

ENGINEERING  
TOMORROW

*Danfoss*

Альбом типовых схем

# Проектирование систем частотного регулирования

**>80%**

проектов по  
внедрению ЧРП  
могут быть решены  
за счет готовых схем  
данного альбома

[www.danfoss.ru](http://www.danfoss.ru)





## Содержание

<b>Введение</b> .....	4
<b>Технические характеристики преобразователей частоты «Данфосс»</b> .....	6
<b>Типовые схемы с применением преобразователей частоты «Данфосс»</b> .....	10
<b>1. Схемы с одним агрегатом</b> .....	10
1.1 Преобразователь частоты управляет одним двигателем.....	10
1.2 Преобразователь частоты с выходным фильтром управляет одним двигателем.....	12
1.3 Преобразователь частоты управляет одним двигателем, с возможностью байпасирования.....	14
1.4 Преобразователь частоты с выходным фильтром управляет одним двигателем, с возможностью байпасирования .....	18
<b>2. Схемы по типу «рабочий – резервный»</b> .....	20
2.1 Преобразователь частоты управляет рабочим двигателем, резервный двигатель работает от сети .....	20
2.2 Преобразователь частоты управляет рабочим двигателем, резервный двигатель работает от устройства плавного пуска.....	24
2.3 Два преобразователя частоты управляют рабочим и резервным двигателями .....	26
2.4 Преобразователь частоты управляет попеременно либо рабочим двигателем, либо резервным.....	28
<b>3. Схемы с использованием функции «каскадирование»</b> .....	30
3.1 Преобразователь частоты управляет ведущим двигателем, ведомые двигатели подключены напрямую к сети.....	30
3.2 Преобразователь частоты управляет ведущим двигателем, ведомые двигатели запускаются с помощью устройств плавного пуска .....	34
3.3 Преобразователь частоты управляет ведущим двигателем, подключаемыми двигателями управляют ведомые преобразователи частоты .....	36
<b>Влияние различных типов фильтров на систему</b> .....	38
<b>Опросный лист для выбора преобразователей частоты «Данфосс»</b> .....	39
<b>Опросный лист для выбора устройств плавного пуска «Данфосс»</b> .....	41

## Введение

Данное издание предназначено для специалистов, сталкивающихся с задачами проектирования систем управления электроприводами на базе преобразователей частоты и устройств плавного пуска.

Цель данного альбома – дать общие знания, методики и предложить типовые схемы автоматизации технологических процессов. Руководство представляет собой компиляцию наиболее распространенных схем автоматизации на основе преобразователей частоты.

Если ранее вы не сталкивались с продукцией компании «Данфосс», для вас будут интересны разделы «Данфосс – эксперт в энергосбережении» и «Данфосс – стандарт качества и надежности», в которых описываются основные особенности и энергосберегающие функции частотных преобразователей «Данфосс».

В разделе «Типовые схемы» вы сможете ознакомиться с наиболее распространенными и обобщенными примерами построения систем управления электроприводами на основе устройств силовой электроники, прочитать описания алгоритмов работы схемы, о преимуществах и недостатках каждой схемы. Данные схемы вы также можете загрузить в электронном виде с сайта [www.drives.ru](http://www.drives.ru).

Отдельно в главе «Ссылки на основные материалы» указаны все ресурсы «Данфосс», с помощью которых можно получить дополнительные технические сведения, связанные с преобразователями частоты. В данном разделе собраны ссылки на обучающие интерактивные уроки, видео, техническую литературу и статьи.

## «Данфосс» – эксперт в энергосбережении

Порядка 65% всей потребляемой в России электроэнергии идет на нужды промышленности. В промышленности основными потребителями электроэнергии являются электродвигатели, использующие 60% всей энергии. Большинство двигателей либо вообще не оснащены системой регулирования и работают на полную мощность или используют малоэффективные с точки зрения энергопотребления способы управления.

Около 80% таких двигателей используются в составе насосов и вентиляторов. Оснащение данных механизмов частотно-регулируемым приводом позволит сэкономить как минимум 15% электроэнергии. Немаловажным фактором, делающим еще более актуальным энергосбережение, является постоянный и активный рост цен на электроэнергию в России, составляющий на данный момент в среднем около 10-15% в год. Также инвестиции в преобразователи частоты (ПЧ) гораздо выгоднее, чем строительство новых электростанций.

Преобразователи частоты позволяют регулировать скорость вращения электродвигателя за счет изменения выходной частоты. Рабочие механизмы не так часто работают при полной нагрузке двигателя, зачастую на выходе насоса или вентилятора устанавливаются заслонки или шиберы для уменьшения расхода воды или воздуха. В случае с центробежными насосами и вентиляторами, которые являются одними из основных потребителей энергии, снижение рабочей скорости ведет к кубическому снижению электропотребления, что су-

щественно больше по сравнению с классическими методами регулирования. Например, если снизить рабочую частоту вентилятора или центробежного насоса всего на 20% (с 50 до 40 Гц), тогда потребление электроэнергии уменьшится вдвое! К тому же, если рассмотреть применение насосов и учесть все особенности их работы и дополнительные возможности преобразователей частоты (спящий режим, каскадный контроллер, компенсация потока и др.), тогда становится возможным достижение дополнительного энергосберегающего эффекта.

Помимо энергосбережения преобразователи частоты увеличивают срок службы электродвигателя насоса и трубопроводной арматуры, повышают надежность всей системы и не требуют технического обслуживания. Также преобразователи частоты позволяют осуществлять основные технологические задачи: регулирование давления, расхода, температуры, скорости, управление вентиляторами, насосами, компрессорами, конвейерами.

Следует иметь в виду, что установка преобразователей частоты имеет и отрицательные последствия – ухудшение гармонического состава питающей сети. Будучи экспертом в области преобразователей частоты, компания «Данфосс» предлагает эффективные решения для устранения гармонических искажений – пассивные и активные фильтры, 12-пульсные приводы и т. д. Данные решения позволяют улучшить важные параметры питающей сети и уменьшить негативное воздействие на другое оборудование, подключенное к общей сети.

## «Данфосс» – стандарт качества и надежности

### Высокотехнологичный сертифицированный привод

Основное производство преобразователей частоты находится в Дании, мощные ПЧ изготавливаются в США. Все без исключения преобразователи частоты проходят несколько этапов контроля во время сборки, а также обязательный контроль работы каждого ПЧ с подключением к электродвигателю и выполнением порядка 15 тестов.

Преобразователи частоты имеют российские сертификаты и разрешения:

- сертификат соответствия ГОСТ Р;
- сертификат соответствия требованиям технического регламента пожарной безопасности;
- разрешение на применение на опасных производственных объектах;
- сертификат соответствия для применения на объектах атомной энергетики;
- санитарно-эпидемиологическое заключение;
- сертификат таможенного союза;
- сертификат системы добровольной сертификации ГАЗПРОМСЕРТ.

Преобразователи частоты «Данфосс» имеют один из самых больших среди конкурентов номинальный срок службы продолжительностью в 10 лет. В отличие от аналогов, преобразователи «Данфосс» не требуют периодического технического обслуживания кроме чистки радиатора в случае применения в загрязненных условиях.

### Соответствие нормам ЭМС

Приводы «Данфосс» имеют встроенный фильтр электромагнитной совместимости (ЭМС). Данный фильтр позволяет преобразователю соответствовать требованиям ГОСТ по электромагнитной совместимости и таким образом минимизировать наводки и помехи в электронном оборудовании. Так как данный фильтр встроен в преобразователи частоты «Данфосс», не возникает необходимости приобретать дополнительный внешний фильтр, экономя при этом деньги и время.

### Низкий уровень гармонических искажений

Преобразователи частоты «Данфосс» имеют встроенный дроссель в звене постоянного тока, что позволяет отказаться от использования внешнего фильтра (экономия до 10% от стоимости преобразователя). При полной нагрузке показатель гармонического искажения кривой тока (THiD) у преобразователей частоты «Данфосс» не превышает 43%. Данный фильтр уменьшает негативное воздействие на сеть и подключенное к ней оборудование, а также увеличивает срок службы самого

частотного привода. Дополнительным эффектом является уменьшение потерь в трансформаторах и кабелях. Помимо встроенных фильтров гармоник компания «Данфосс» также производит и внешние входные фильтры. Входной пассивный фильтр гармоник АНФ позволяет добиться снижения показателя гармонического искажения кривой тока до 5-10% (в зависимости от модели) путем снижения пульсаций в индуктивностях и конденсаторах. В отличие от пассивного фильтра гармоник, активный фильтр ААФ позволяет снизить гармоническое искажение кривой тока в зависимости от его текущего значения.

### Безаварийная работа в условиях агрессивной окружающей среды

При эксплуатации электроники в среде с повышенным содержанием агрессивных веществ, срок службы существенно сокращается. Коррозия может привести к разрушению проводников за несколько месяцев эксплуатации.

Частотные преобразователи «Данфосс» имеют специальное антикоррозийное покрытие печатных плат классов (ЗС2 – по умолчанию и ЗС3 опционально). Данное покрытие защищает печатные платы и увеличивает срок службы преобразователя частоты в применениях с агрессивной средой, например, в водоканалах и химических предприятиях.

### Оптимизация энергопотребления

Все преобразователи частоты экономят энергию по-разному. Помимо общего эффекта энергосбережения за счет снижения частоты вращения двигателя преобразователи частоты «Данфосс» имеют дополнительные энергосберегающие функции. Например, уникальную встроенную функцию автоматической оптимизации энергопотребления (АЕО).

При помощи данной функции привод потребляет энергии ровно столько, сколько это необходимо для нагрузки в данный момент. АЕО позволяет обеспечивать минимальное потребление реактивной составляющей тока двигателем, обеспечивая при этом требуемый момент. Таким образом, функция АЕО увеличивает до максимума КПД двигателя при любых условиях работы. Использование данной функции позволяет в среднем дополнительно экономить от 5 до 10% электроэнергии.

Помимо экономии значительно снижается акустический шум при работе двигателя. Данная функция наиболее актуальна в применениях, где момент сопротивления нагрузки находится в квадратичной зависимости от частоты вращения (центробежные насосы и различные типы вентиляторов).

## Технические характеристики преобразователей частоты «Данфосс»

Ниже приведена таблица основных технических характеристик преобразователей частоты «Данфосс», позволяющая быстро и правильно подобрать оборудование по заданным параметрам.

