частота	Технические данные резолвера
17-53 Коэф.трансформации	Технические данные резолвера
17-59 Интерф. резолвера	[1] Разрешено

Таблица 9.4 Настраиваемые параметры

9.5 Дополнительный модуль реле MCB 105

Модуль MCB 105 содержит 3 группы однополюсных контактов на два направления (SPDT) и должен вставляться в гнездо В для дополнительных устройств.

Электрические характеристики

Макс. нагрузка на клеммах (АС-1) ¹⁾ (резистивная нагрузка)	240 В перем. тока, 2 А
Макс. нагрузка на клеммах (АС-15) ¹⁾ (индуктивная нагрузка при cosφ 0,4)	240 В перем. тока, 0,2 А
Макс. нагрузка на клеммах (DC-1) ¹⁾ (резистивная нагрузка)	24 В пост. тока, 1 А
Макс. нагрузка на клеммах (DC-13) ¹⁾ (индуктивная нагрузка)	24 В пост. тока, 0,1 А
Мин. нагрузка на клеммах (пост. ток)	5 В пост. тока, 10 мА
Макс. частота коммутации при номинальной нагрузке/мин. нагрузке	6 мин ⁻¹ /20 ⁻¹

¹⁾ IEC 947, части 4 и 5

Дополнительный комплект реле, заказываемый отдельно, включает:

- Модуль реле MCB 105
- Усиленное крепление панели LCP и усиленную клеммную крышку
- Ярлык для крышки доступа к переключателям S201 (A53), S202 (A54) и S801
- Кабельные хомуты для крепления кабелей к модулю реле

Дополнительный модуль реле не может работать совместно с преобразователями частоты FC 302, изготовленными до 50 недели 2004 г.

Самая ранняя версия программного обеспечения: 2.03 (15-43 Версия ПО).

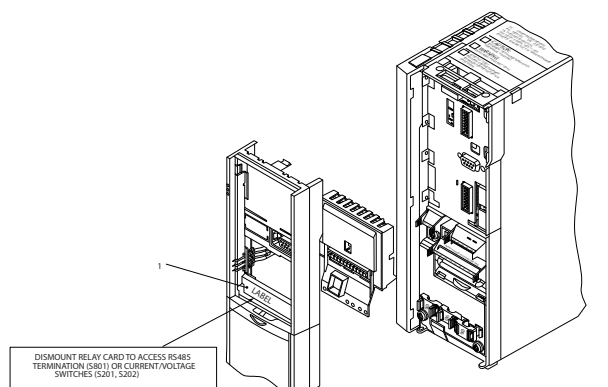


Рисунок 9.9 А2, А3 и В3

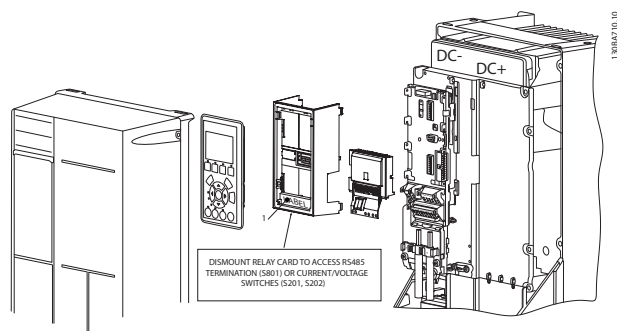


Рисунок 9.10 A5, B1–B4 и C1–C4

1) **ВАЖНО!** Для обеспечения соответствия требованиям UL, ярлык **ДОЛЖЕН** быть помещен на раму LCP, как показано на *Рисунок 9.10*.

⚠ ВНИМАНИЕ!

Предупреждение о двойном питании. Не объединяйте системы 24/ 48 В с высоковольтными системами.

Чтобы добавить дополнительный модуль MCB 105, выполните следующие действия.

- Необходимо отсоединить питание от преобразователя частоты. Время разрядки см. в инструкции дополнительного модуля.
- Необходимо отсоединить питание от разъемов токоведущих частей на клеммах реле. См. *Рисунок 9.11*
- Снимите с преобразователя частоты LCP, клеммную крышку и крепление LCP.
- Вставьте дополнительный модуль MCB 105 в гнездо В.
- Подключите кабели управления и прикрепите их прилагаемыми кабельными накладками.
- Позаботьтесь, чтобы обеспечить правильную длину зачищенных участков проводов. См. *Рисунок 9.12*
- Не соединяйте токоведущие части (высокое напряжение) с сигналами управления (PELV). См. *Рисунок 9.13*
- Установите усиленное крепление панели LCP и усиленную клеммную крышку.
- Установите на место панель LCP.
- Подключите питание к преобразователю частоты.
- Выберите функции реле в параметрах 5-40 *Реле функций* [6-8], 5-41 *Задержка включения, реле* [6-8] и 5-42 *Задержка выключения, реле* [6-8].

УВЕДОМЛЕНИЕ

Массив [6] – реле 7, массив [7] – реле 8 и массив [8] – реле 9

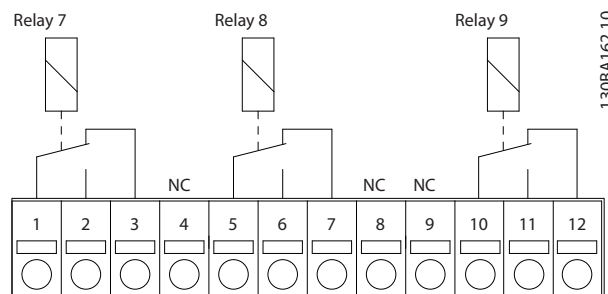


Рисунок 9.11 Отсоедините клеммы реле

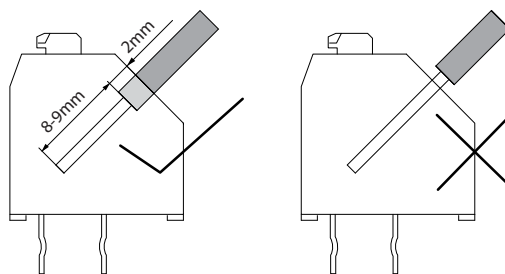


Рисунок 9.12 Правильная длина зачистки провода

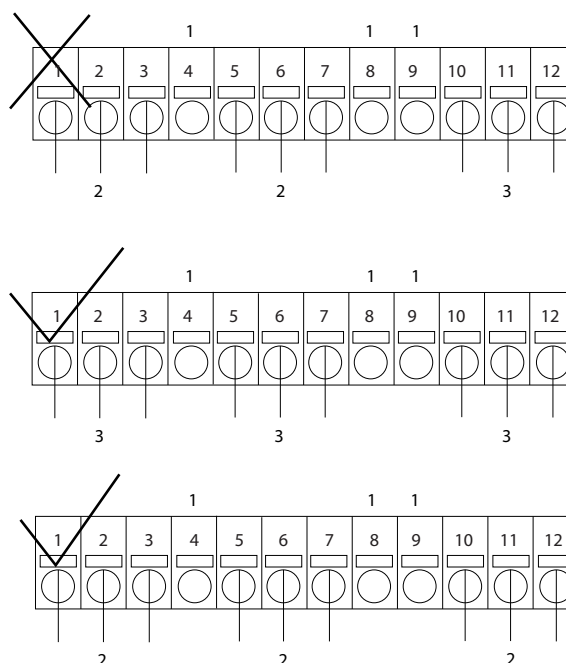


Рисунок 9.13 Правильный способ установки токоведущих кабелей и сигнальной проводки

9.6 Дополнительный резервный источник 24 В для MCB 107

Внешний источник питания 24 В пост. тока может использоваться в качестве низковольтного источника питания для платы управления и любых других установленных дополнительных плат, обеспечивая возможность работы LCP без подключения к сети.

Внешний источник питания 24 В пост. тока, технические характеристики

Диапазон напряжения на входе	24 В постоянного тока $\pm 15\%$ (макс. 37 В в течение 10 с)
Макс. входной ток	2,2 А
Средний входной ток FC 302	0,9 А
Макс. длина кабеля	75 м
Входная емкостная нагрузка	10 мкФ
Задержка при подаче питания	0,6 с
С защитой входов.	

Номера клемм:

Клемма 35: «-» внешнего источника питания 24 В пост. тока.

Клемма 36: «+» внешнего источника питания 24 В пост. тока.

Чтобы установить дополнительный источник питания 24 В MCB 107, выполните следующие действия.

1. Снимите LCP или закрывающий щиток.
2. Снимите клеммную крышку.
3. Снимите развязывающую панель для кабелей и пластмассовую крышку снизу.
4. Вставьте дополнительный резервный источник питания 24 В пост. тока в дополнительное гнездо.
5. Установите развязывающую панель для кабелей.
6. Установите клеммную крышку и панель местного управления или закрывающий щиток.

При питании цепи управления от дополнительного резервного источника MCB 107 напряжением 24 В внутренний источник 24 В автоматически отключается. Дополнительную информацию об установке см. в отдельных инструкциях, прилагаемых к дополнительному оборудованию.

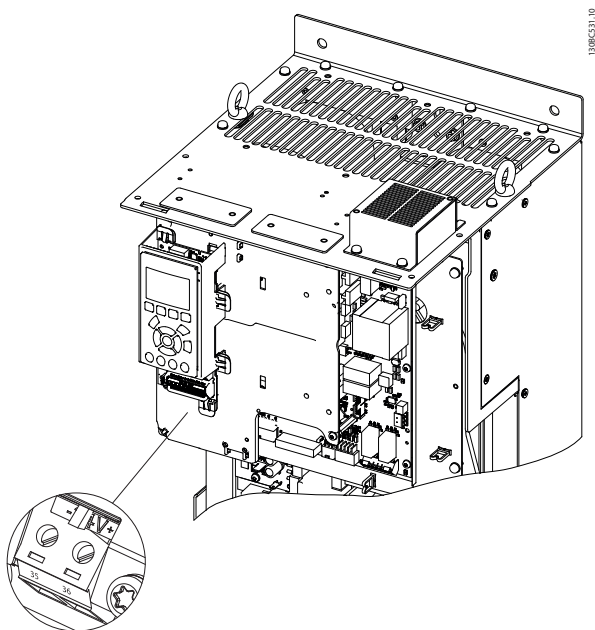


Рисунок 9.14 Разъем резервного источника питания 24 В

9.7 Плата термистора PTC MCB 112

Дополнительное устройство MCB 112 позволяет контролировать температуру электродвигателя через гальванически изолированный вход термистора PTC. Оно вставляется в гнездо В FC 302 и используется для функции безопасного отключения крутящего момента (STO).

Подробнее о монтаже и установке см. инструкции, прилагаемые к дополнительному оборудованию. Сведения о различных возможностях применения, см. в .

Клеммы X44/1 и X44/2 являются входами термистора. X44/ 12 активизирует безопасное отключение крутящего момента FC 302 (T-37) в случае, когда этого требуют значения термистора, а X44/ 10, с целью обеспечить соответствующую обработку аварийных сигналов, информирует FC 302 о том, что от MCB 112 поступил запрос на безопасное отключение крутящего момента. Один из цифровых входов FC 302 (или цифровой вход установленного дополнительного устройства) должен быть настроен для платы PTC Card 1 [80], чтобы получить возможность использования информации от X44/ 10. Параметр 5-19 Клемма 37, безопасный останов должен быть на использование требуемой функции безопасного останова крутящего момента. По умолчанию функцией при безопасном останове крутящего момента является аварийный сигнал.