Параметр	VLT® Automation Drive FC302	VLT® AQUA Drive FC 202	VLT® HVAC Drive FC 102
<b>Аппаратная часть преобразователя частоты. Диапазоны напряжений питания и мощностей, кВт</b>			
1 фаза, 200-240 В	–	1,1-22	–
3 фазы, 380-480 (500) В	0,37-800	0,37-1000	1,1-1000
3 фазы, 525-690 В	11-1200	11-1400	11-1400
Нормальная перегрузочная способность	160% (60 с)	110% (60 с)	110% (60 с)
Максимальная перегрузочная способность	180% (0,5 с)	135% (0,5 с)	135% (0,5 с)
Класс защиты корпуса	IP00-66	IP00-66	IP00-66
<b>Аппаратная часть преобразователя частоты. Встраиваемые силовые опции</b>			
Встроенный тормозной транзистор	опция	опция	опция
Встроенный радиочастотный фильтр	+	+	+
Входной дроссель	+	+	+
Защитное покрытие печатных плат	+	+	+
Регулируемая скорость вентилятора охлаждения силовых элементов	+	+	+
<b>Аппаратная часть преобразователя частоты. Входы/выходы, порты связи</b>			
Логика PNP/NPN	+	+	+
Цифровые входы	4	4	4
Цифровые входы/выходы	2	2	2
Цифровые выходы	–	–	–
Цифровой вход безопасного останова	+	опция	опция
Аналоговые входы (режим переключения)	2 – U/I	2 – U/I	2 – U/I
Аналоговые выходы	1– I	1– I	1– I
Релейные выходы	2	2	2
Опции расширения входов/выходов	+	+	+
Порты связи	USB/RS485	USB/RS485	USB/RS485
<b>Аппаратная часть преобразователя частоты. Максимальная длина кабеля двигателя без использования внешних фильтров, м</b>			
Экранированный	150	150	150
Неэкранированный	300	300	300
<b>Аппаратная часть преобразователя частоты. Рабочая температура, °C</b>			
Без снижения характеристик	0/+50 °C	0/+50 °C	0/+50 °C
С пониженными характеристиками	-10/+55 °C	-10/+55 °C	-10/+55 °C
<b>Возможности системы управления. Подключаемые двигатели</b>			
Трехфазный асинхронный	+	+	+
Синхронный (с постоянными магнитами)	+	–	+
Максимальная выходная частота, Гц	590	590	590
Частота ШИМ, кГц	2-16	2-16	2-16
Количество наборов параметров	4	4	4

## Технические характеристики преобразователей частоты «Данфосс» (продолжение)

Параметр	VLT® Automation Drive FC302	VLT® AQUA Drive FC 202	VLT® HVAC Drive FC 102
<b>Возможности системы управления. Способы управления двигателем.</b>			
Скалярное управление с редактированием кривой U/f	+	+	-
Управление скоростью без датчика обратной связи VVC+	+	+	+
Управление скоростью с датчиком обратной связи VVC+	+	-	-
Векторное управление Flux Vector Control	+	-	-
Режим управления моментом	+	-	-
<b>Возможности системы управления. Встроенные регуляторы.</b>			
ПИД-контроллеры процесса	1	4	4
ПИД-контроллеры скорости	+	-	-
ПИ-контроллер момента	+	-	-
Автонастройка ПИ-регуляторов	-	+	+
Каскадный П-ПИ регулятор (подчиненное управление)	-	+	+
Мультизонное регулирование	-	+	+
<b>Возможности системы управления. Защитные функции двигателя.</b>			
КТУ-датчик	+	-	-
Защита от перегрева двигателя (термистор I2/t без датчика)	+	+	+
Обрыв фазы двигателя	+	+	+
Прогрев обмоток двигателя	+	+	+
Защита двигателя от короткого замыкания	+	+	+
<b>Возможности системы управления. Специальные функции силовой части.</b>			
Автоматическая оптимизация энергопотребления	+	+	+
Автоматическая адаптация к двигателю (без вращения)	+	+	+
Старт на лету	+	+	+
Снижение шума ШИМ	+	+	+
Функция ограничения тока при перегрузке преобразователя частоты	-	+	+
Автоматическое снижение нагрузки при перегреве, пропадание фазы	-	+	+
Кинетический возврат энергии	+	+	+

## Технические характеристики преобразователей частоты «Дanfoss» (продолжение)

Параметр	VLT® Automation Drive FC302	VLT® AQUA Drive FC 202	VLT® HVAC Drive FC 102
<b>Опции и расширения преобразователя частоты. Протоколы связи (встраиваемые опции в слот A)</b>			
FC (встроенный)	+	+	+
ModBus RTU (RS485 встроен)	+	+	+
ModBus TCP IP (MCA 122)	опция	опция	опция
Profibus DP (MCA 101)	опция	опция	опция
DeviceNet (MCA 104)	опция	опция	опция
CanOpen (MCA 105)	опция	–	–
Ethernet IP (MCA 121)	опция	опция	–
LonWorks (MCA 108)	–	–	опция
BACnet (MCA 109)	–	–	опция
MetaSys N2 (встроенный)	–	+	+
Profinet SRT (MCA 120)	опция	опция	опция
L&S FLN (встроенный)	–	–	+
<b>Опции и расширения преобразователя частоты. Расширение входов/выходов (встроенные опции слот B)</b>			
Входы/выходы MCB101 (3 ц/вх, 2 а/вх, 2 ц/вых, 1 а/вых)	+	+	+
Плата подключения энкодера MCB102	+	–	–
Плата подключения резольвера MCB103	+	–	–
Плата реле MCB105 (3 реле)	+	+	+
Аналоговые входы/выходы MCB109 (3 входа, 3 выхода)	–	+	+
Входы терморезисторов РТС MCB112	+	–	–
Входы терморезисторов РТ100/1000 MCB114	–	+	–
Безопасные входы/выходы MCB108	+	–	–
Расширенный каскадный контроллер MCO101 (6 двигателей)	–	+	–
<b>Опции и расширения преобразователя частоты. Контроллеры (встроенные опции слот C)</b>			
Расширенная карта входов/выходов MCB113 (7 ц/вх, 2 а/вх, 4 реле)	+	–	–
Усовершенствованный каскадный контроллер MCO102 (8 двигателей)	–	+	–
Контроллер движения MCO305	+	–	–
Контроллер синхронизации MCO350	+	–	–
Контроллер позиционирования MCO351	+	–	–
Контроллер центрального намотчика MCO352	+	–	–
<b>Опции и расширения преобразователя частоты. Внешнее питание (встроенные опции слот D)</b>			
Плата внешнего питания 24 В MCB107	+	+	+
<b>Опции и расширения преобразователя частоты. Панели управления.</b>			
Цифровая панель	+	+	+
Графическая панель	+	+	+



## Технические характеристики преобразователей частоты «Данфосс» (продолжение)

Параметр	VLT® Automation Drive FC302	VLT® AQUA Drive FC 202	VLT® HVAC Drive FC 102
<i>Прикладные функции преобразователей частоты. Специальные функции панели управления.</i>			
Встроенное руководство (Help)	+	+	+
Поддержка русского языка	+	+	+
Защита паролем	+	+	+
<i>Прикладные функции преобразователей частоты.</i>			
Встроенный логический контроллер SLC	+	+	+
Настраиваемые S-образные кривые разгона-замедления	+	-	-
Точный останов, останов по счетчику	+	-	-
Автоматический пропуск резонансных частот	4	4	4
<i>Прикладные функции преобразователей частоты. Функции времени.</i>			
Часы реального времени/таймерные функции	-	+	+
Расчет энергопотребления, планирование ремонтов	-	+	+
Архивирование событий и аварий	+	+	+
<i>Прикладные функции преобразователей частоты. Специфические функции применений.</i>			
Пожарный режим	-	-	+
Контроль обрыва ремня	-	+	+
Компрессорные функции	-	-	+
Каскадный контроллер (3 двигателя)	-	+	+
Попеременная работа с двумя двигателями	-	+	+
Спящий режим	-	+	+
Защита от сухого хода	-	+	+
Защита от прорыва трубы	-	+	+
Защита обратного клапана	-	+	-
Режим заполнения пустой трубы	-	+	-
Компенсация потерь давления в длинных трубопроводах	-	+	+
Регулирование расхода по давлению (извлечение корня)	-	+	+
Качание (текстильные машины)	+	-	-
Управление механическим тормозом	+	-	-

# Типовые схемы с применением преобразователей частоты Danfoss

## 1. Схемы с одним агрегатом

В первом разделе представлены такие виды электрических схем, в которых предполагается использование только одного двигателя.

Наиболее широко распространенные варианты:

- преобразователь частоты управляет одним двигателем;
- преобразователь частоты управляет одним двигателем, с необходимостью использования выходного фильтра ПЧ;
- преобразователь частоты управляет одним двигателем с возможностью байпассирования ПЧ в случае его выхода из строя;
- преобразователь частоты управляет одним двигателем, с необходимостью использования выходного фильтра ПЧ, с возможностью байпассирования ПЧ в случае его выхода из строя.

### 1.1 Преобразователь частоты управляет одним двигателем

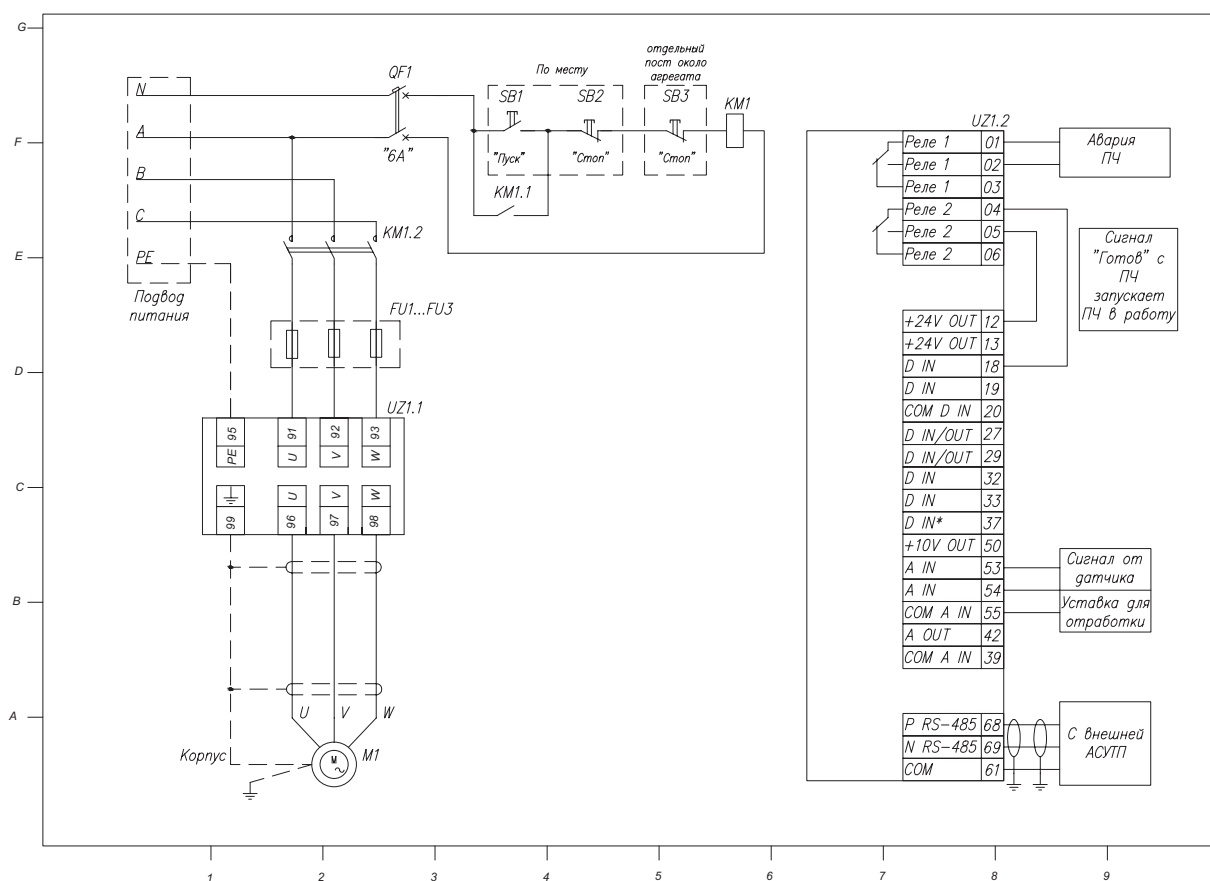


Таблица 1. Общее описание назначения компонентов схемы.