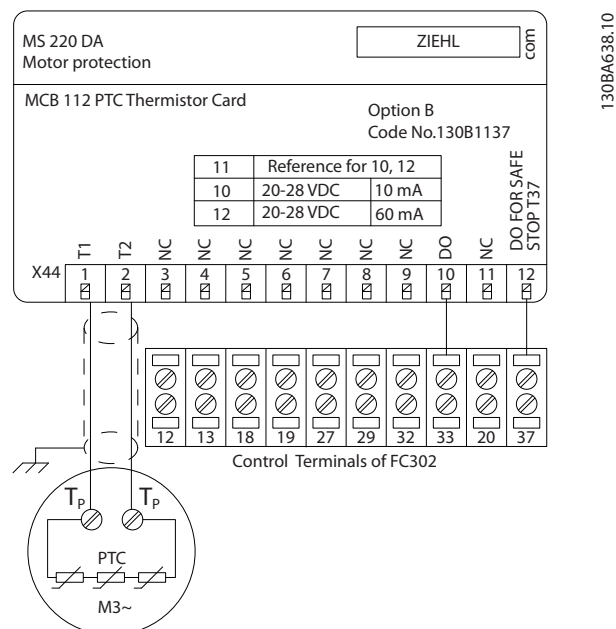


Рисунок 9.15 Монтаж MCB 112

Сертификация ATEX для FC 302

MCB 112 имеет сертификацию ATEX, из чего следует, что FC 302 в комбинации с MCB 112 может использоваться в потенциально взрывоопасных средах. Дополнительные сведения см. в документе *MCB 112 VLT® PTC Thermistor Card*.



Рисунок 9.16 Символ ATEX (ATmosphere EXplosive, взрывоопасная атмосфера)

Электрические характеристики

Подключение резистора

PTC резистор, соответствующий стандартам DIN 44081 и DIN 44082

задания	1–6 резисторов последовательно
Значение запираания	3,3 Ом... 3,65 Ом ... 3,85 Ом
Значение сброса	1,7 Ом ... 1,8 Ом ... 1,95 Ом
Допуск на включение	±6 °C
Суммарное сопротивление шлейфа датчика	< 1,65 Ом
Напряжение на клемме	≤ 2,5 В для R ≤ 3,65 Ом, ≤ 9 В для R=∞
Ток датчика	≤ 1 мА
Короткое замыкание	20 Ом ≤ R ≤ 40 Ом
Потребляемая мощность	60 мА

Условия тестирования

EN 60 947-8	
Напряжение при измерении сопротивления	6000 В
Категория по перенапряжению	III
Уровень загрязнения	2
Измерительное напряжение Vbis	690 В
Надежная гальваническая развязка до Vi	500 В
Допустимая температура окружающей среды	-20 °C ... +60 °C
	EN 60068-2-1, сухое тепло
Влажность	5 --- 95 %, без конденсации
ЭМС помехоустойчивость	EN61000-6-2
ЭМС излучение	EN61000-6-4
Устойчивость к вибрации	10 ... 1000 Гц, 1,14 г
Устойчивость к ударному воздействию	50 г

Значения системы защиты

EN 61508 для Tu=75 °C (постоянной)	
SIL	2 при интервале технического обслуживания 2 года 1 при интервале технического обслуживания 3 года
HFT	0
PFD (при ежегодной функциональной проверке)	4,10 *10 ⁻³
SFF	78%
λ _s +λ _{DD}	8494 FIT
λ _{DU}	934 FIT
Номер для заказа	130B1137

9.8 Плата расширения релейных выходов МСВ 113

Дополнительное устройство МСВ 113 добавляет к числу стандартных входов/выходов преобразователя частоты 7 цифровых входов, 2 аналоговых выхода и 4 реле SPDT, что обеспечивает повышенную гибкость и соответствует рекомендациям немецкого стандарта NAMUR NE37.

МСВ 113 является стандартным дополнительным устройством типоразмера С1 для Danfoss VLT® AutomationDrive и после установки определяется автоматически.

Подробнее о монтаже и установке этого дополнительного устройства см. *глава 9.1.3 Гнездо С*.

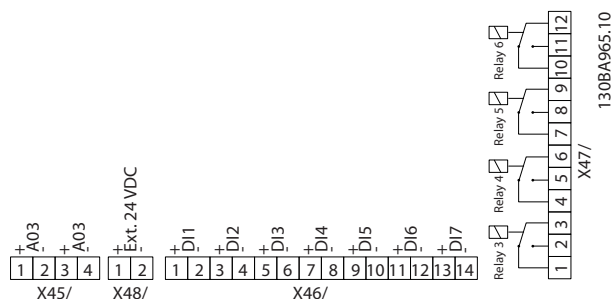


Рисунок 9.17 Электрические подключения МСВ 113

Для обеспечения гальванической развязки между VLT® AutomationDrive и платой дополнительного устройства МСВ 113 может подключаться к внешнему источнику питания 24 В через X58/. Если гальваническая развязка не требуется, плата дополнительного устройства может запитываться через внутренний разъем от преобразователя частоты.

УВЕДОМЛЕНИЕ

В реле допускается объединять сигналы 24 В и сигналы высокого напряжения, при условии, что между ними будет находиться одно неиспользуемое реле.

Для настройки МСВ 113 используйте группы параметров 5-1* Цифровые входы, 6-7* Аналоговый выход 3, 6-8* Аналоговый выход 4, 14-8* Доп-но, 5-4* Реле и 16-6* Входы и выходы.

УВЕДОМЛЕНИЕ

В группе параметров 5-4* Реле, массив [2] соответствует реле 3, массив [3] соответствует реле 4, массив [4] соответствует реле 5, а массив [5] соответствует реле 6.

Электрические характеристики

Реле

Количество	4 SPDT
Нагрузка при 250 В пер. тока/30 В пост. тока	8А
Нагрузка 250 В пер. тока/30 В пост. тока с cosφ = 0,4	3,5 А
Категория перенапряжения III (контакт — земля)	III
Категория перенапряжения (контакт — контакт)	II
Сочетание 250 В и сигналов 24 В	Возможно при наличии в промежутке одного неиспользуемого реле
Макс. задержка вследствие пропускной способности	10 мс
Изоляция от земли/шасси для использования в системах, питающихся от IT-сетей	

Цифровые входы

Количество	7
Диапазон	0/24 В
Режим	PNP/NPN
Входной импеданс	4 кВт
Низкий уровень срабатывания	6,4 В
Высокий уровень срабатывания	17 В
Макс. задержка вследствие пропускной способности	10 мс

Аналоговые выходы

Количество	2
Диапазон	0/4–20 мА
Разрешающая способность	11 бит
Линейность	< 0,2%

Аналоговые выходы

Количество	2
Диапазон	0/4–20 мА
Разрешающая способность	11 бит
Линейность	< 0,2%

ЭМС

IEC 61000-6-2 и IEC 61800-3 в отношении устойчивости к импульсам, броскам и электростатическим разрядам, а

ЭМС также кондуктивным помехам

9.9 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 и, возможно, к останову. Для рассеивания энергии, вырабатываемой при рекуперативном торможении, используются тормозные резисторы. Резистор выбирается по величине активного сопротивления, номиналу рассеиваемой мощности и размерам. Компания Danfoss предлагает широкий ассортимент различных резисторов, специально предназначенных для определенных типов приводов компании. О подборе размеров тормозных резисторов см. *глава 3.8.3 Выбор тормозного резистора*. Кодовые номера можно найти в *глава 5 Заказ*.

9.10 Комплект для монтажа панели местного управления LCP

LCP можно установить на передней стороне шкафа с помощью выносного монтажного комплекта. Момент затяжки крепежных винтов должен быть не более 1 Нм.

Корпус	IP66, передняя панель
Максимальная длина кабеля между LCP и блоком	3 м
Стандарт связи	RS-485

Таблица 9.5 Технические данные по установке LCP на корпус IP66

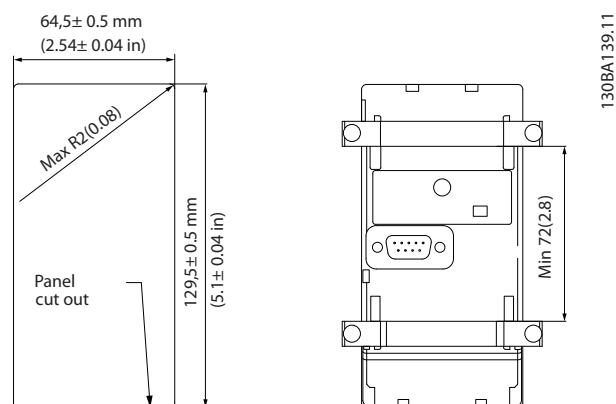


Рисунок 9.18 Размеры

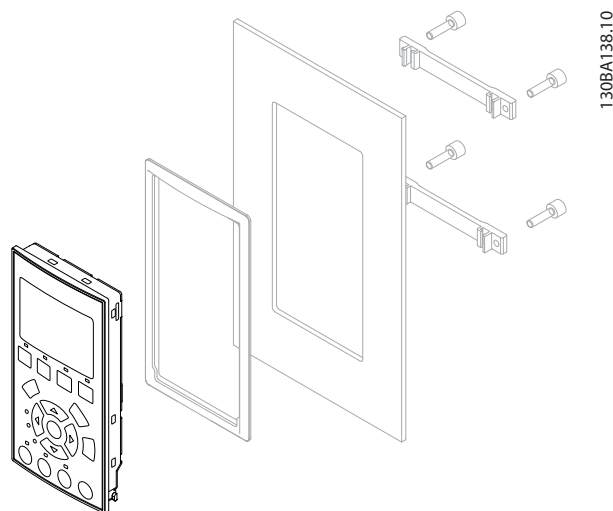


Рисунок 9.19 Номер для заказа 130B1113, Монтажный комплект с графической LCP, крепежом, кабелем 3 м и прокладкой

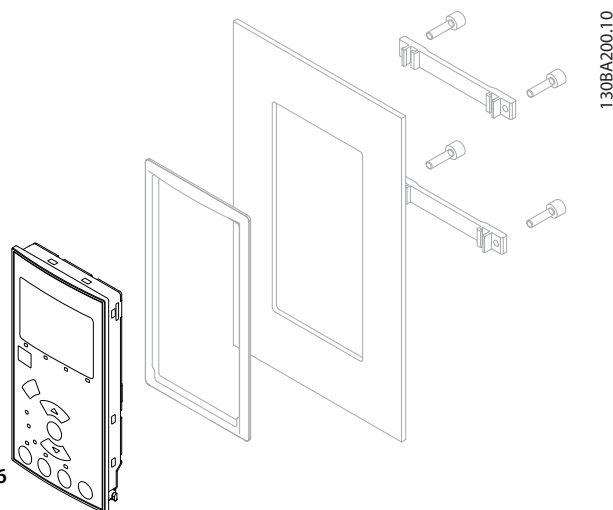


Рисунок 9.20 Номер для заказа 130B1114, Монтажный комплект с цифровой LCP, крепежом и прокладкой

Можно также заказать комплект LCP без LCP. Для блоков IP66 номер для заказа — 130B1117. Для заказа блоков с защитой IP55 используйте номер для заказа 130B1129.

9.11 синусоидные фильтры

Когда двигатель управляется преобразователем частоты, от двигателя слышен резонансный шум. Этот шум, обусловленный конструкцией двигателя, возникает при каждой коммутации инвертора в преобразователе частоты. Таким образом, частота резонансного шума соответствует частоте коммутации преобразователя частоты.

Для серии FC 300, Danfoss предоставляет синусоидный фильтр, ослабляющий акустический шум двигателя. Этот фильтр уменьшает время нарастания напряжения, пиковое напряжение на нагрузке U_{PEAK} и ток пульсаций ΔI , поступающий в двигатель. Благодаря этому ток и напряжение становятся практически синусоидальными, и акустический шум уменьшается.

Ток пульсаций в катушках синусоидного фильтра также вызывает некоторый шум. Эту проблему можно устранить, встраивая фильтр в шкаф, или аналогичный корпус.

9.12 Опции для высокой мощности

Номера для заказа для дополнительных устройств высокой мощности можно найти в *глава 5 Заказ*.

9.12.1 Дополнительные устройства для типоразмера F

9.12.1.1 Клеммы цепи разделения нагрузки

Клеммы цепи разделения нагрузки позволяют соединить цепи постоянного тока нескольких преобразователей частоты. Клеммы разделения нагрузки доступны в преобразователях частоты IP20; они расположены на верхней части устройства. Чтобы корпус соответствовал стандарту IP20, должна устанавливаться клеммная крышка, поставляемая с преобразователем частоты. На *Рисунок 9.21* показаны клеммы с крышками и без них.

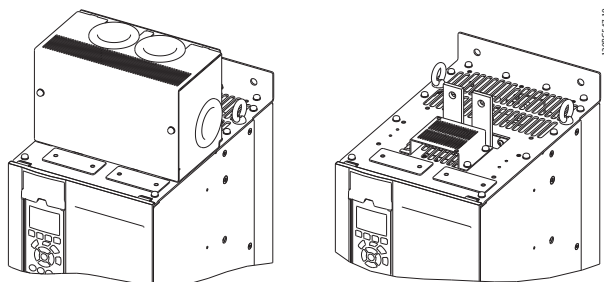


Рисунок 9.21 Клемма цепи разделения нагрузки или рекуперации с крышкой (слева) или без крышки (справа)

9.12.1.2 Клеммы рекуперации

Для применений с рекуперативной нагрузкой поставляются клеммы рекуперации. Блок рекуперации, поставляемый сторонним поставщиком, подключается к клеммам рекуперации, чтобы мощность можно было рекуперировать обратно в сеть в целях энергосбережения. Клеммы рекуперации имеются в преобразователях частоты IP20; они расположены на верхней крышке преобразователя частоты. Чтобы корпус соответствовал стандарту IP20, должна устанавливаться клеммная крышка, поставляемая с преобразователем частоты. На *Рисунок 9.21* показаны клеммы с крышками и без них.

9.12.1.3 Противоконденсатный нагреватель

Противоконденсатный нагреватель может устанавливаться внутри преобразователя частоты для предотвращения конденсации влаги внутри корпуса при выключенном устройстве. Нагреватель питается от предоставляемого заказчиком источника 230 В переменного тока. Рекомендуется включать нагреватель только тогда, когда блок не работает.

Для защиты нагревателя рекомендуется использовать предохранитель с задержкой на срабатывание (2,5 А), например Bussmann LPJ-21/2SP.

9.12.1.4 Тормозной прерыватель

Тормозной прерыватель может поставляться для применений, которые имеют рекуперативную нагрузку. Тормозной прерыватель подключается к тормозному резистору, который поглощает энергию торможения, предотвращая отказ шины постоянного тока из-за повышенного напряжения. Тормозной прерыватель автоматически включается, когда напряжение на шине постоянного тока превышает указанный уровень, зависящий от номинального напряжения преобразователя частоты.

9.12.1.5 Сетевой экран

В качестве сетевого экрана используется крышка Lexan, установленная внутри корпуса для обеспечения защиты в соответствии с требованиями по предотвращению несчастных случаев VBG-4.

9.12.1.6 Печатные платы в защищенном исполнении

Платы в защищенном исполнении доступны для морских и других применений, предполагающих вибрацию с интенсивностью выше средней.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Платы в защищенном исполнении необходимы для обеспечения соответствия морским требованиям.

9.12.1.7 Панель доступа для радиатора

Для упрощения очистки радиатора предлагается поставляемая по заказу панель доступа к радиатору. Для систем, предполагающих контакт с воздушными загрязнителями (например, в текстильной промышленности), характерно отложение посторонних веществ.

9.12.1.8 Разъединитель сети

Если требуется обеспечить локальный способ отсоединения преобразователя частоты от сети питания, можно заказать разъединитель сети. Расположение разъединителя меняется в зависимости от размера шкафа дополнительных устройств и наличия других дополнительных устройств.

9.12.1.9 Контакттор

Если требуется обеспечить локальный способ отсоединения преобразователя частоты от сети питания, можно заказать контактор. Для питания контактора используется предоставляемый заказчиком источник питания 230 В перем. тока 50/60 Гц.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Если необходима аттестация UL и преобразователь частоты поставляется с контактором, заказчик должен предоставить внешние предохранители, чтобы обеспечить степень защиты UL и номинальный ток короткого замыкания 100 000 А. Рекомендованные предохранители см. в *глава 7.2 Предохранители и автоматические выключатели*.

9.12.1.10 Автоматический выключатель

Когда требуется защита от перегрузки по току, можно заказать автоматический выключатель.

9.12.2 Дополнительные устройства для типоразмера F

Нагревательные приборы и термостат

Нагревательные приборы устанавливаемые на внутренней стороне шкафа преобразователей частоты типоразмера F, регулируются автоматическими термостатами для поддержания требуемой влажности внутри корпуса, что продлевает срок службы компонентов во влажных условиях. По умолчанию термостат включает нагреватели при температуре 10 °C и выключает их при температуре 15,6 °C.

Освещение шкафа с розеткой питания

Осветительное устройство, установленное внутри шкафа преобразователей частоты типоразмера F, повышает освещенность при обслуживании и ремонте. В корпусе имеется также розетка питания для временного подключения электроинструмента и иных устройств. Розетка рассчитана на два напряжения:

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

Настройка отводов трансформатора

Для отводов трансформатора T1 должны быть установлены необходимые входные напряжения, если установлены любые из следующих дополнительных устройств:

- Нагревательные приборы и термостат
- Освещение шкафа с розеткой питания

Вначале преобразователь частоты с напряжением 380–480/500 В настраивается на напряжение отвода 525 В, а преобразователь частоты с напряжением 525–690 В настраивается на напряжение отвода 690 В, что необходимо для предотвращения перенапряжения для вторичного оборудования, если изменения в отвод не вносятся до подачи питания. В *Таблица 9.6* показана правильная регулировка отвода на клемме TB3, расположенной в шкафу выпрямителя. Расположение в преобразователе частоты см. в *глава 7.1.2 Подключение электропитания*.

Диапазон напряжения на входе [В]	Выбираемый отвод [В]
380-440	400
441-490	460
491-550	525
551-625	575
626-660	660
661-690	690

Таблица 9.6 Отводы трансформатора

Клеммы NAMUR

NAMUR — это международная ассоциация пользователей технологий автоматизации в обрабатывающей промышленности, главным образом в химической и фармацевтической отраслях в Германии. Выбор этого варианта позволяет подобрать и промаркировать клеммы для входов и выходов привода в соответствии с техническими условиями стандарта NAMUR, что требует наличия платы термистора PTC MCB 112 и платы расширения релейных выходов MCB 113.

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). Существуют предаварийная уставка (50 % от уставки основной аварийной сигнализации) и уставка основной аварийной сигнализации. Каждая уставка связана с аварийным реле SPDT для внешнего использования. Для RCD требуется внешний трансформатор тока с проемом для первичной цепи (поставляется и монтируется заказчиком). Особенности:

- Встраивается в цепь безопасного отключения крутящего момента преобразователя частоты
- Устройство IEC 60755 Тип В контролирует токи утечки на землю переменного тока, импульсного постоянного тока и чистого постоянного тока
- Шкальный светодиодный индикатор уровня тока утечки на землю от 10 до 100 % от уставки
- Память отказов
- Кнопка [Test/Reset] (Проверка/Сброс)

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. Каждая уставка связана с аварийным реле SPDT для внешнего использования.

УВЕДОМЛЕНИЕ

К каждой незаземленной (IT) системе можно подключить только одно устройство контроля сопротивления изоляции.

Особенности:

- Встраивается в цепь безопасного отключения крутящего момента преобразователя частоты
- ЖК-дисплей омического значения сопротивления изоляции
- Память отказов
- Кнопки [Info] (Информация), [Test] (Проверка) и [Reset] (Сброс)

Аварийная остановка IEC с реле безопасности Pilz

Содержит 4-проводную резервную кнопку аварийного останова, которая находится в передней части корпуса. Реле Pilz контролирует ее вместе с цепью безопасного отключения крутящего момента и контактором сети питания, находящимся в шкафу дополнительных устройств.

безопасный останов с реле Pilz

Обеспечивает работу функции аварийного останова без наличия контактора в преобразователях частоты типоразмера F.

Ручные пускатели двигателей

Подают 3-фазное питание на электроклапаны, которые часто нужны для более мощных двигателей. Питание для пускателей подается со стороны нагрузки любого поставляемого контактора, автоматического выключателя или разъединителя. Перед пускателем каждого двигателя имеется предохранитель; питание отсутствует, если питание, подаваемое на преобразователь частоты, отключено. Если заказывается контур, защищенный предохранителями на 30 А, допускается использовать только один пускатель, в противном случае можно выбрать 2 пускателя. Пускатель интегрируется в цепь безопасного отключения крутящего момента.

Конструктивными элементами блока являются:

- Включатель (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 предусмотрены, если выбран вариант с двумя ручными пускателями двигателей
- Клеммы отключены, если питание, подаваемое на преобразователь частоты, отключено
- Питание на клеммы, защищенные предохранителями, подается со стороны нагрузки любого поставляемого контактора, автоматического выключателя или разъединителя.

Источник питания 24 В пост. тока

- 5 А, 120 Вт, 24 пост. тока
- Защищен от выходных сверхтоков, перегрузки, короткого замыкания и перегрева
- Для подачи питания на вспомогательные устройства заказчика (например, датчики, входы/выходы контроллеров, 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

Контролирует температуру компонентов внешних систем, например, обмоток двигателя и/или подшипников. Содержит пять универсальных входных модулей. Эти модули встраиваются в цепь безопасного отключения крутящего момента и контролироваться по сети периферийной шины. Для этого необходимо приобрести дополнительное устройство безопасного отключения крутящего момента и отдельные соединители модулей/шины.

Универсальные входы (5)

Типы сигнала:

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

Дополнительные возможности:

- Один универсальный выход, настраиваемый на аналоговое напряжение или аналоговый ток
- Два выходных реле (норм. разомкн.)
- ЖК-дисплей на две строки и светодиодная индикация диагностики
- Датчик обнаружения разрыва фаз, короткого замыкания и неверной полярности
- ПО настройки интерфейса

10 Монтаж и настройка RS-485

10.1 Краткое описание

RS-485 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.