FU1...FU3	Предохранители для защиты преобразователя частоты от полного выгорания при возникновении короткого замыкания в какой-либо из фаз, а также для защиты от возгорания других элементов, подключенных к той же питающей сети
KM1	Силовой контактор для коммутирования преобразователя частоты к питающей сети. В схеме показана катушка контактора на 220 В и использован 1 дополнительный контакт
QF1	Автоматический выключатель для защиты контрольных цепей и пускорегулирующей аппаратуры
SB1	Кнопка «Пуск». Обычно используются кнопки с самовозвратом, нормально разомкнутые
SB2, SB3	Кнопки «Стоп». Обычно используются кнопки с самовозвратом, нормально замкнутые
UZ1	Преобразователь частоты Danfoss

## Описание

Схема 1.1 является базовым примером применения частотного регулирования в системе электропривода. Здесь используется преобразователь частоты, который управляет и защищает только один двигатель во всех режимах работы агрегата.

Так как преобразователь частоты защищает двигатель от коротких замыканий и перегрева, то обязательного для прямого пуска двигателя автоматического выключателя, защищающего двигатель, в схеме нет. В качестве устройства, защищающего преобразователь частоты и другие устройства, подключенные к этой же электрической сети, установлены предохранители FU1...FU3.

Ток срабатывания предохранителей выбирается исходя из номинального тока преобразователя частоты, и указан в Руководстве по проектированию на ту модель преобразователя частоты, которую Вы используете.

Алгоритм пуска, показанный на схеме 1.1, отрабатывается следующим образом:

1. В первый момент времени, автоматический выключатель QF1 замкнут, питание 3 фазы 380 В подведено. Контакт КМ1 разомкнут.
2. При нажатии кнопки SB1 (G4) «Пуск», по цепи N-QF1-SB1-SB2-SB3-КМ1-А начинает протекать синусоидальный ток. При прохождении тока через катушку контактора КМ1 (G6), замыкаются силовые контакты этого контактора КМ 1.2 (F3) – тем самым подводя питающее напряжение на преобразователь частоты. А также замыкается дополнительный контакт КМ1.1 (F4) – замыкая нажатую кнопку SB1. Контакт КМ1.1 установлен из-за того, что обычно в качестве кнопок «Пуск» используются кнопки без фиксации – то есть после одновременного нажатия кнопки, она возвращается в исходное положение (разомкнутое). Таким образом для продолжения работы системы после возвращения кнопки «Пуск» в исходное состояние, требуется осуществить «самоподхват» кнопки с помощью контакта силового контактора. Это мы и видим в схеме пускорегулирования данной системы.
3. Следует отметить, что при нажатии кнопки «Стоп» SB2 (G5) и кнопки «Стоп» SB3 (G6), цепь N-QF1-SB1-SB2-SB3-КМ1-А, питающая катушку контактора КМ1, разорвется. Ток через катушку КМ1 перестанет протекать и силовые контакты КМ1.1 разомкнутся, оставив преобразователь частоты без питания.

4. При подаче на ПЧ силового питания, он не сразу готов управлять двигателем. В ПЧ должны сначала произойти процессы подготовки к запуску (заряд конденсаторов звена постоянного напряжения внутри преобразователя). По схеме 1.1 пуск преобразователя произойдет после того, как реле 2 (F8) ПЧ переключится. Переключение этого реле произойдет тогда, когда ПЧ будет готов к началу полноценной работы с двигателем. Сигнал с реле заведен на дискретный вход ПЧ 18 (F9) – таким образом, команда «Пуск ПЧ» задается самим ПЧ при готовности его работы.
5. После переключения реле 2 ПЧ, он начинает отработывать тот принцип управления двигателем, который в нем настроен.
6. В качестве управления двигателем с помощью преобразователя частоты на схеме 1.1 показаны два варианта, которые могут использоваться, в том числе и отдельно.
  - Первый вариант – управление по протоколу Modbus RTU через RS-485 (стандартно во всех преобразователях частоты Danfoss). В этом случае используются выводы RS-485 – 68, 69, 61 (D8).
  - Второй вариант – управление по датчику обратной связи. В данной схеме датчик обратной связи подключен к аналоговому входу преобразователя частоты 53 (D9). Выход датчика может быть как токовый – 0...20 мА, так и по напряжению – 0...10 В. В качестве уставки, которую преобразователь должен отработать, используется внешняя уставка, приходящая также на аналоговый вход ПЧ – 54 (D9). Преобразователь частоты сравнивает значение, полученное с помощью датчика обратной связи со значением уставки. Если значения различаются, то преобразователь так меняет управление двигателем, чтобы разница между обоими значениями стала близка к 0.
7. При возникновении какой-либо аварии при работе ПЧ (например, перегрев обмоток двигателя, обнаружение короткого замыкания обмоток и т.д.), преобразователь выставит на Реле 1 (G8) сигнал об аварии (реле переключится) и остановит двигатель выбегом. При этом до нажатия кнопок SB2 или SB3, силовое питание будет подведено к преобразователю частоты.

## 1.2 Преобразователь частоты с выходным фильтром управляет одним двигателем

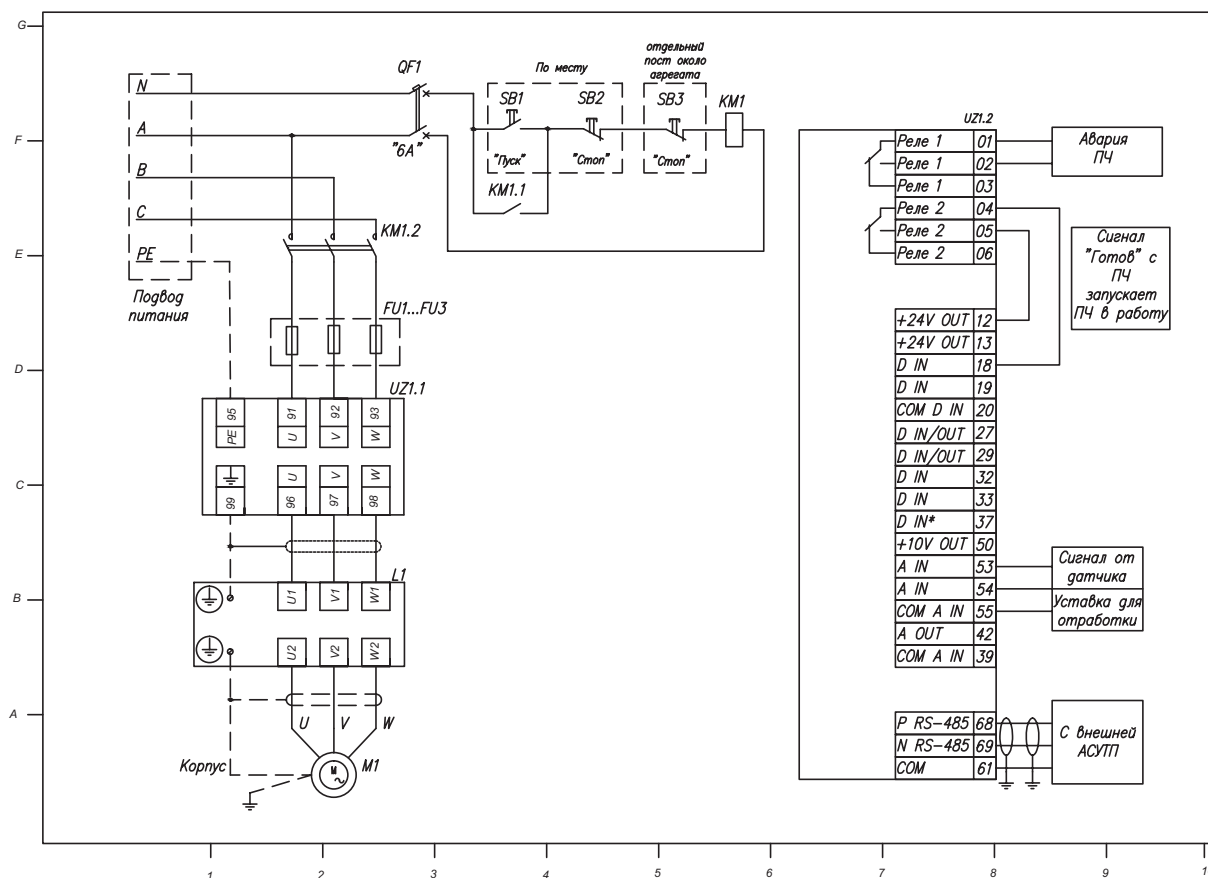


Таблица 1. Общее описание назначения компонентов схемы.

FU1...FU3	Предохранители для защиты преобразователя частоты от полного выгорания при возникновении короткого замыкания в какой-либо из фаз, а также для защиты от возгорания других элементов, подключенных к той же самой питающей сети
KM1	Силовой контактор для коммутирования преобразователя частоты к питающей сети. В схеме показана катушка контактора на 220 В и использован 1 доп. контакт
L1	Выходной фильтр (синусоидальный, либо dU/dt)
QF1	Автоматический выключатель для защиты контрольных цепей и пускорегулирующей аппаратуры
SB1	Кнопка «Пуск». Обычно используются кнопки с самовозвратом, нормально разомкнутые
SB2, SB3	Кнопки «Стоп». Обычно используются красные кнопки с самовозвратом, нормально замкнутые
UZ1	Преобразователь частоты Danfoss



## Описание

Схема 1.2 отличается от предыдущей схемы 1.1 только наличием выходного фильтра у преобразователя частоты.