Замкните каждый сегмент на обоих концах, используя либо конечный переключатель (S801) преобразователей частоты, либо оконечную резисторную схему со смещением. Всегда используйте экранированную витую пару (STP) и следуйте общепринятым способам монтажа. Важно обеспечить низкий импеданс при заземлении экрана в каждом узле, в том числе на высоких частотах. Для этого присоедините экран к земле по большой поверхности, например с помощью кабельного зажима или проводящего кабельного уплотнения. Для создания одинакового потенциала заземления (зануления) по всей сети может потребоваться применение кабелей выравнивания потенциалов. Особенно это касается случаев применения длинных кабелей.

Для предотвращения несогласования импедансов всегда используйте во всей сети кабели одного типа. Подключайте двигатель к преобразователю частоты экранированным кабелем.

Кабель	Экранированная витая пара (STP)
Импеданс	120 Ом
Длина кабеля	Не более 1200 м (включая ответвительные линии)
Не более 500 м между станциями	

Таблица 10.1 Кабель электродвигателя

10.2 Подключение сети

При помощи стандартного интерфейса RS-485 к одному контроллеру (или главному устройству) могут быть подключены один или несколько преобразователей частоты. Клемма 68 соединяется с сигнальным проводом P (TX+, RX+), а клемма 69 — с сигнальным проводом N (TX-, RX-). См. рисунки в *глава 7.7.2 Заземление*.

Если к главному устройству подключается более одного преобразователя частоты, используется параллельное соединение.

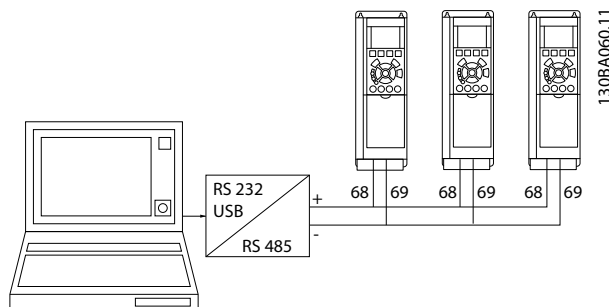


Рисунок 10.1 Параллельные подключения

Чтобы избежать появления в экране токов выравнивания потенциалов, заземлите экран кабеля с помощью клеммы 61, которая соединена с корпусом через цепочку RC.

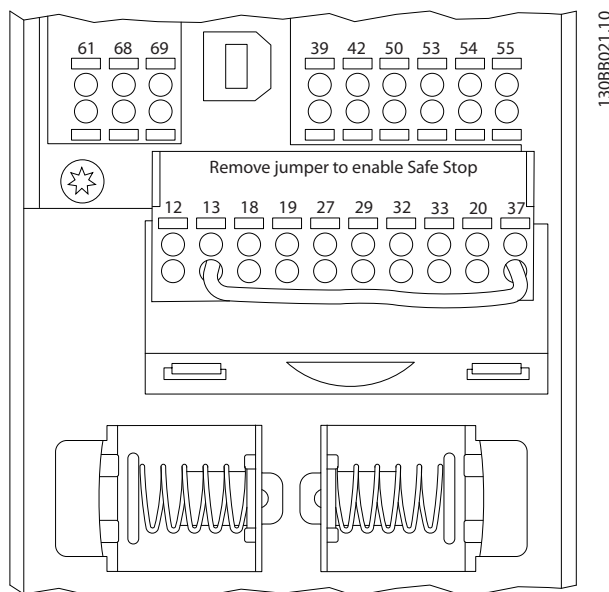


Рисунок 10.2 Клеммы платы управления

10.3 Оконечная нагрузка шины

На обоих концах шина RS-485 должна не заканчиваться резисторами. Для этого установите переключатель S801 на плате управления в положение «ON» (Вкл.). Подробнее см. *глава 7.5.4 Переключатели S201 (A53), S202 (A54) и S801*.

Должен быть выбран протокол связи 8-30 Протокол.

10.4 Установка и настройка RS-485

10.4.1 Обеспечение ЭМС

Рекомендуются следующие меры по обеспечению ЭМС, позволяющие устранить помехи в сети RS-485.

Необходимо соблюдать надлежащие государственные и местные нормы и правила, касающиеся, например, подключения защитного заземления. Кабель связи RS-485 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. В местах, где пересечение кабелей неизбежно, кабель RS-485 должен пересекаться с кабелями двигателя и тормозного резистора под углом 90°.

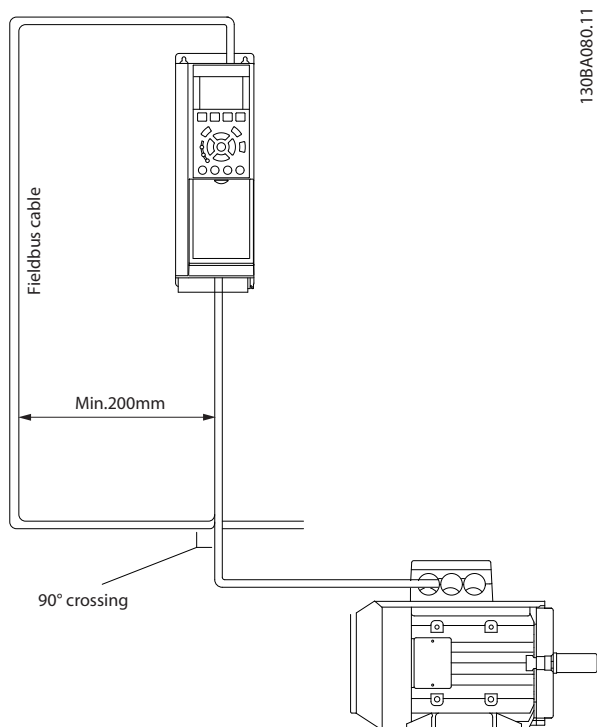


Рисунок 10.3 Обеспечение ЭМС

10.5 Краткое описание протокола FC

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

Физическим уровнем является RS-485, т. е. используется порт RS-485, встроенный в преобразователь частоты. Протокол FC поддерживает разные форматы телеграмм:

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

10.6 Конфигурация сети

10.6.1 Настройка преобразователя частоты

Чтобы включить протокол FC для преобразователя частоты, настройте следующие параметры.

Номер параметра	Настройка
8-30 Протокол	FC
8-31 Адрес	1–126
8-32 Скорость передачи порта ПЧ	2400–115200
8-33 Биты контроля четности / стоповые биты	Контроль по четности, 1 стоповый бит (по умолчанию)

Таблица 10.2 Параметры протокола FC

10.7 Структура кадра сообщения по протоколу FC

10.7.1 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.

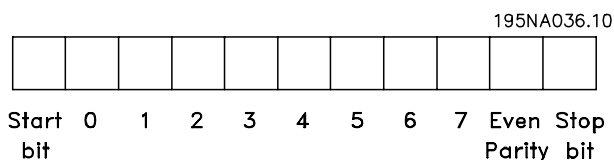


Рисунок 10.4 Символ (байт)

10.7.2 Структура телеграммы

Каждая телеграмма имеет свою структуру:

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

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

Телеграмма завершается управляющим байтом (BCC).



Рисунок 10.5 Структура телеграммы

10.7.3 Длина телеграммы (LGE)

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

- Длинателеграмм, 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 $10^{11} + n$ байт

¹⁾ Здесь 10 соответствует фиксированным символам, а «n» является переменной величиной (зависящей от длины текста).

10.7.4 Адрес преобразователя частоты (ADR)

Используются два разных формата адреса.

В качестве диапазона адресов преобразователя частоты используются адреса 1–31 или 1–126.

1. Формат адреса 1–31:

Бит 7 = 0 (действует 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

Биты 0–4 = адрес преобразователя частоты 1–31

2. Формат адреса 1–126:

Бит 7 = 1 (действует формат адреса 1–126)

Биты 0–6 = адрес преобразователя частоты 1–126

Биты 0–6 = 0 циркулярная рассылка

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

10.7.5 Управляющий байт (BCC)

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

10.7.6 Поле данных

Состав блоков данных зависит от типа телеграммы. Телеграммы, как управляющие (главное⇒подчиненное), так и ответные (подчиненное⇒главное) бывают трех типов.

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)

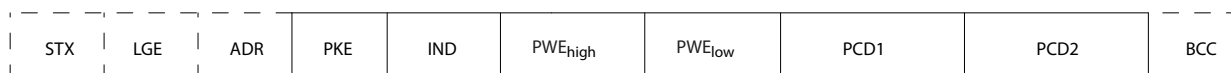


130BA269.10

Рисунок 10.6 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.

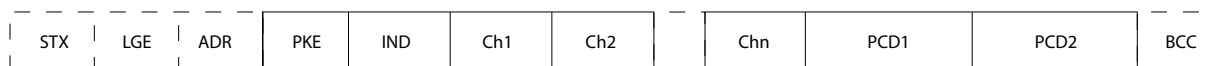


130BA271.10

Рисунок 10.7 Блок параметров

Текстовый блок

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



130BA270.10

Рисунок 10.8 Текстовый блок

10.7.7 Поле PKE

Поле PKE содержит два подполя:

- поле команды параметров и ответа (AK)
- поле номера параметра (PNU)

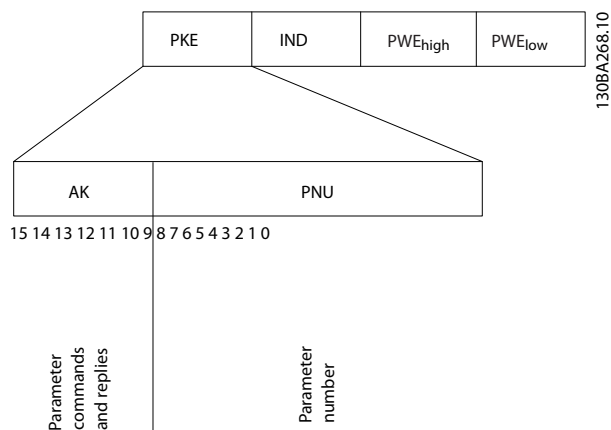


Рисунок 10.9 Поле PKE

В битах 12–15 пересылаются команды параметров от главного устройства к подчиненному и возвращаются обработанные ответы подчиненного устройства 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 10.3 Команды параметров, главное устройство⇒подчиненное устройство

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	Передан текст

Таблица 10.4 Ответ, подчиненное устройство⇒главное устройство

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 параметра
3	Используемый подиндекс не существует
4	Параметр не является массивом
5	Тип данных не согласуется с указанным параметром
11	В текущем режиме работы 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 выбрана заводская настройка

Таблица 10.5 Сообщение о неисправности

10.7.8 Номер параметра (PNU)

В битах 0–11 пересылаются номера параметров. Функция соответствующего параметра определена в описании параметров в *Руководстве по программированию*.

10.7.9 Индекс (IND)

Индекс используется совместно с номером параметра для доступа к чтению/записи параметров, которые имеют индекс, например *15-30 Alarm Log: Error Code*. Индекс состоит из 2 байтов — младшего и старшего.

В качестве индекса используется только младший байт.

10.7.10 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 отправьте его от главного устройства в подчиненное.

Если подчиненное устройство реагирует на запрос параметра (команда чтения), текущее значение параметра в блоке PWE передается и возвращается главному устройству. Если параметр содержит не численное значение, а несколько вариантов выбора данных, например *0-01 Language [0] Английский* или *[4] Испанский*, то значение данных выбирается путем ввода величины в блок PWE. Последовательная связь позволяет только считывать параметры, содержащие данные типа 9 (текстовая строка).

15-40 FC Type-15-53 Power Card Serial Number содержат данные типа 9. Например, размера блока и диапазон напряжения сети можно посмотреть в *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 (АК) следует задать 16-ричное значение «F». Старший бит символа индекса должен быть равен «4».

Некоторые параметры содержат текст, который можно записывать по шине последовательной связи. Чтобы записать текст с помощью блока PWE, для команды параметра (АК) следует задать 16-ричное значение «F». Старший бит символа индекса должен быть равен «5».

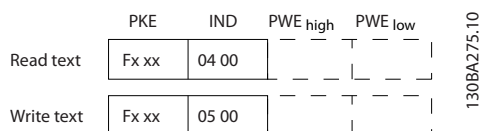


Рисунок 10.10 PWE

10.7.11 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
33	Зарезервировано
35	Последовательность битов

Таблица 10.6 Поддерживаемые типы данных

10.7.12 Преобразование

Различные атрибуты каждого параметра указаны в разделе «Заводские настройки». Значения параметров передаются только как целые числа. Поэтому для передачи дробной части числа используются коэффициенты преобразования.

Коэффициент преобразования *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 c⇒индекс преобразования -2
- 0 ms⇒индекс преобразования -3
- 0,00 ms⇒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 10.7 Таблица преобразования

10.7.13 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
Управляющая телеграмма (главное устройство⇒подчиненное устройство Командное слово)	Значение задания
Управляющая телеграмма (подчиненное устройство⇒главное устройство) Слово состояния	Текущая выходная частота

Таблица 10.8 Последовательность PCD

10.8 Примеры

10.8.1 Запись значения параметра

Измените значение 4-14 *Motor Speed High Limit [Hz]*, чтобы оно составило 100 Гц. Запишите данные в ЭСППЗУ.

PKE=E19E 16-ричн. — Запись одного слова в 4-14 *Motor Speed High Limit [Hz]*

IND = 0000 16-ричн.

PWE_{выс.}=0000 16-ричн.

PWE_{низк.} = 03E8 16-ричн. — Значение данных 1000, соответствующее частоте 100 Гц, см.глава 10.7.12 Преобразование.

E19E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE _{high}		PWE _{low}	

Рисунок 10.11 Телеграмма

УВЕДОМЛЕНИЕ

4-14 *Motor Speed High Limit [Hz]* представляет собой одно слово, а командой параметра для записи в ЭСППЗУ является «Е». Номером параметра 4-14 в 16-ричном формате является 19E.

119E	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE _{high}		PWE _{low}	

Рисунок 10.12 Ответ главного устройства подчиненному устройству

10.8.2 Считывание значения параметра

Прочтите значение в 3-41 *Ramp 1 Ramp Up Time*

PKE=1,155 16-ричн. — чтение значения параметра в 3-41 *Ramp 1 Ramp Up Time*

IND = 0000 16-ричн.

PWE_{выс.}=0000 16-ричн.

PWE_{низк.}=0000 16-ричн.

1155	H	0000	H	0000	H	0000	H
PKE		IND		PWE _{high}		PWE _{low}	

Рисунок 10.13 Значение параметра

Если значение в 3-41 *Ramp 1 Ramp Up Time* равно 10 секундам, ответ подчиненного устройства главному имеет вид:

1155	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE _{high}		PWE _{low}	

Рисунок 10.14 Ответ подчиненного устройства to главному

3E8 16-ричн. соответствует десятичному числу 1000.

Индекс преобразования для 3-41 *Ramp 1 Ramp Up Time* равен -2.

3-41 *Ramp 1 Ramp Up Time* относится к типу Без знака 32.

10.9 Общие сведения о Modbus RTU

10.9.1 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.

10.9.2 Необходимые сведения

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

10.9.3 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» 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.

10.9.4 Преобразователь частоты с Modbus RTU

Преобразователь частоты осуществляет передачу в формате Modbus RTU через встроенный интерфейс RS-485. 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 посредством торможения 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.

10.10 Конфигурация сети

10.10.1 Преобразователь частоты с Modbus RTU

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

Задание	Настройка
8-30 Protocol	Modbus RTU
8-31 Address	1–247
8-32 Baud Rate	2400–115200
8-33 Parity / Stop Bits	Контроль по четности, 1 стоповый бит (по умолчанию)

10.11 Структура кадра сообщения Modbus RTU

10.11.1 Преобразователь частоты с Modbus RTU

Контроллеры настраиваются на передачу по сети Modbus с использованием режима RTU (дистанционный терминал), в котором каждый байт в сообщении содержит два 4-разрядных шестнадцатеричных символа. Формат для каждого байта показан в Таблица 10.9.

Стартовый бит	Байт данных	Стоп/четность	Останов
	□ □ □ □ □ □ □ □		

Таблица 10.9 Примерный формат

Система кодирования	8-разрядный двоичный формат, шестнадцатеричные 0–9, A–F. Два шестнадцатеричных символа, содержащиеся в каждом 8-разрядном поле сообщения
Биты на байт	1 стартовый бит 8 битов данных, сначала посылается младший значащий бит 1 бит для контроля по четности/нечетности; без бита четности 1 стоповый бит, если контроль по четности используется; 2 стоповых бита, если не используется
Поле контроля ошибок	Циклический контроль избыточности (CRC)

Таблица 10.10 Сведения о битах

10.11.2 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. Выявляются частичные сообщения и определяются как ошибочные. Передаваемые символы в каждом поле должны быть шестнадцатеричного формата от 00 до FF. Преобразователь частоты непрерывно контролирует сетевую шину, в том числе и во время интервалов «молчания». Когда получено первое поле (поле адреса), каждый преобразователь частоты или устройство декодирует его, чтобы определить, кому адресовано сообщение. Сообщения Modbus RTU с нулевым адресом являются циркулярными. В случае циркулярных сообщений ответ не разрешается. Типичный кадр сообщения показан в Таблица 10.11.

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 10.11 Типичная структура сообщения Modbus RTU

10.11.3 Поля начала/останова

Сообщения начинаются периодом молчания длительностью не менее 3,5 интервала передачи символа, реализованных как несколько интервалов передачи символа при выбранной скорости передачи данных в сети (показывается как Начало T1–T2–T3–T4). Первым передаваемым полем является адрес устройства. После последнего переданного символа предусматривается подобный период длительностью 3,5 знаковых интервала, указывающий конец сообщения. После этого периода может начаться новое сообщение. Весь кадр сообщения должен передаваться в виде непрерывного потока. Если перед окончанием кадра появляется период молчания длительностью более 1,5 знаковых интервалов, принимающее устройство игнорирует неполное сообщение и считает, что следующий байт будет адресным полем следующего сообщения. Аналогичным образом, если новое сообщение начинается в пределах 3,5 знаковых интервалов после предыдущего сообщения, принимающее устройство будет считать его продолжением предыдущего сообщения, в результате чего возникнет тайм-аут (отсутствие ответа от подчиненного устройства), поскольку значение в конечном поле CRC недействительно для комбинированных сообщений.

10.11.4 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 адресуется к подчиненному путем указания его адреса в адресном 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.

10.11.5 Поле функции

Поле функции кадра сообщения содержит 8 бит. Допустимые индексы 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 (так называемый «исключительный ответ»). При нормальном ответе подчиненное устройство просто повторяет первоначальный код функции. При исключительном ответе 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 10.11.10 Коды функций, поддерживаемые Modbus RTU*.

10.11.6 Поле данных

Поле данных формируется с помощью групп из двух шестнадцатеричных цифр в диапазоне от 00 до FF. Эти последовательности представляют один символ 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.

10.11.7 Поле контроля CRC

Сообщения содержат поле обнаружения ошибок с действием по методу циклического контроля избыточности (CRC). Поле CRC проверяет содержимое всего сообщения. Это происходит независимо от того, какой метод проверки четности используется для 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 текущим значением, принимаемым в поле CRC. Если эти два значения не равны, результатом будет тайм-аут шины. Поле обнаружения ошибок содержит двоичное число из 16 бит, образующих два 8-битовых байта. После проверки на ошибки сначала добавляется младший байт, а затем старший. Старший байт CRC — последний байт, посылаемый в сообщении.

10.11.8 Адресация катушек и регистров

В сети Modbus все данные организуются в катушках и регистрах временного хранения. Катушки хранят 1 бит, а регистры временного хранения хранят 2-байтовое слово (16 бит). Все адреса данных в сообщениях Modbus рассматриваются как нулевые. 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 007E 16-ричн. (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. подразумевается «4XXXX». К регистру временного хранения 40108 адресуются как к регистру 006B 16-ричн. (десятичный номер 107).

Номер катушки	Описание	Направление сигнала
1–16	Командное слово преобразователя частоты (см. Таблица 10.13)	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 10.13)	От подчиненного устройства к главному
49–64	Режим без обратной связи: Выходная частота преобразователя частоты Режим с обратной связью: 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 10.12 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	Фикс. част.
10	Изменение скор. 1	Изменение скор. 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 10.13 Командное слово преобразователя частоты (профиль FC)

Катушка	0	1
33	Управление не готово	Готовность к управлению
34	Преобразователь частоты не готов	Преобразователь частоты готов
35	Останов выбегом	Защита замкнута
36	Нет авар. сигналов	Аварийный сигнал
37	Не используется	Не используется
38	Не используется	Не используется
39	Не используется	Не используется
40	Нет предупреждения	Предупреждение
41	Не на задании	На задании
42	Ручной режим	Авт.режим
43	Вне част. диапазона	В част. диапазоне
44	Остановлен	Работа
45	Не используется	Не используется
46	Нет предупр. о напряжении	Предупр. о напряжении
47	Не на пределе по току	Предел по току
48	Нет предупр. о перегреве	Предупр. о перегреве

Таблица 10.14 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*
00010-00990	Группа параметров 000 (параметры от 001 до 099)
01000-01990	Группа параметров 100 (параметры от 100 до 199)
02000-02990	Группа параметров 200 (параметры от 200 до 299)
03000-03990	Группа параметров 300 (параметры от 300 до 399)
04000-04990	Группа параметров 400 (параметры от 400 до 499)
...	...
49000-49990	Группа параметров 4900 (параметры от 4900 до 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 действительного значения преобразователя частоты (MAV).

Таблица 10.15 Регистры временного хранения

* Применяется для определения номера индекса, используемого при доступе к индексируемому параметру.

10.11.9 Управление преобразователем частоты

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

10.11.10 Коды функций, поддерживаемые Modbus RTU

Протокол Modbus RTU поддерживает использование следующих кодов функций в Таблица 10.16 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 идентификатор подчиненного устройства	11 (16-ричн.)

Таблица 10.16 Коды функций

Функция	Код функции	Код подфункции	Подфункция
Диагностика	8	1	Перезапустить связь
		2	Возвратить регистр диагностики
		10	Очистить счетчики и регистр диагностики
		11	Возвратить счет сообщений, передаваемых по шине
		12	Возвратить счет ошибок связи по шине
		13	Возвратить счет исключительных ошибок шины
		14	Возвратить счет сообщений подчиненного устройства

Таблица 10.17 Коды функций

10.11.11 Исключительные коды Modbus

Полное описание структуры ответа исключительного кода приведено в разделе глава 10.11.2 Структура сообщения Modbus RTU.

Код	Наименование	Значение
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. Это 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). Если еще точнее, то 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 создаст исключение 02.
3	Недопустимое значение данных	Значение в поле данных запроса является недопустимым значением для сервера (или подчиненного устройства). Это указывает на ошибку в структуре остатка сложного запроса, например о том, что примененная длина является неправильной. 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 10.18 Исключительные коды Modbus

10.12 Доступ к параметрам

10.12.1 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.