Так как на силовых выходах преобразователя частоты коммутируется не синусоидальное напряжение (которое мы наблюдаем при подключении к сети переменного тока), а набор трапециидальных импульсов (при ШИМ-модуляции), огибающая которых уже формирует синусоиду, то при некоторых дополнительных условиях требуется введение выходного фильтра в систему. Danfoss предлагает 2 типа выходных фильтров для различных назначений: фильтр  $dU/dt$  и синусоидальный фильтр.

Одним из таких дополнительных условий для введения фильтра является необходимость управлять преобразователем частоты устаревшим двигателем с ограничением скорости нарастания напряжения. Задачей фильтра  $dU/dt$  как раз и является уменьшение крутизны фронта напряжения.  $dU/dt$  фильтры снижают пиковое напряжение и отношение  $dU/dt$  импульсов на клеммах двигателя примерно до 500 В/мкс.

Если требуется размещение двигателя на удаленном расстоянии от ПЧ (более 150 м при экранированном силовом кабеле и более 300 м при неэкранированном), то для нормальной работы ПЧ требуется установка синусоидального фильтра.

При работе с синусоидальным фильтром, обеспечивается синусоидальное междуфазное напряжение и синусоидальный ток. Благодаря этому, кабель двигателя можно увеличить до 500 м (1 км для типоразмера D преобразователя частоты и выше) без гарантированной характеристики ЭМС. Также, синусоидальные фильтры снижают нагрузку на изоляцию двигателя и устраняют акустический шум двигателя при его коммутации. Потери двигателя уменьшаются, так как на него подается синусоидальное напряжение питания

Таблица с подробным сравнением фильтров представлена в конце параграфа 1.

### 1.3 Преобразователь частоты управляет одним двигателем, с возможностью байпассирования

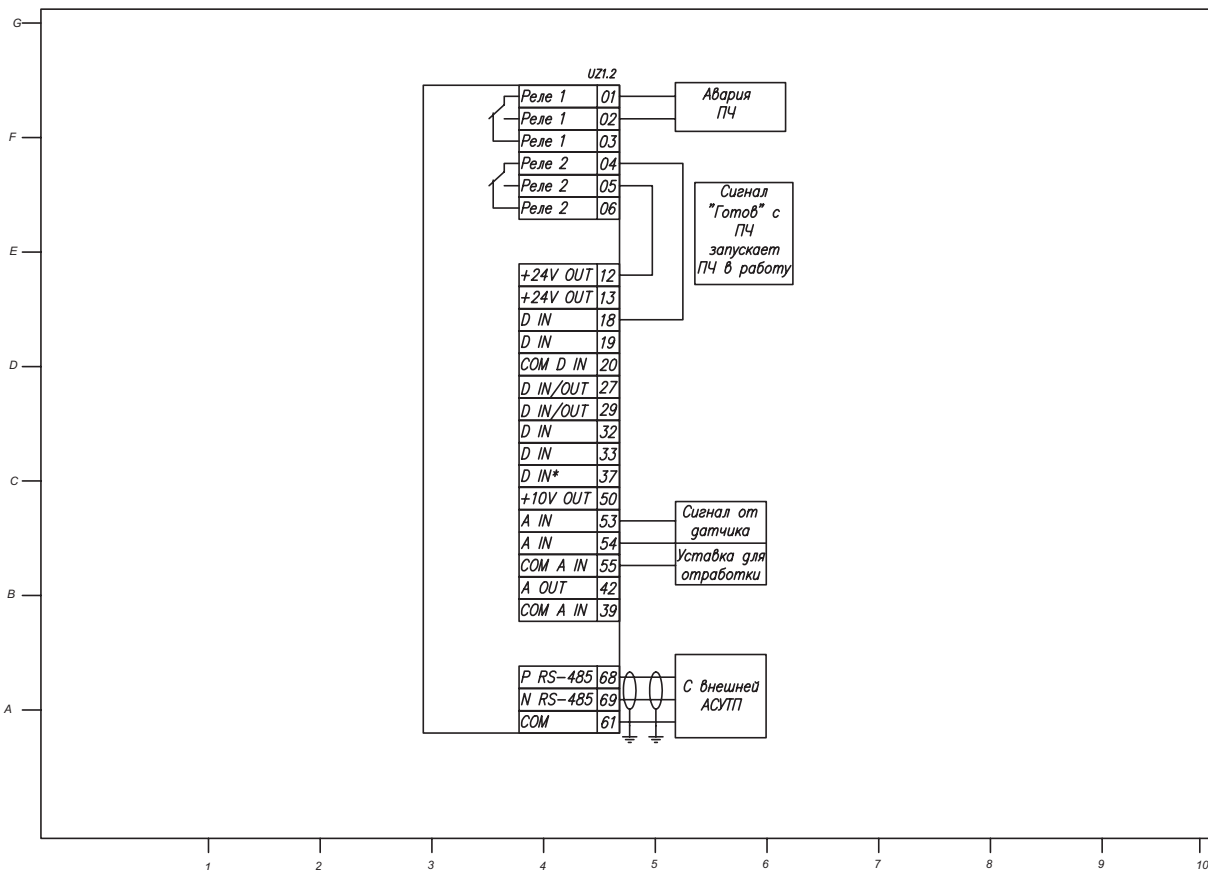
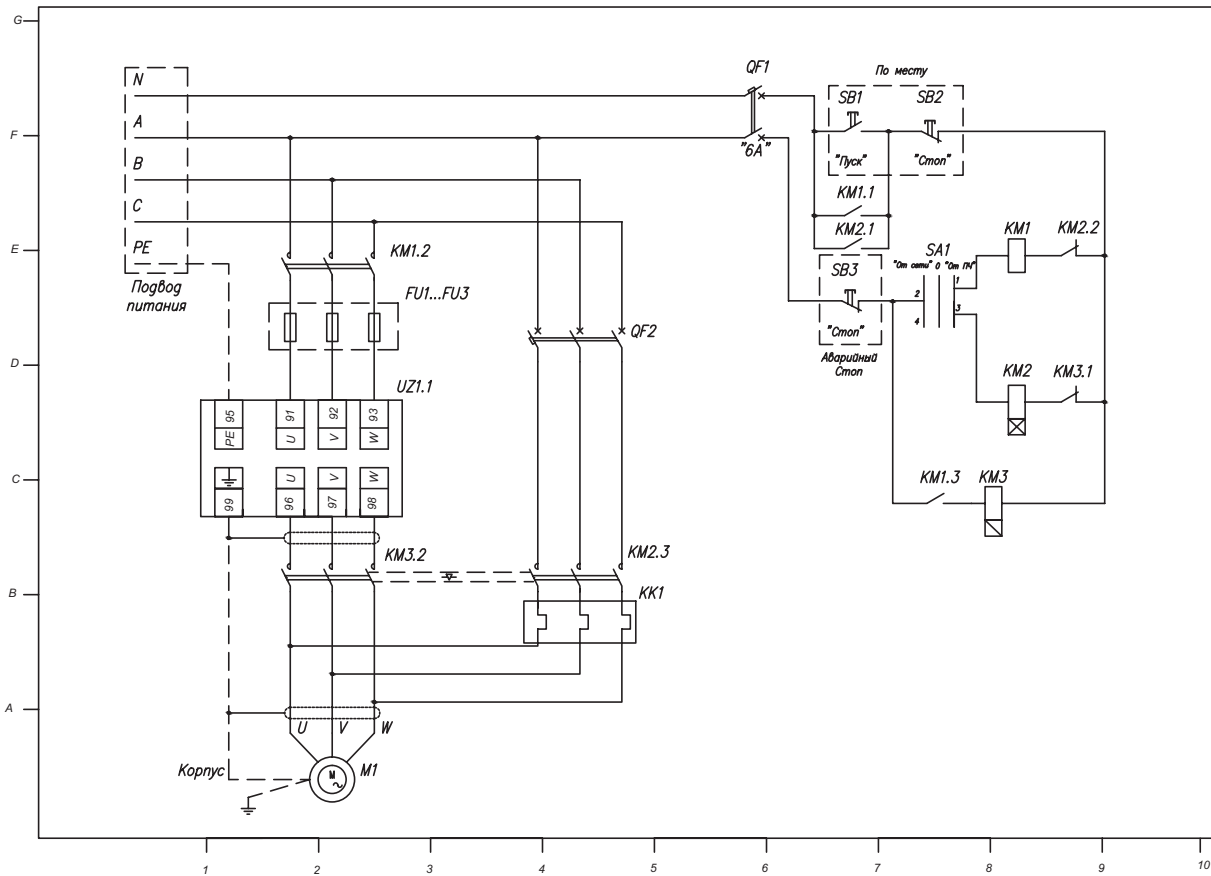


Таблица 1. Общее описание назначения компонентов схемы.

FU1...FU3	Предохранители для защиты преобразователя частоты от полного выгорания при возникновении короткого замыкания в какой-либо из фаз, а также для защиты от возгорания других элементов, подключенных к той же самой питающей сети
KM1	Силовой контактор для коммутирования преобразователя частоты к питающей сети. В схеме показана катушка контактора на 220 В и использованы 2 доп. контакта
KM2+KK1	Контактор, коммутирующий двигатель при работе напрямую от сети. Должен устанавливаться совместно с тепловой защитой двигателя
KM3	Силовой контактор для отключения преобразователя частоты из системы при работе двигателя напрямую от сети (для избегания токовых ударов на выходные клеммы ПЧ)
QF1	Автоматический выключатель для защиты контрольных цепей и пускорегулирующей аппаратуры
QF2	Автоматический выключатель для защиты двигателя от короткого замыкания при работе от сети
SA1	Переключатель режимов – работа двигателя от ПЧ, работа двигателя от сети
SB1	Кнопка «Пуск». Обычно используются кнопки с самовозвратом, нормально разомкнутые
SB2, SB3	Кнопки «Стоп». Обычно используются красные кнопки с самовозвратом, нормально замкнутые
UZ1	Преобразователь частоты Danfoss

#### Описание

На схеме 1.3 показан пример применения ПЧ, когда требуется продолжение работы двигателя в случае выхода из строя преобразователя частоты, то есть когда простой двигателя не допускается. Важным ограничением этой схемы является то, что переключение двигателя на сеть предполагается **только при аварии ПЧ**. То есть переключение на сеть при работающем двигателе недопустимо (в том числе и быстрое переключение двигателя с ПЧ на сеть, без паузы на его полный останов).

Для предотвращения быстрого переключения двигателя с преобразователя на сеть, на переключение катушек контакторов KM2 и KM3 установлены задержки: для катушки KM2 – задержка на срабатывание при включении; для катушки KM3 – задержка на срабатывание при отключении.