10.12.2 Хранение данных

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

10.12.3 IND (индекс)

Индекс массива устанавливается в регистре временного хранения 9 при вызове параметров массива.

10.12.4 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.

10.12.5 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 10.8 Примеры.

10.12.6 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. «Считать с регистров временного хранения». Запись параметров осуществляется с помощью 16-ричн. функции 6 «Задать значение одного регистра» для одного регистра (16 битов) и 16-ричн. функции 10 «Установить значения 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. «Считать регистры временного хранения» и записываются с помощью функции 10 16-ричн. «Задать значения нескольких регистров». Диапазон считываемых размеров: от 1 регистра (2 символа) до 10 регистров (20 символов).

10.13 Профиль управления FC

10.13.1 Командное слово в соответствии с профилем FC

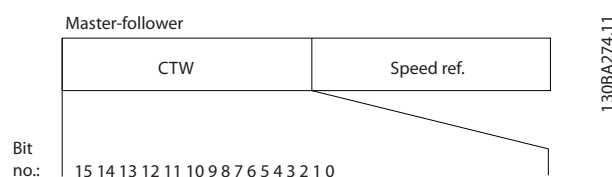


Рисунок 10.15 Командное слово от главного к подчиненному

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	Фиксировать выходную частоту	Использовать изменение скорости
06	Останов с изменением скорости	Пуск
07	Не используется	Сброс
08	Не используется	Фикс. част.
09	Изменение скор. 1	Изменение скор. 2
10	Данные не действительны	Данные действительны
11	Не используется	Реле 01 включено
12	Не используется	Реле 02 включено
13	Настройка параметров	Младший бит выбора
14	Настройка параметров	Старший разряд выбора
15	Не используется	Реверс

Расшифровка управляющих битов

Биты 00/01

Биты 00 и 01 используются для выбора одного из четырех значений задания, предварительно запрограммированных в параметре 3-10 Preset Reference в соответствии с Таблица 10.19.

Запрограммированное значение задания	Задание	Бит 01	Бит 00
1	[0] 3-10 Preset Reference	0	0
2	[1] 3-10 Preset Reference	0	1
3	[2] 3-10 Preset Reference	1	0
4	[3] 3-10 Preset Reference	1	1

Таблица 10.19 Биты управления

УВЕДОМЛЕНИЕ

Выберите в параметре 8-56 Preset Reference Select значение, определяющее логику бита 00/01 в отношении соответствующей функции на цифровых входах.

Бит 02, торможение постоянным током

Бит 02 = «0» приводит к торможению постоянным током и останову. Установите ток торможения и длительность в параметрах 2-01 DC Brake Current и 2-02 DC Braking Time.

Бит 02 = «1» вызывает изменение скорости.

Бит 03, останов с выбегом

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

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

Выберите в параметре 8-50 Coasting Select значение, определяющее логику бита 03 в отношении соответствующей функции на цифровом входе.

Бит 04, быстрый останов

Бит 04 = «0»: вызывает снижение скорости вращения двигателя до останова (устанавливается в параметре 3-81 Quick Stop Ramp Time).

Бит 05, фиксация выходной частоты

Бит 05 = «0»: фиксируется текущая выходная частота (в Гц). Изменение зафиксированной выходной частоты производится только с помощью цифровых входов (параметры с 5-10 Terminal 18 Digital Input до 5-15 Terminal 33 Digital Input), запрограммированных для выполнения функции Увеличение скорости и Уменьшение скорости.

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 (от 5-10 Terminal 18 Digital Input до 5-15 Terminal 33 Digital Input) запрограммирован на Торможение пост. током, Останов выбегом или Сброс и 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 выполнены прочие условия пуска.

Выберите в параметре 8-53 Start Select значение, определяющее логику бита 06, Останов/пуск изменения скорости в отношении соответствующей функции на цифровом входе.

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 3-19 Jog Speed [RPM].

Бит 09, выбор изменения скорости 1/2

Бит 09 = «0»: изменение скорости 1 включено (параметры 3-41 Ramp 1 Ramp Up Time–3-42 Ramp 1 Ramp Down Time).

Бит 09 = «1»: изменение скорости 2 (параметры 3-51 Ramp 2 Ramp Up Time–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 активизировано.

Бит 11 = «1»: реле 01 активизируется при условии, что выбрано *Командное слово, бит 11* в параметре 5-40 *Function Relay*.

Бит 12, реле 04

Бит 12 = «0»: реле 04 не активизировано.

Бит 12 = «1»: реле 04 активизируется при условии, что выбрано *Командное слово, бит 12* в параметре 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 10.20*.

Набор параметров	Бит 14	Бит 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

Таблица 10.20 Выбор набора параметров

Эта функция возможна только в том случае, если значение **Несколько наборов** выбрано в параметре 0-10 *Active Set-up*.

Выберите в параметре 8-55 *Set-up Select* значение, определяющее логику бита 13/14 в отношении соответствующей функции на цифровых входах.

Бит 15, реверс

Бит 15 = «0»: нет реверса.

Бит 15 = «1»: реверс. При заводской настройке значение параметра 8-54 *Reversing Select* устанавливает управление реверсом с помощью цифрового входа. Бит 15 вызывает реверс только в том случае, если выбраны последовательная связь, логическое ИЛИ или логическое И.

10.13.2 Слово состояния, соответствующее профилю FC

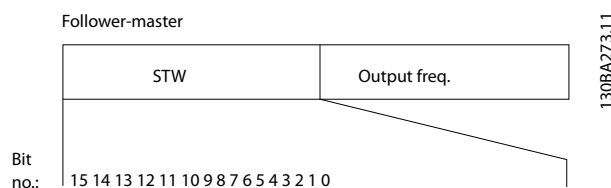


Рисунок 10.16 Слово состояния (STW) от подчиненного к главному

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	Управление 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

Объяснение битов состояния

Бит 00, управление не готово/готово

Бит 00 = «0»: преобразователь частоты отключается.

Бит 00 = «1»: система управления преобразователя частоты готова, но не гарантируется получение питания силовым блоком (при питании системы управления от внешнего источника 24 В).

Бит 01, привод 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 «отпускает» двигатель.

Бит 02 = «1»: преобразователь частоты запускает двигатель командой пуска.

Бит 03, нет ошибки/отключение

Бит 03 = «0»: преобразователь частоты не находится в состоянии отказа.

Бит 03 = «1»: преобразователь частоты отключается. Для восстановления работы нажмите [Reset] (Сброс).

Бит 04, нет ошибки/ошибка (без отключения)

Бит 04 = «0»: преобразователь частоты не находится в состоянии отказа.

Бит 04 = 1: преобразователь частоты отображает ошибку, но не отключается.

Бит 05, не используется

В слове состояния бит 05 не используется.

Бит 06, нет ошибки / отключение с блокировкой

Бит 06 = «0»: преобразователь частоты не находится в состоянии отказа.

Бит 06 = 1: преобразователь частоты отключен и заблокирован.

Бит 07, нет предупреждения/предупреждение

Бит 07 = «0»: нет предупреждений.

Бит 07 = «1»: появилось предупреждение.

Бит 08, скорость ≠ задание/скорость = задание

Бит 08 = «0»: двигатель работает, но текущая скорость отличается от предустановленного задания скорости. Такая ситуация возможна, 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»: [Останов/сброс] включен на блоке управления или *Местное управление* выбрано в 3-13 *Reference Site*. Преобразователем частоты нельзя управлять по последовательной связи.

Бит 09 = «1» означает, что преобразователь частоты может управляться по периферийной шине или по последовательной связи.

Бит 10, предел частоты вне диапазона

Бит 10 = «0»: выходная частота достигла значения, установленного в параметре 4-11 *Motor Speed Low Limit [RPM]* или 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 получает 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 в промежуточной цепи постоянного тока слишком мало или слишком велико.

Бит 14, крутящий момент в норме/выход за предел

Бит 14 = «0»: ток двигателя меньше, чем ток предельного момента, установленный в параметре 4-18 *Current Limit*.

Бит 14 = «1»: превышен предел крутящего момента, установленного в 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».

10.13.3 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 16-ричн. формате) соответствует 100 %. Отрицательные числа форматируются с помощью двоичного дополнения. Фактическая выходная частота (MAV) масштабируется таким же образом, как и задание по шине.

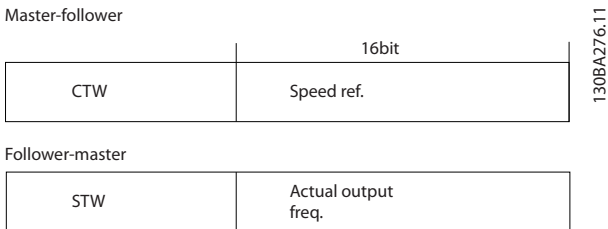


Рисунок 10.17 Значение задания скорости передачи по шине

Задание и MAV масштабируются, как показано на Рисунок 10.18.

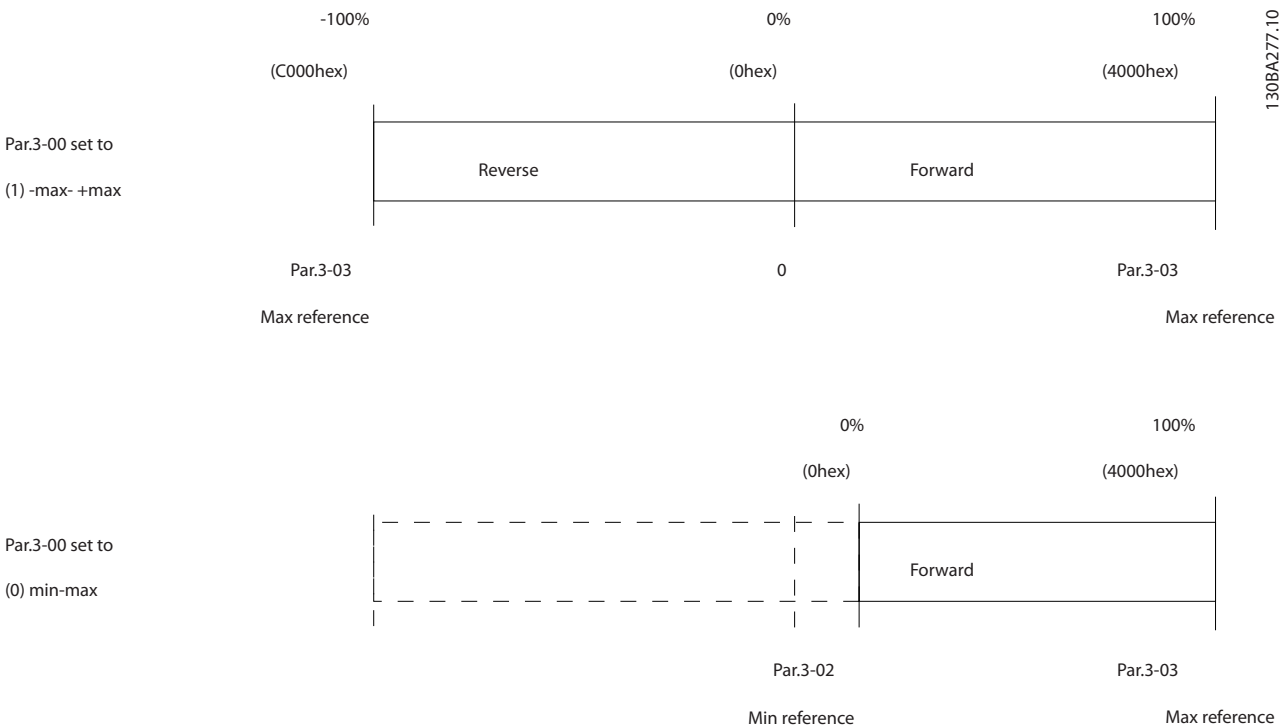


Рисунок 10.18 Задание и MAV

10.13.4 Командное слово, соответствующее профилю PROFdrive (CTW)

Командное слово используется для передачи команд от главного устройства (например, ПК) к подчиненному устройству.