---

*Если возможны ситуации неконтролируемого мгновенного переключения двигателя с работы от ПЧ на работу от сети – обязательно требуется установка задержек на замыкание контактора, коммутирующего двигатель к сети. Время задержки должно быть больше времени останова двигателя выбегом.*

---



В режиме, когда преобразователь частоты управляет двигателем, он же и защищает его от коротких замыканий и перегрева, поэтому в таком режиме не установлен автоматический выключатель с функцией защиты двигателя. В качестве устройства, защищающего преобразователь частоты и другие устройства, подключенные к этой же электрической сети, установлены предохранители FU1...FU3.

Ток срабатывания предохранителей выбирается исходя из номинального тока преобразователя частоты, и указан в Руководстве по проектированию на ту модель преобразователя частоты, которую Вы используете.

В ветку, к которой двигатель подключается при работе от сети, необходимо устанавливать те же самые защиты, какие Вы устанавливаете при прямом пуске двигателя. В схеме 1.3, например, установлен автоматический выключатель для защиты двигателя QF2, а также тепловое реле KK1.

Алгоритм пуска, показанный на схеме 1.3, срабатывает следующим образом:

1. В первый момент времени, автоматические выключатели QF1 и QF2 замкнуты, питание 3 фазы 380 В подведено. Контактors KM1...KM3 разомкнуты.
2. Для пуска двигателя от преобразователя частоты необходимо замкнуть контакты 1-2 у переключателя SA1 (F8).
3. Далее, при нажатии кнопки SB1 (G7) «Пуск», по цепи N-QF1-SB1-SB2-SB3-KM2.2-KM1-SA1:1,2-A начинает протекать синусоидальный ток. Дополнительный контакт KM1.3 также замыкает цепь катушки контактора KM3. При прохождении тока через катушки контакторов KM1 (F9) и KM3 (C9), замыкаются силовые контакты этих контакторов KM 1.2 (E3) и KM3.2 (C3) – тем самым подключая питающее напряжение к преобразователю частоты, а сам ПЧ подключая к двигателю. Также замыкается дополнительный контакт KM1.1 (F7) – замыкая нажатую кнопку SB1. Контакт KM1.1 установлен из-за того, что обычно в качестве кнопок «Пуск» используются кнопки без фиксации – то есть после одновременного нажатия кнопки, она возвращается в исходное положение (разомкнутое). Таким образом, для продолжения работы системы после возвращения кнопки «Пуск» в исходное состояние, требуется осуществить «самоподхват» кнопки с помощью контакта силового контактора. Это мы и видим в схеме пускорегулирования данной системы.
4. Следует отметить, что при нажатии кнопки «Стоп» SB2 (G8) и кнопки «Стоп» SB3 (E7), цепь N-QF1-SB1-SB2-SB3—KM2.2-KM1-SA1:1,2-A, питающая катушку контакторов KM1 разорвется. Ток через эту и катушку KM3 перестанет протекать и силовые контакты KM1.1 и KM3.1 разомкнутся, оставив преобразователь частоты без питания. Но так как у KM3 установлена задержка на выключение, выход ПЧ будет все так же подключен к двигателю какое-то конечное время.

5. При подаче на ПЧ силового питания, он не сразу готов управлять двигателем. В ПЧ должны сначала произойти процессы подготовки к запуску (заряд конденсаторов звена постоянного напряжения внутри преобразователя). По схеме 1.3 пуск преобразователя произойдет только после того, как реле 2 (E4 лист 2) ПЧ переключится. Переключение этого реле произойдет тогда, когда ПЧ будет готов к началу полноценной работы с двигателем. Сигнал с реле заведен на дискретный вход ПЧ 18 (E4 лист 2) – таким образом, команда «Пуск ПЧ» задается самим ПЧ при готовности его работы.
6. После переключения реле 2 ПЧ, он начинает обрабатывать тот принцип управления двигателем, который в нем настроен.
7. В качестве принципов управления двигателем с помощью преобразователя частоты на схеме 1.3 показаны два варианта, которые могут использоваться, в том числе и отдельно.

- Первый вариант – управление по протоколу Modbus RTU через RS-485 (стандартно во всех преобразователях частоты Danfoss). В этом случае используются выводы RS-485 – 68, 69, 61 (C4 лист 2).
- Второй вариант – управление по датчику обратной связи. В данной схеме датчик обратной связи подключен к аналоговому входу преобразователя частоты 53 (D4 лист 2).

Выход датчика может быть как токовый – 0...20 мА, так и по напряжению – 0...10 В. В качестве уставки, которую преобразователь должен отработать используется внешняя уставка, приходящая также на аналоговый вход ПЧ – 54 (D4 лист 2). Преобразователь частоты сравнивает значение, полученное с помощью датчика обратной связи со значением уставки. Если значения различаются, то преобразователь так меняет управление двигателем, чтобы разница между обоими значениями стала близка к 0.



8. При возникновении какой-либо аварии при работе ПЧ (например, перегрев обмоток двигателя, обнаружение короткого замыкания обмоток и т.д.), преобразователь выставит на Реле 1 (F4 лист 2) сигнал об аварии (реле переключится) и остановит двигатель выбегом. При этом до нажатия кнопок SB2 или SB3, силовое питание будет подведено к преобразователю частоты.

При обнаружении преобразователем частоты какой-либо ошибки в работе, после останова двигателя есть возможность осуществить запуск двигателя на прямую от сети. В этом случае нужно иметь в виду, что если авария, обнаруженная ПЧ связана с неисправностью в работе самого двигателя, то предварительно следует устранить эту неисправность.

Для работы в этом режиме, потребуется переключить переключатель SA1 (F8) в положение «Работа от сети», то есть замкнуть его контакты 3-4.

После этого, при нажатии кнопки SB1 «Пуск» (G7), ток начнет протекать через катушку контактора KM2 (D9), замкнутся силовые контакты этого контактора KM2.3 (D5), а также вспомогательный контакт KM2.1 (F7). KM2.1 требуется также для осуществления «самоподхвата» кнопки SB1.

### 1.4 Преобразователь частоты с выходным фильтром управляет одним двигателем, с возможностью байпассирования

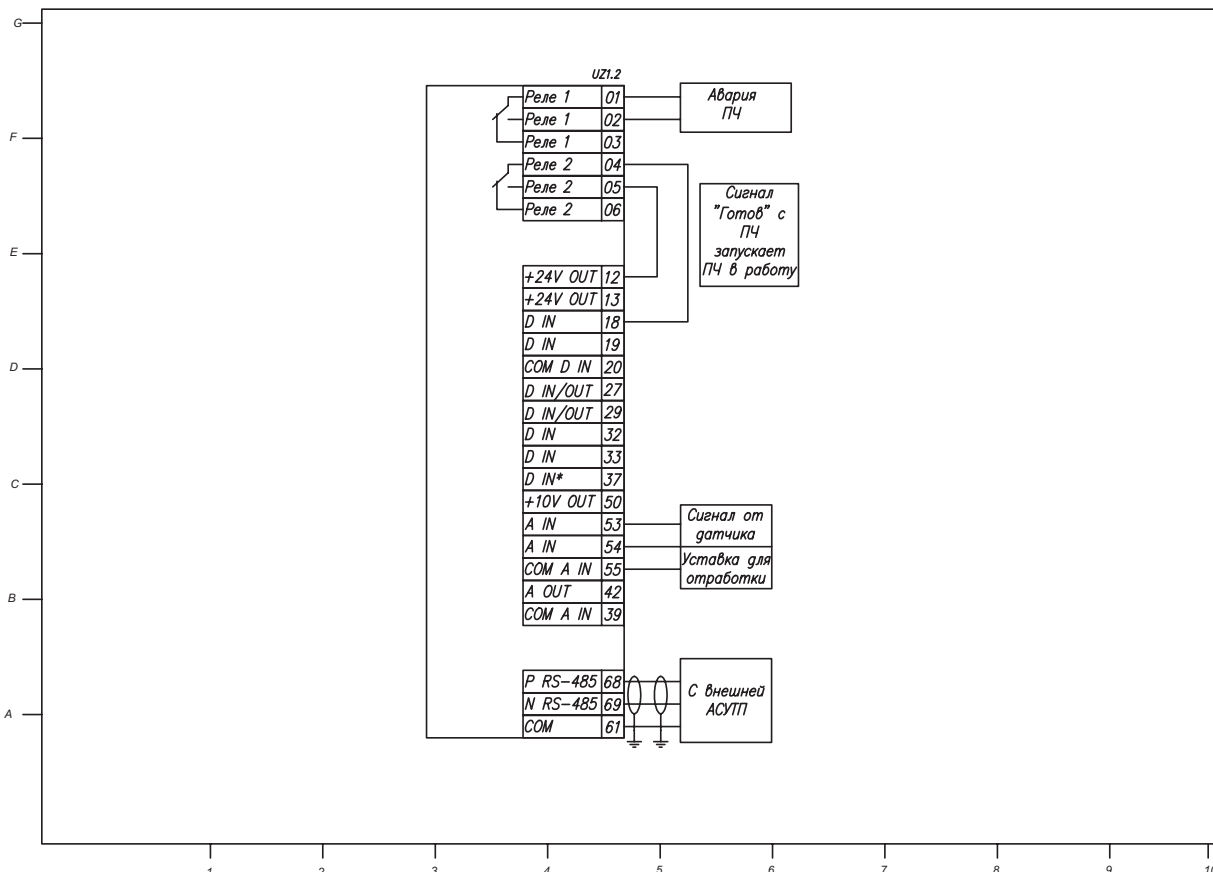
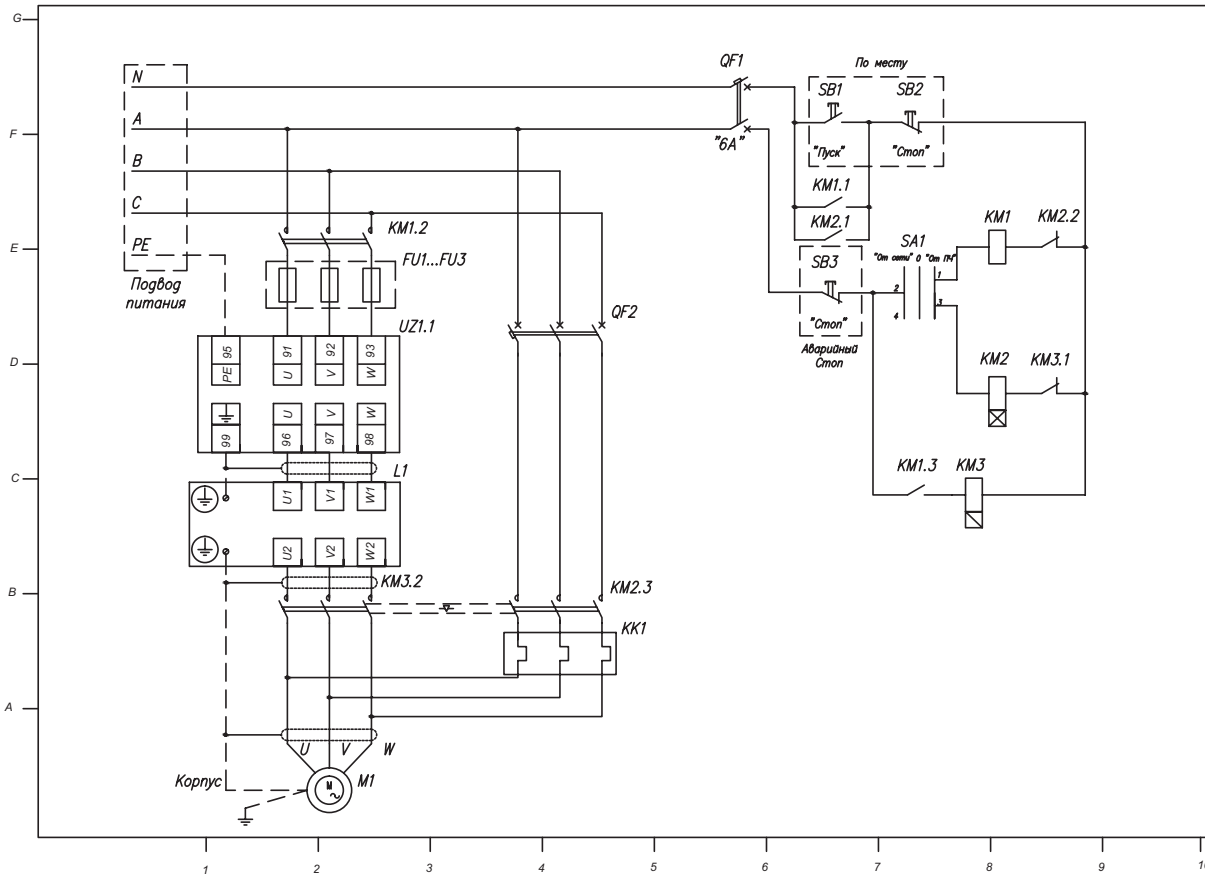


Таблица 1. Общее описание назначения компонентов схемы.

FU1...FU3	Предохранители для защиты преобразователя частоты от полного выгорания при возникновении короткого замыкания в какой-либо из фаз, а также для защиты от возгорания других элементов, подключенных к той же самой питающей сети
KM1	Силовой контактор для коммутирования преобразователя частоты к питающей сети. В схеме показана катушка контактора на 220 В и использованы 2 доп. контакта
KM2+KK1	Контактор, коммутирующий двигатель при работе напрямую от сети. Должен устанавливаться совместно с тепловой защитой двигателя
KM3	Силовой контактор для отключения преобразователя частоты из системы при работе двигателя напрямую от сети (для избегания токовых ударов на выходные клеммы ПЧ)
L1	Выходной фильтр (синусоидальный, либо du/dt)
QF1	Автоматический выключатель для защиты контрольных цепей и пускорегулирующей аппаратуры
QF2	Автоматический выключатель для защиты двигателя от короткого замыкания при работе от сети
SA1	Переключатель режимов – работа двигателя от ПЧ, работа двигателя от сети
SB1	Кнопка «Пуск». Обычно используются кнопки с самовозвратом, нормально разомкнутые
SB2, SB3	Кнопки «Стоп». Обычно используются красные кнопки с самовозвратом, нормально замкнутые
UZ1	Преобразователь частоты Danfoss

#### Описание

Схема 1.4 отличается от предыдущей схемы 1.3 только наличием выходного фильтра у преобразователя частоты.

Условия, в которых необходимо использование выходных фильтров указаны в описании к схеме 1.2.

Таблица с подробным сравнением фильтров представлена в конце главы 1.

## 2. Схемы по типу «рабочий – резервный»

### 2.1 Преобразователь частоты управляет рабочим двигателем, резервный двигатель работает от сети

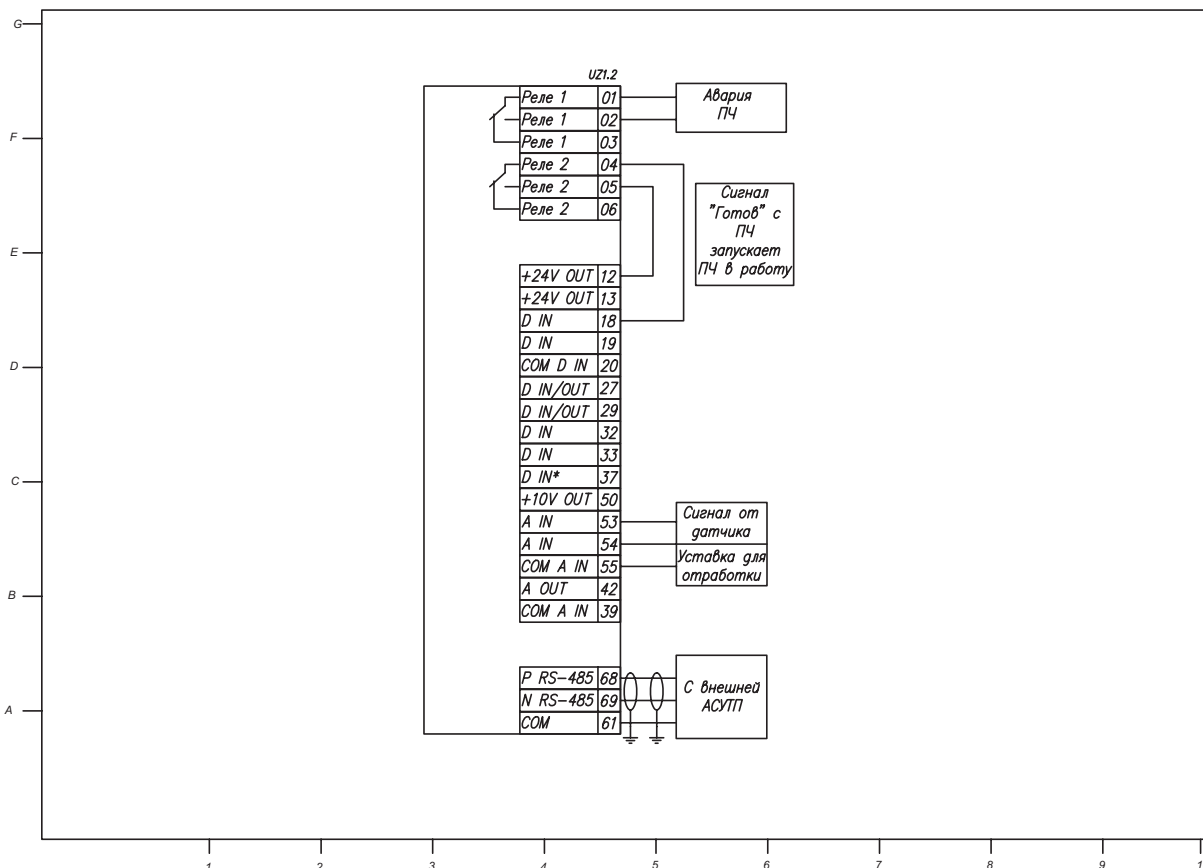
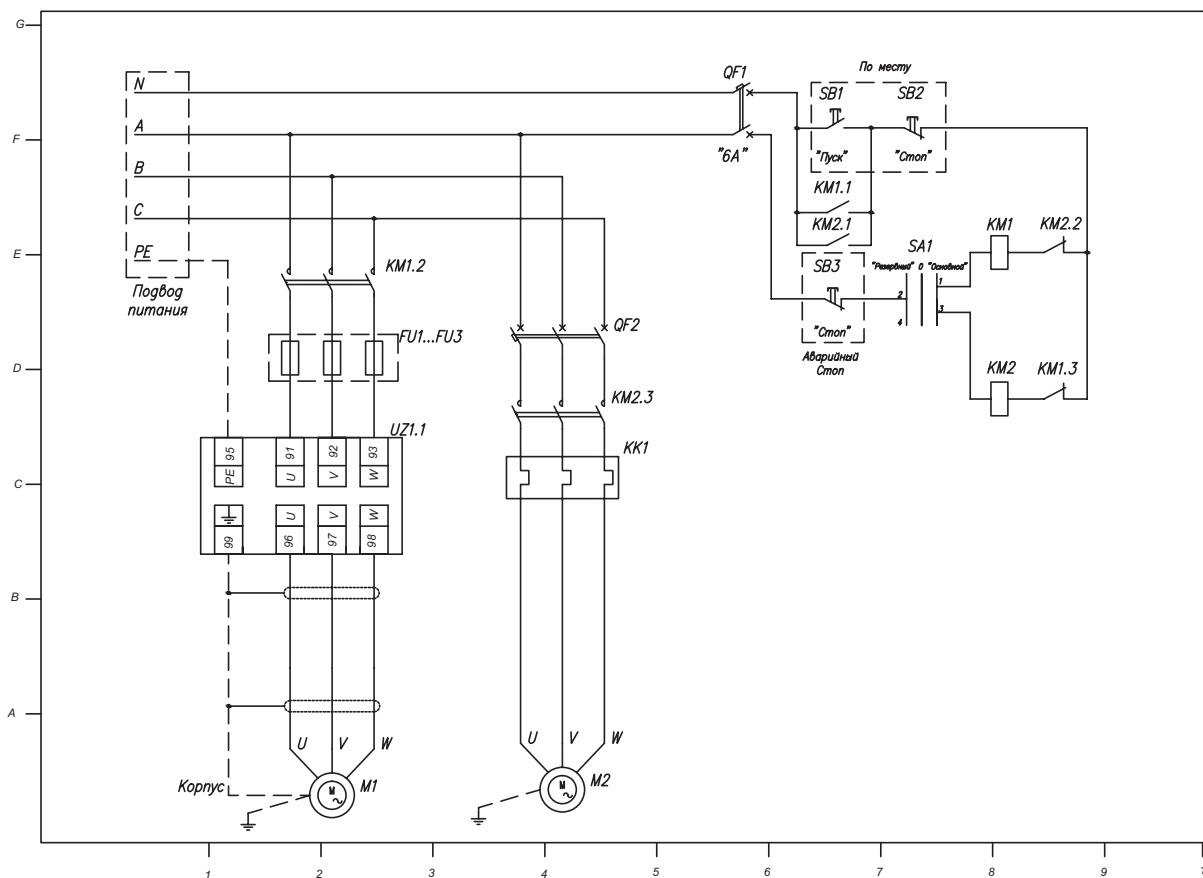




Таблица 1. Общее описание назначения компонентов схемы.