Бит	Бит = 0	Бит = 1
00	OFF 1	ВКЛ 1
01	Выкл 2	ВКЛ 2
02	Выкл 3	ВКЛ 3
03	Выбег	Нет выбега
04	Быстрый останов	Изменение скорости
05	Фиксировать выходную частоту.	Использовать изменение скорости
06	Останов с изменением скорости	Пуск
07	Не используется	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	Не используется	Снизить зад.
12	Не используется	Ув. задание
13	Настройка параметров	Младший разряд выбора
14	Настройка параметров	Старший разряд выбора
15	Не используется	Реверс

Таблица 10.21 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 [Реле 123] выбрано в параметре 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 реле 1 или 2 при условии, что выходная частота равна 0 Гц и при этом [Реле 123] выбрано в параметре 5-40 Реле функций.

Когда бит 01 = «1», преобразователь частоты находится в Состоянии «1»: «Включение запрещено». См. to Таблица 10.22 в конце этого раздела.

Бит 02, ВЫКЛ 3/ВКЛ 3

Быстрый останов использованием время изменения скорости, указанное в 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 [Реле 123] выбрано в параметре 5-40 Реле функций.

Когда бит 02 = «1», преобразователь частоты находится в Состоянии «1»: «Включение запрещено».

Бит 03, выбег/нет выбега

Ответственный за останов выбегом бит 03 = «0» приводит к останову.

Бит 03 = «1» указывает на то, что преобразователь частоты способен вызвать запуск при условии, что выполняются другие условия запуска.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Выбор значения в параметре 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 3-81 Время замедл.для быстр.останова.

Когда бит 04 = «0», происходит быстрый останов.

Бит 04 = «1» указывает на то, что преобразователь частоты может вызвать запуск, при условии, что выполняются другие условия пуска.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Выбор значения в параметре 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 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 Реле 123 выбрано в параметре 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 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 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 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

Указать преобразователю частоты, используется или игнорируется командное слово. Бит 10 = «0» вызывает игнорирование командного слова, а бит 10 = «1» — использование этого слова. Эта функция имеет большое значение, поскольку независимо от типа используемой телеграммы в ней всегда содержится командное слово, т. е. командное слово можно отключить, если его не требуется использовать при обновлении или чтении параметров.

Бит 11, нет функции/замедление

Уменьшает значение задания скорости на величину, заданную в параметре 3-12 Значение разгона/замедления. Когда бит 11 = «0», значение задания не изменяется. Когда бит 11 = «1», значение задания уменьшается.

Бит 12, нет функции/разгон

Увеличивает значение задания скорости на величину, заданную в параметре 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, т. е. заданное значение скорости уменьшается.

Биты 13/14, выбор набора параметров

Выбор одного из четырех наборов параметров в соответствии с Таблица 10.22:

Эта функция возможна только в том случае, если значение Несколько наборов выбрано в 0-10 Активный набор. Выбор значения в параметре 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 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 10.22 Биты 13/14, выбор набора

Бит 15, нет функции/реверс

Бит 15 = «0» не вызывает реверса. Бит 15 = «1» вызывает реверс. Примечание. При заводской настройке реверс с помощью параметра 8-54 Выбор реверса устанавливается как цифровой.

УВЕДОМЛЕНИЕ

Бит 15 вызывает реверс только в том случае, если выбран один из следующих вариантов: последовательная связь, логическое «ИЛИ» или логическое «И».

10.13.5 Слово состояния, соответствующее профилю PROFIdrive (STW)

Слово состояния уведомляет главное устройство (например ПК) 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	Управление по шине
10	Частота вне диапазона	Частота в заданных пределах
11	Не используется	В работе
12	Привод в норме	Остановлено, автозапуск
13	Напряжение в норме	Превышение напряжения
14	Крутящий момент в норме	Превышение крутящего момента
15	Таймер в норме	Превышение таймера

Таблица 10.23 Значения битов для слова состояния, профиль PROFIdrive

Объяснение битов состояния

Бит 00, управление не готово/готово

Когда бит 00 = «0», 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 V 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, Останов выбегом/включение

Когда бит 02 = «0», бит 00, 01 или 02 командного слова = «0» (ВЫКЛ 1, ВЫКЛ 2, ВЫКЛ 3 или выбег), или преобразователь частоты выключается (защитное отключение).

Когда 02 = «1», бит 00, 01 или 02 командного слова = «1»; Преобразователь частоты не отключается.

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 параметре 8-10 Профиль командного слова выбран PROFIdrive, то после подтверждения выключения, после активизации ВЫКЛ 2 или ВЫКЛ 3 и после включения напряжения сети бит 06 становится равным «1». 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 [2] Связанное Ручн/Авто или [0] Местное в параметре 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

4-52 *Предупреждение: низкая скорость* и

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, привод 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) 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 то, что значение крутящего момента двигателя ниже предела, выбранного в

4-16 *Двигательн.режим с огранич. момента* и

4-17 *Генераторн.режим с огранич.момента*.

Бит 14 = «1» указывает на превышение предела, выбранного в 4-16 *Двигательн.режим с огранич. момента* или 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

A		U	
AVM.....	14	USB.....	94
		USB-разъем.....	231
D		V	
DU/dt.....	96	VVCplus.....	27
H		A	
Hiperface®.....	12	ААД.....	12, 248
L		Аварийная остановка IEC с реле безопасности Pilz.....	274
LCP.....	11, 13, 29, 271	Автоматическая адаптация двигателя.....	12, 248
M		Автоматические выключатели.....	215, 225
MCB		Авторское право.....	9
101.....	258	Агрессивная окружающая среда.....	18
102.....	13, 41, 260	Активное задание.....	29
103.....	262	Акустический шум.....	95
105.....	264	Аналоговые	
107.....	266	входы.....	12, 91, 259
112.....	66, 257, 267, 274	выходы.....	12, 92, 259
113.....	269, 274	Б	
MCM.....	13	Базовые стандарты на излучение.....	51
Modbus RTU.....	283, 284	Безопасное	
N		отключение крутящего момента, FC 302.....	65
NAMUR.....	274	отключение крутящего момента, дополнительное устройство для типоразмера F.....	274
O		отключение крутящего момента, использование с внешним устройством безопасности.....	66
OVC (контроль перенапряжения).....	64	отключение крутящего момента, клемма 37.....	65
P		В	
PELV.....	53	Ввод	
Profibus.....	107	с использованием уплотнения/кабелепровода, 12-импульсные системы.....	177
R		с использованием уплотнения/кабелепровода, 6-импульсные системы.....	174
RCD.....	13	Векторное управление напряжением VVCplus.....	14
RCD,		Вентиляторы.....	180
дополнительное устройство для типоразмера F.....	274	Версиями программного обеспечения.....	108
использование.....	54	Вибрация.....	19
частота отключения.....	54	Влажность воздуха.....	18
RS-485.....	276	Влияние гармоник в системе распределения мощности.....	246
S		Внешнее	
SFAVM.....	13	питание вентилятора.....	215
T		устройство контроля температуры.....	275
THD.....	14	Внешний	
		источник питания 24 В пост. тока.....	266
		источник питания вентилятора.....	215
		сброс аварийной сигнализации.....	251
		Внутреннее управление током в режиме VVCplus.....	29

Воздушные помехи.....	48
Возможные	
предохранители.....	218
силовые/полупроводниковые предохранители.....	218
Время разряда.....	15
Входы,	
аналоговые.....	91
импульсные/энкодера.....	91
Входы, цифровые.....	90
Выбег.....	291, 290
Выбегом.....	11
Выключатель фильтра ВЧ-помех.....	245
Выполнение	
ААД без подсоединенной клеммы 27.....	249
ААД с подсоединенной клеммой 27.....	249
Высоковольтное испытание системы безопасности.....	241
Высокочастотные радиопомехи.....	49
Выходы реле.....	93, 238, 239
Выходы,	
аналоговые.....	92
цифровые.....	92
Г	
Габариты в упаковке.....	136, 142
Гальваническая развязка.....	53
Гармоники, питающая сеть.....	245
Генераторный режим торможения.....	56
Д	
Датчик остаточного тока.....	13, 247
Двигателе,.....	96
Директива	
о машинном оборудовании (2006/42/EC).....	15
о низковольтном оборудовании (2006/95/EC).....	15
по электромагнитной совместимости (2004/108/EC).....	15
Директиве по ЭМС 2004/108/EC.....	17
Дистанционное задание.....	31
Длина	
и сечение кабелей.....	89, 187, 214
телеграммы (LGE).....	278
Дополнительная плата.....	107
Дополнительные	
устройства для типоразмера D.....	272
устройства для типоразмера F.....	273
Доступ	
к клеммам управления.....	229
к проводам.....	143
Ж	
Жилая среда, требования по излучению.....	51

З

Задание

Задание.....	249
аналоговое.....	12
двоичное.....	12
импульсное.....	12
по шине.....	12
предустановленное.....	12
скорости.....	249

Задание,

активное.....	29
аналоговое.....	33
импульсное.....	33
масштабирование.....	33
по шине.....	33
предустановленное.....	33

Заказ

дополнительных устройств.....	107
синусоидальных фильтров.....	117
тормозных прерывателей.....	108
усовершенствованных фильтров гармоник.....	110
фильтров dU/dt.....	119

Замкнутый контур.....

Защита

Защита.....	18, 53
от короткого замыкания.....	215
параллельных цепей.....	215

Защитное заземление.....

Значения параметров.....

Зона нечувствительности около нуля.....

И

Излучаемые помехи.....

Излучение.....

Изменение скорости в сторону повышения/понижения.....

Изоляция

двигателя.....	229
сигнала.....	53

Импульсные входы/входы энкодера.....

Импульсный пуск/останов.....

Индекс (IND).....

Инициализация.....

Инструкции

по эксплуатации.....	9
по эксплуатации DeviceNet.....	9
по эксплуатации Profibus.....	9

Исключительные коды Modbus.....

Источник питания 24 В пост. тока.....

К

Кабелей управления.....