FU1...FU3	Предохранители для защиты преобразователя частоты от полного выгорания при возникновении к.з. в какой-либо из фаз, а также для защиты от возгорания других элементов, подключенных к той же самой питающей сети
KM1	Силовой контактор для коммутирования преобразователя частоты к питающей сети. В схеме показана катушка контактора на 220 В и использовано 2 доп. контакта
KM2+KK1	Силовой контактор для коммутирования резервного двигателя M2 к сети. В схеме показана катушка контактора на 220 В и использовано 2 доп. контакта. Также, в качестве тепловой защиты двигателя использовано тепловое реле KK1
QF1	Автоматический выключатель для защиты контрольных цепей и пускорегулирующей аппаратуры
QF2	Автоматический выключатель для защиты резервного двигателя M2 от короткого замыкания
SA1	Переключатель режимов – основной двигатель, резервный двигатель
SB1	Кнопка «Пуск». Обычно используются кнопки с самовозвратом, нормально разомкнутые
SB2, SB3	Кнопки «Стоп». Обычно используются красные кнопки с самовозвратом, нормально замкнутые
UZ1	Преобразователь частоты Danfoss для частотного регулирования основного двигателя

### Описание

На схеме 2.1 показано возможное подключение устройств для работы по принципу «Рабочий-Резервный». В данном случае в качестве основного двигателя используется двигатель с обозначением M1 (A3), который работает с переменной частотой, формируемой преобразователем частоты UZ1 (D3).

В качестве резервного двигателя используется двигатель M2 (A5), который запускается при аварии ПЧ или M1, и работает на постоянной частоте от сети; либо чередуется с двигателем M1 через определенный промежуток времени. Переключатель режимов SA1 (F8) дает возможность ручного переключения между основным двигателем и резервным.

В режиме, когда преобразователь частоты управляет двигателем, он же и защищает его от коротких замыканий и перегрева, поэтому в этом режиме не установлен автоматический выключатель с функцией защиты двигателя. В качестве устройства, защищающего преобразователь частоты и другие устройства, подключенные к этой же электрической сети, установлены предохранители FU1...FU3.

Номинал срабатывания предохранителей выбирается исходя из номинального тока преобразователя частоты, и указан в Руководстве по проектированию на ту модель преобразователя частоты, которую Вы используете.

В режиме, когда работает резервный двигатель, необходимо устанавливать те же самые защиты, какие Вы устанавливаете при прямом пуске двигателя. В схеме 2.1, например, установлен автоматический выключатель для защиты двигателя QF2, а также тепловое реле KK1.

Схема пуска, показанная на схеме 2.1, срабатывает следующим образом:

1. В первый момент времени, автоматические выключатели QF1 и QF2 замкнуты, питание 3 фазы 380 В подведено. Контакторы KM1 и KM2 разомкнуты.
2. Для пуска основного частотно-регулируемого двигателя необходимо замкнуть контакты 1-2 у переключателя SA1 (F8).
3. Далее, при нажатии кнопки SB1 (G7) «Пуск», по цепи N-QF1-SB1-SB2-KM2.2-KM1-SA1:1,2- SB3-A начинает протекать синусоидальный ток. При прохождении тока через катушку контактора KM1 (F9), замыкаются силовые контакты этого контактора KM 1.2 (E3) – тем самым подключая питающее напряжение к преобразователю частоты. Также замыкается низковольтный контакт KM1.1 (F7) – замыкая нажатую кнопку SB1. Контакт KM1.1 установлен из-за того, что обычно в качестве кнопок «Пуск» используются кнопки без фиксации – то есть после одновременного нажатия кнопки, она возвращается в исходное положение (разомкнутое). Таким образом, для продолжения работы системы после возвращения кнопки «Пуск» в исходное состояние, требуется осуществить «самоподхват» кнопки с помощью контакта силового контактора. Это мы и видим в схеме пускорегулирования данной системы.
4. Следует отметить, что при нажатии кнопки «Стоп» SB2 (G8) или кнопки «Стоп» SB3 (E7), цепь N-QF1-SB1-SB2-KM2.2-KM1-SA1:1,2- SB3-A, питаю-

щая катушку контактора КМ1, разорвется.

Ток через катушку перестанет протекать и силовые контакты КМ1.1 разомкнутся, оставив преобразователь частоты без питания.

5. При подаче на ПЧ силового питания, он не сразу готов управлять двигателем. В ПЧ должны сначала произойти процессы подготовки к запуску (заряд конденсаторов звена постоянного напряжения внутри преобразователя). По схеме 2.1 пуск преобразователя произойдет только после того, как реле 2 ПЧ (F6 лист 2) переключится. Переключение этого реле произойдет тогда, когда ПЧ будет готов к началу полноценной работы с двигателем. Сигнал с реле заведен на дискретный вход ПЧ 18 (E6 лист 2) – таким образом, команда «Пуск ПЧ» задается самим ПЧ при готовности его работы.
6. После переключения реле 2 ПЧ, он начинает обрабатывать тот принцип управления двигателем, который в нем настроен.
7. В качестве управления двигателем с помощью преобразователя частоты на схеме 2.1 показаны два варианта, которые могут использоваться в том числе и отдельно.
  - Первый вариант – управление по протоколу Modbus RTU через RS-485 (стандартно во всех преобразователях частоты Danfoss). В этом случае используются выводы RS-485 – 68, 69, 61 (С6 лист 2).
  - Второй вариант – управление по датчику обратной связи. В данной схеме датчик обратной связи подключен к аналоговому входу преобразователя частоты 53 (D6 лист 2). Выход датчика может быть как токовый – 0...20 мА, так и по напряжению – 0...10 В.

В качестве уставки, которую преобразователь должен отработать, используется внешняя уставка, приходящая также на аналоговый вход ПЧ – 54 (D6 лист 2). Преобразователь частоты сравнивает значение, полученное с помощью датчика обратной связи со значением уставки. Если значения различаются, то преобразователь так меняет управление двигателем, чтобы разница между обоими значениями стала близка к 0.

8. При возникновении какой-либо аварии при работе ПЧ (например, перегрев обмоток двигателя, обнаружение короткого замыкания обмоток и т.д.), преобразователь выставит на Реле 1 (F6 лист 2) сигнал об аварии (реле переключится) и остановит двигатель выбегом. При этом до нажатия кнопок SB2 или SB3, силовое питание будет подведено к преобразователю частоты.

При обнаружении преобразователем частоты какой-либо ошибки, после останова двигателя, есть возможность, при необходимости, осуществить запуск резервного двигателя, подключенного напрямую к сети.

Для этого, потребуется переключить переключатель SA1 (F8) в положение «Резервный двигатель», замкнув его контакты 3-4.

После этого, при нажатии кнопки SB1 «Пуск» (G7), ток начнет протекать через катушку контактора КМ2 (D9), замкнутся силовые контакты этого контактора КМ2.3 (D5), а также вспомогательный контакт КМ2.1 (F7). КМ2.1 требуется для осуществления «самоподхвата» кнопки SB1 (по аналогии с КМ1.1).

<b>Преимущества данной схемы</b>	Использование только одного преобразователя частоты позволяет сэкономить на покупке и установке частотного привода для резервного двигателя, что приведет к снижению общих затрат.
<b>Ограничения</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• нет полного замещения основной ветки системы;</li><li>• сохраняются пусковые токи при пуске резервного двигателя, что оказывает существенное влияние на питающую сеть, особенно при использовании мощных двигателей. Отсутствие плавного пуска может вызвать гидроудар в насосных системах;</li><li>• работа резервного электродвигателя не регулируется;</li><li>• необходимо дополнительное коммутационное оборудование для ввода резерва (автоматический выключатель защиты двигателя, контакторы на большой ток);</li><li>• высокое энергопотребление при работе резервного агрегата (по сравнению с основной веткой);</li><li>• наивысшая стоимость владения (по сравнению с другими предложенными вариантами).</li></ul>