Кабели	
Кабели.....	187, 212
двигателей.....	227
двигателя.....	242
управления.....	242, 245, 236
Кабель, ЭМС	244
Кабельная проводка тормозного резистора	61
Кабельные зажимы	242
Клемм управления	232
Клеммы управления	23, 231, 232
Клеммы, управление	231
Коды	
IP.....	17
функций, поддерживаемые Modbus RTU.....	288
Команда пуска/останов с безопасным остановом	250
Командное	
слово.....	289
слово Modbus.....	286
слово, соответствующее профилюPROFIdrive (CTW).....	294
Коммерческая среда, требования по излучению	51
Коммутация на выходе	63
Компараторы	62
Компенсация скольжения	13
Кондуктивное излучение	50
Контроль температуры	90
Контур заземления	245
Конфигуратор привода	101
Конфигурирование ПИД-регулятора скорости, параметры	38
Короткое замыкание (фаза–фаза двигателя)	63
Коэффициент мощности	14
КПД	95
Крутящий момент, регулирование	22
Л	
Линейные искажения	54
Литература	9
М	
Магнитный поток	28
Масса	136, 142
Меры по устранению токов двигателя	229
Метод	
коммутации.....	14
настройки Циглера — Николса.....	47

Механический	
монтаж.....	143
тормоз подъемного механизма.....	60
тормоз, в подъемных механизмах.....	60
тормоз, подъемные механизмы.....	59
удерживающий тормоз.....	55, 59
Минимальный предел скорости для защиты двигателя	64
Момент	
инерции.....	64
опрокидывания.....	11
Монтаж дополнительных устройств	257
Монтаж, электрический	186
Мощность торможения	12, 58
Н	
Нагреватель	272
Нагревательные приборы и термостат	273
Направл. энкод	255
Нарастания	96
Настройка реле с помощью программируемого логического контроллера	254
Неудачное завершение ААД	248
Низковольтная сеть общего пользования	50
Номерами для заказа	101
Номинальная скорость двигателя	11
О	
Обеспечение ЭМС	242, 277
Обратная связь двигателя	28
Общая точка нескольких присоединений	246
Общие	
меры предосторожности.....	15
соображения.....	143, 144
Окончательная настройка и тестирование установки	248
Окружающие условия	94
Определения	11
Определенное пользователем событие	62
Особые условия	97
Отключение	
Отключение.....	14
напряжения сети.....	64
Отношение короткого замыкания	246
Охлаждение	
Охлаждение.....	180
с помощью вентиляционного канала.....	180
сзади.....	180
П	
Панель местного управления	13

Параллельное подключение.....	228
Перед монтажом.....	121
Переключатели S201 (A53), S202 (A54) и S801.....	231
Перенапряжение, создаваемое двигателем в генераторном режиме.....	64
Печатные платы в защищенном исполнении.....	273
ПИД-регулирование	
процесса, пример.....	44
скорости.....	38
скорости, подключения.....	39
ПИД-регулирование, скорость.....	38
ПИД-регулятор	
ПИД-регулятор.....	13
процесса.....	42
процесса, оптимизация.....	46
процесса, параметры.....	43
процесса, порядок программирования.....	46
скорости.....	22, 27
скорости, настройка.....	41
скорости, оптимизация.....	46
ПИД-регулятора скорости, порядок программирования.....	39
Питающая сеть, помехи.....	245
Питающую сеть.....	14
ПК, программное обеспечение.....	240
Плата управления, последовательная связь через порт USB.....	94
Подавление	
Подавление.....	247
гармоник.....	247
Подключение	
защитного заземления.....	242
периферийной шины.....	229
ПК к преобразователю частоты.....	240
сети.....	276
шины постоянного тока.....	4
электропитания.....	187
электропитания, 12-импульсные преобразователи частоты.....	212
Подключения	
силовых кабелей.....	187
электропитания, 12-импульсные приводы.....	212
Подставка	
Подставка.....	183, 185
для установки.....	183
Подъем	
преобразователя частоты.....	122
с помощью траверсы.....	122
Подъемный механизм.....	59, 60
Помехозащищенность в соответствии с требованиями ЭМС.....	52
Порт последовательной связи.....	12
Последовательная связь.....	244
Потенциометр.....	251
Поток воздуха.....	181

Правила логики.....	63
Предел	
крутящего момента для защиты двигателя.....	64
скорости минимальный.....	64
торможения.....	57
Пределы задания.....	32
Предельный	
крутящий момент.....	64, 255
ток для защиты двигателя.....	64
Предохранители	
Предохранители.....	187, 212, 215
дополнительные.....	221
Предохранители,	
12-импульсные.....	222
дополнительные.....	224
Предустановленные скорости.....	251
Преобразователь частоты с Modbus RTU.....	283
Прерывистый рабочий цикл.....	13
Приемка преобразователя частоты.....	121
Пример применения с управлением механическим тормозом.....	254
Примеры применения ААД.....	249
Принцип управления.....	23
Проводка, базовый пример.....	232
Программирование предельного крутящего момента и останова.....	255
Программируемый логический контроллер.....	62
Программное обеспечение, ПК.....	240
Производственная среда, требования по излучению.....	51
Прокладка проводки.....	229
Промежуточная цепь.....	64
Промежуточной цепи.....	95, 96
Противо-ЭДС.....	64
Протокол Modbus.....	283
Протокола FC.....	277
Профиль ПЧ.....	289
Процесс, ПИД-регулятор.....	42
Пуск/останов с реверсом и предустановленными скоростями.....	251
Р	
Рабочие характеристики платы управления.....	94
Рабочий цикл.....	56
Разделение нагрузки.....	136, 239, 272
Размеры 12-импульсных.....	137
Размеры, 6-импульсные.....	124
Разряд конденсаторов.....	15
Разъединитель.....	192
Разъединитель.....	195, 197, 200

Разъем сети RS-485.....	252
Распаковка.....	121
Расположение	
клемм.....	157, 202
клемм — размер корпуса E.....	157
клемм — типоразмер D.....	145
клемм — типоразмер F.....	163
клемм — типоразмер F, 12-импульсный.....	168
Распределение мощности.....	246
Расцепитель.....	204, 206
Регулирование крутящего момента.....	22
Режим конфигурирования.....	29
Результаты испытаний на ЭМС.....	50
Рекуперация.....	136, 208, 272
Реле Pilz.....	274
Реле, выходы.....	93
Руководство	
по программированию.....	9
по проектированию.....	9
Ручные пускатели двигателей.....	274
С	
Сброс аварийной сигнализации.....	251
Свободное пространство.....	143
Сетевой контактор.....	226
Сеть IT.....	245
Силовые клеммы на 30 А с защитой предохранителем.....	274
Символы соответствия стандартам CE.....	10
Синусоидальный фильтр.....	188, 214
Синусоидные фильтры.....	272
Синусоидный фильтр.....	272
Скорость синхронного двигателя.....	11
Скорость, регулирование.....	22
Слово	
состояния.....	291
состояния Modbus.....	287
состояния, соответствующее профилю PROFIdrive (STW).....	296
Снижение	
номинальных параметров, автоматическое.....	100
номинальных характеристик, вручную.....	97
Соединения, электрические.....	186
Сокращения.....	10
Соответствие требованиям CE и маркировка CE.....	15, 16
Средства и функции защиты.....	90
Стандарты	
NEMA.....	17
UL.....	17
Статическая перегрузка VVCplus.....	64

Статическое торможение.....	55
Структура	
сообщения Modbus.....	284
управления в режиме регулирования магнитного потока без датчика.....	28
управления, усовершенствованное векторное управление.....	27
Сфера действия маркировки CE.....	16
Схема	
межкомпонентных соединений, типоразмер D.....	25
межкомпонентных соединений, типоразмер F.....	26
межкомпонентных соединений, типоразмеры E и F.....	26
подключения, типоразмер D.....	233
подключения, типоразмер E.....	234
подключения, типоразмер F.....	234
электрических соединений, типоразмер D.....	25
электрических соединений, типоразмер E.....	26
электрических соединений, типоразмер F.....	26
Т	
Таблицы снижения номинальных характеристик.....	98
Табличка паспортная.....	121
Тепловая	
защита.....	10, 64
защита двигателя.....	292, 64, 227
Терминология, относящаяся к двигателям.....	11
Термистор.....	13, 253
Термореле тормозного резистора.....	239
Технические	
характеристики питания от сети.....	89
характеристики, выходная мощность двигателя.....	89
характеристики, плата управления.....	92, 93
Типоразмер.....	20, 21
Типоразмеры, 12-импульсные.....	21
Типы корпусов.....	17
Ток	
утечки.....	54
утечки на землю.....	242, 54
Ток, предельный.....	64
Торможение постоянным током.....	290
Торможение, статическое.....	55
Тормоз,	
динамический.....	55
переменный ток.....	55
постоянный ток.....	55
электромагнитный.....	59
Тормозной	
резистор.....	12, 56, 271
резистор, клеммы.....	240
Тормозные прерыватели, заказ.....	108
Точки	
кабельного ввода.....	177
кабельных вводов.....	174
Трансформаторы, используемые с 12-импульсными преобразователями.....	214

Требования	
к вентиляционным зазорам.....	137
к зазорам.....	124
к расстоянию до потолка.....	124, 137
по ЭМС.....	51

У	
Увеличение/снижение задания.....	32
Укажите вход задания скорости.....	249, 250
Указания по утилизации.....	15
Управление	
механическим тормозом.....	59, 60
преобразователем частоты.....	287
Управление,	
дистанционное (Auto On).....	29
местное (Hand On).....	29
Уровень напряжения	90
Усилия	
Усилия.....	186
затяжки.....	186
Усовершенствованное векторное управление	27
Установка	
внешнего источника питания 24 В пост. тока.....	231
на стене/панели.....	183
Устройство контроля сопротивления изоляции (IRM).....	274

Ф	
Фазы двигателя	63
Фиксации частоты	11
Фиксация	
выходной частоты.....	290
выходной частоты.....	11
задания.....	32
частоты.....	290
Фильтры	
Фильтры.....	110, 117, 119
гармоник.....	110
Форма для заказа, код типа	101
Формирование задания	31
Функции	
входов.....	11
защиты двигателя.....	90
Функция торможения	58

Х	
Характеристики	
VT.....	14
СТ.....	12
управления.....	93
электрические.....	78

Характеристики,	
длина и сечение кабелей.....	89
крутящий момент.....	89
поток воздуха.....	181
электрические.....	68

Ц	
Цикл торможения	56

Цифровые	
входы.....	12, 90, 259
выходы.....	12, 92, 259

Ч	
Частота коммутации	187, 214
Что такое соответствие требованиям CE и маркировка CE?.....	15

Э	
Экранирование	
Экранирование.....	187, 214, 215
кабелей.....	187, 214

Экранированный/защищенный кабель	235
---	-----

Экранированных кабелей управления	244
--	-----

Экстремальные условия работы	63
---	----

Электрические	
помехи.....	215
характеристики, 12-импульсные.....	74, 86, 87, 88
характеристики, 380–500 В.....	68, 74
характеристики, 525–690 В.....	78, 79, 80, 81, 82, 84, 86, 87, 88
характеристики, 6-импульсные.....	68, 78, 79, 80, 81, 82, 84

Электрический	
монтаж.....	232, 233
монтаж, указания по ЭМС.....	242

Электрохимический тормоз	255
---------------------------------------	-----

Электронное тепловое реле	12
--	----

ЭМС,	
излучение.....	48
использование правильных кабелей.....	244
обеспечение.....	242

Энкодер	13, 255, 260
----------------------	--------------

Этикетка с номером версии программного обеспечения	
.....	9

Этикетка, номер версии программного обеспечения	9
--	---

ЭТР	12
------------------	----



www.danfoss.com/drives

.....
Компания «Данфос» не несет ответственности за возможные опечатки в каталогах, брошюрах и других видах печатных материалов. Компания «Данфос» 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. «Данфос» и логотип «Данфос» являются товарными знаками компании «Данфос А/О». Все права защищены.
.....