## 2.2 Преобразователь частоты управляет рабочим двигателем, резервный двигатель работает от устройства плавного пуска

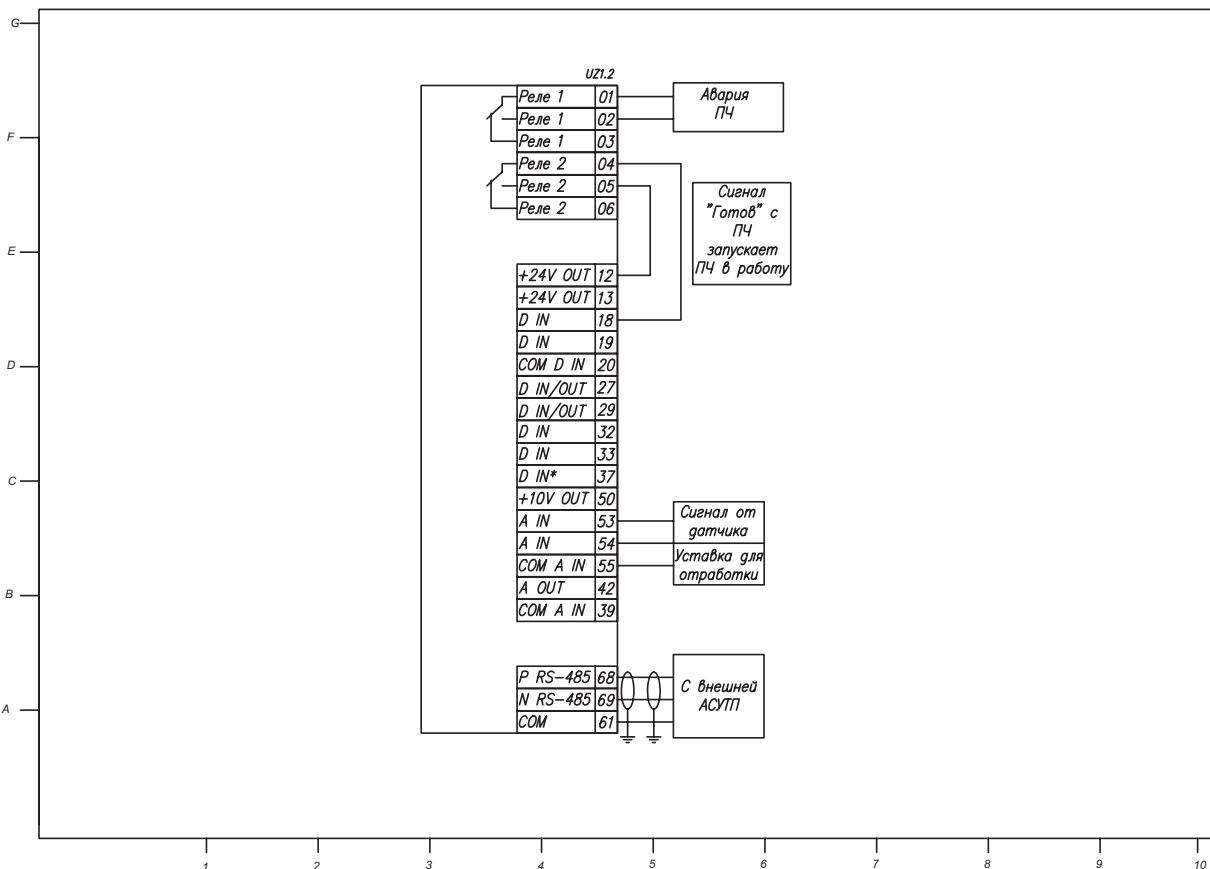
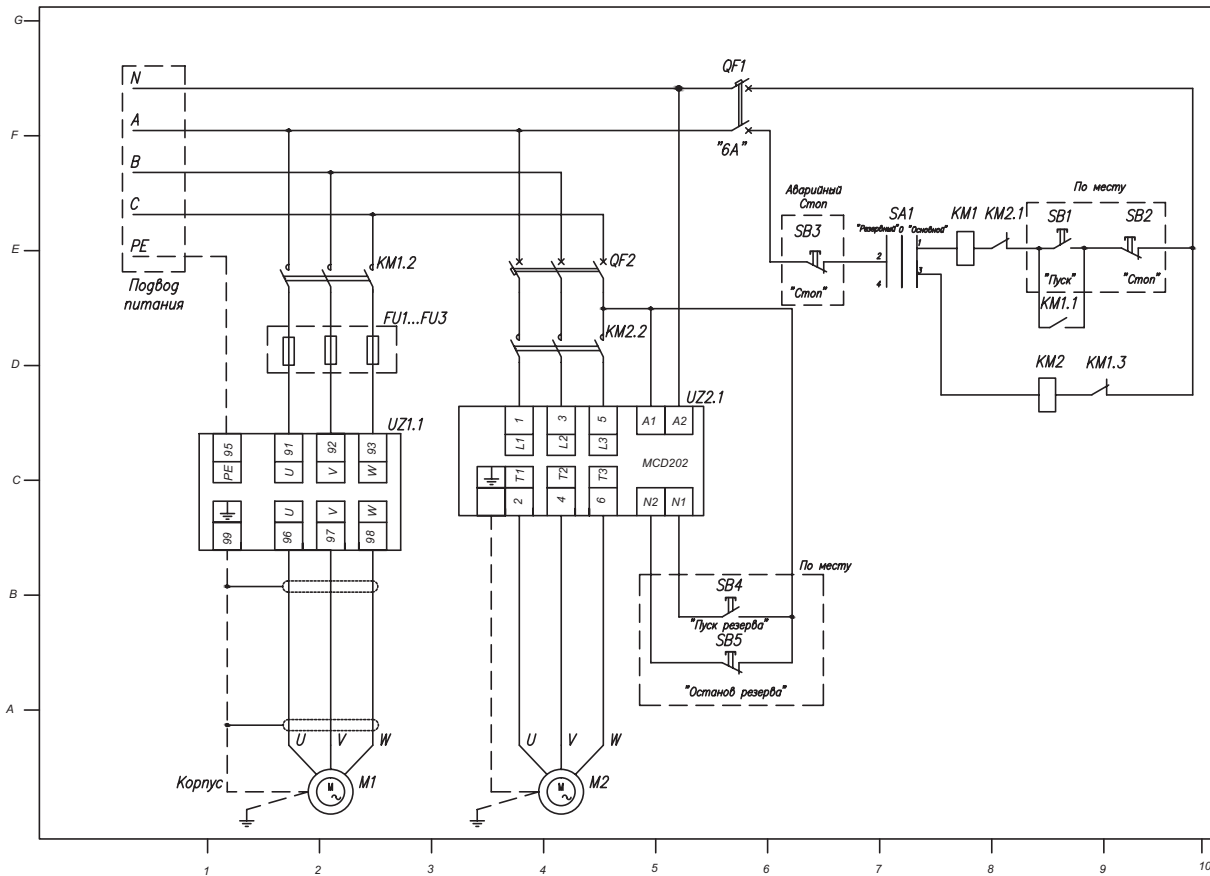




Таблица 1. Общее описание назначения компонентов схемы.

FU1...FU3	Предохранители для защиты преобразователя частоты от полного выгорания при возникновении к.з. в какой-либо из фаз, а также для защиты от возгорания других элементов, подключенных к той же самой питающей сети
KM1	Силовой контактор для коммутирования преобразователя частоты к питающей сети. В схеме показана катушка контактора на 220 В и использовано 2 доп. контакта
KM2	Силовой контактор для коммутирования резервного двигателя М2 к сети через устройства плавного пуска. В схеме показана катушка контактора на 220 В и использован 1 доп. контакт.
QF1	Автоматический выключатель для защиты контрольных цепей и пускорегулирующей аппаратуры
QF2	Автоматический выключатель для защиты УПП от полного выгорания при неполадке какой-либо части устройства
SA1	Переключатель режимов – основной двигатель, резервный двигатель
SB1, SB4	Кнопки «Пуск». Обычно используются кнопки с самовозвратом, нормально разомкнутые
SB2, SB3, SB5	Кнопки «Стоп». Обычно используются красные кнопки с самовозвратом, нормально замкнутые
UZ1	Преобразователь частоты Danfoss для частотного регулирования основного двигателя
UZ2	Устройство плавного пуска Danfoss, для запуска резервного двигателя

### Описание

На схеме 2.2 показан еще один вариант подключения для режима Рабочий – Резервный. В данном случае, резервный двигатель запускается не напрямую от питающей сети, а с помощью устройства плавного пуска (УПП).

Основной двигатель М1 работает с переменной частотой, формируемой преобразователем частоты UZ1. Резервный двигатель М2 запускается через УПП, чтобы избежать больших пусковых токов при включении.

Принцип включения основного двигателя в работу такой же, как в схеме 2.1.

Резерв же вводится следующим образом: при необходимости ввести резервный двигатель, требуется переключить переключатель режимов SA1 в поло-

жение «Резервный двигатель», то есть замкнуть его контакты 3-4. Замыкание 3-4 позволит току пойти по цепи: А-QF1-SB3-SA1:4,3-KM2-KM1.3-N-QF1. При прохождении тока через катушку KM2, замкнутся силовые контакты контактора KM2.2 (E5) и к УПП будет подведено силовое питание.

Далее, потребуется нажать кнопку SB4(B6) «Пуск резерва» для начала работы УПП. После этого, УПП начнет разгонять двигатель и через время пуска переключит его на сеть (когда уже не будут формироваться пики пускового тока).

Для останова резерва требуется нажать кнопку SB5 (B6) «Останов резерва».

<b>Преимущества данной схемы</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• более экономичный вариант, чем установка ПЧ на резерв, но может оказаться более затратным по сравнению с пуском резервного двигателя от сети;</li> <li>• существенное снижение пусковых токов по сравнению с пуском резервного двигателя от сети. Что наиболее важно для насосных систем, так как при этом исключается возможность появления гидроударов в системе.</li> <li>• отслеживание токов двигателя по датчикам тока в каждой фазе двигателя (в составе УПП);</li> <li>• меньшее энергопотребление по сравнению с пуском резервного ЭД от сети.</li> </ul>
<b>Ограничения</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• нет полного замещения основной ветки системы;</li> <li>• работа резервного электродвигателя не регулируется;</li> <li>• большее энергопотребление по сравнению с пуском резервного ЭД от ПЧ;</li> <li>• высокая стоимость владения.</li> </ul>

### 2.3 Два преобразователя частоты управляют рабочим и резервным двигателями

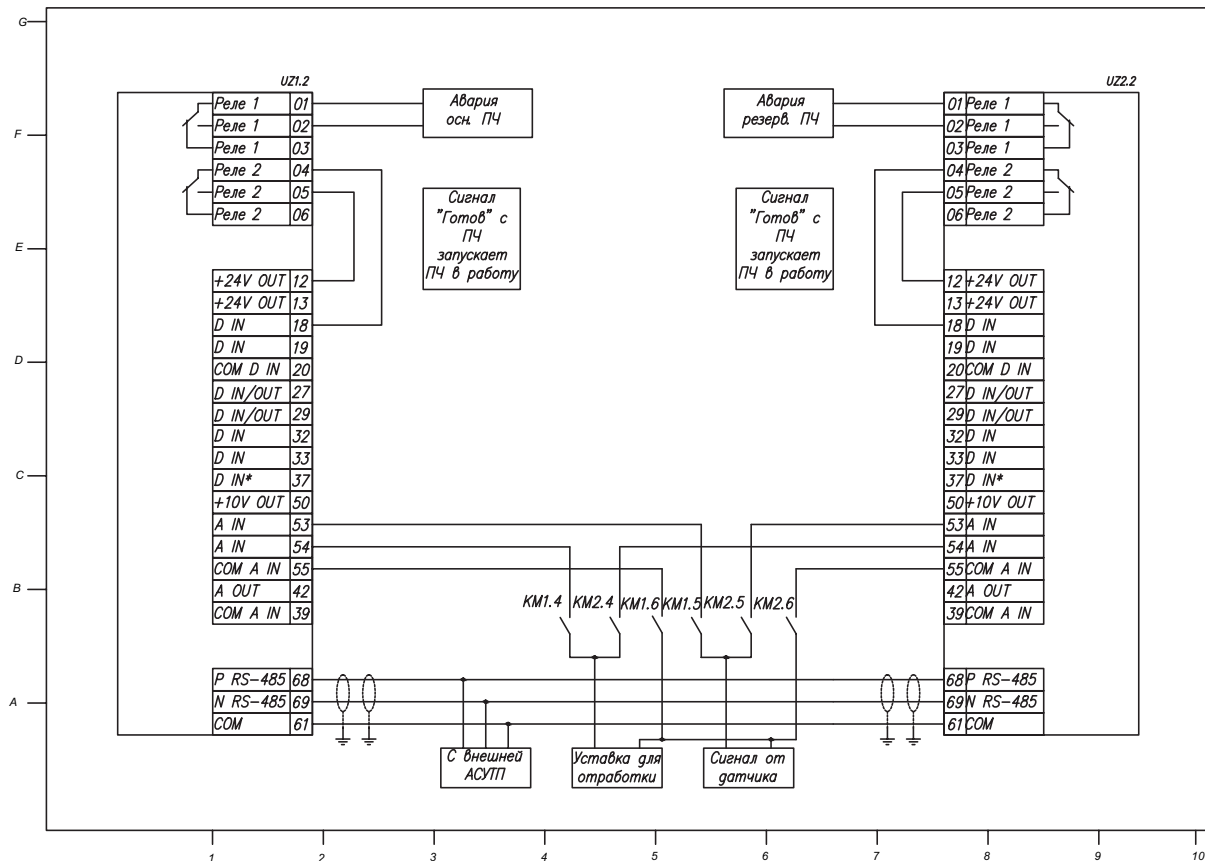
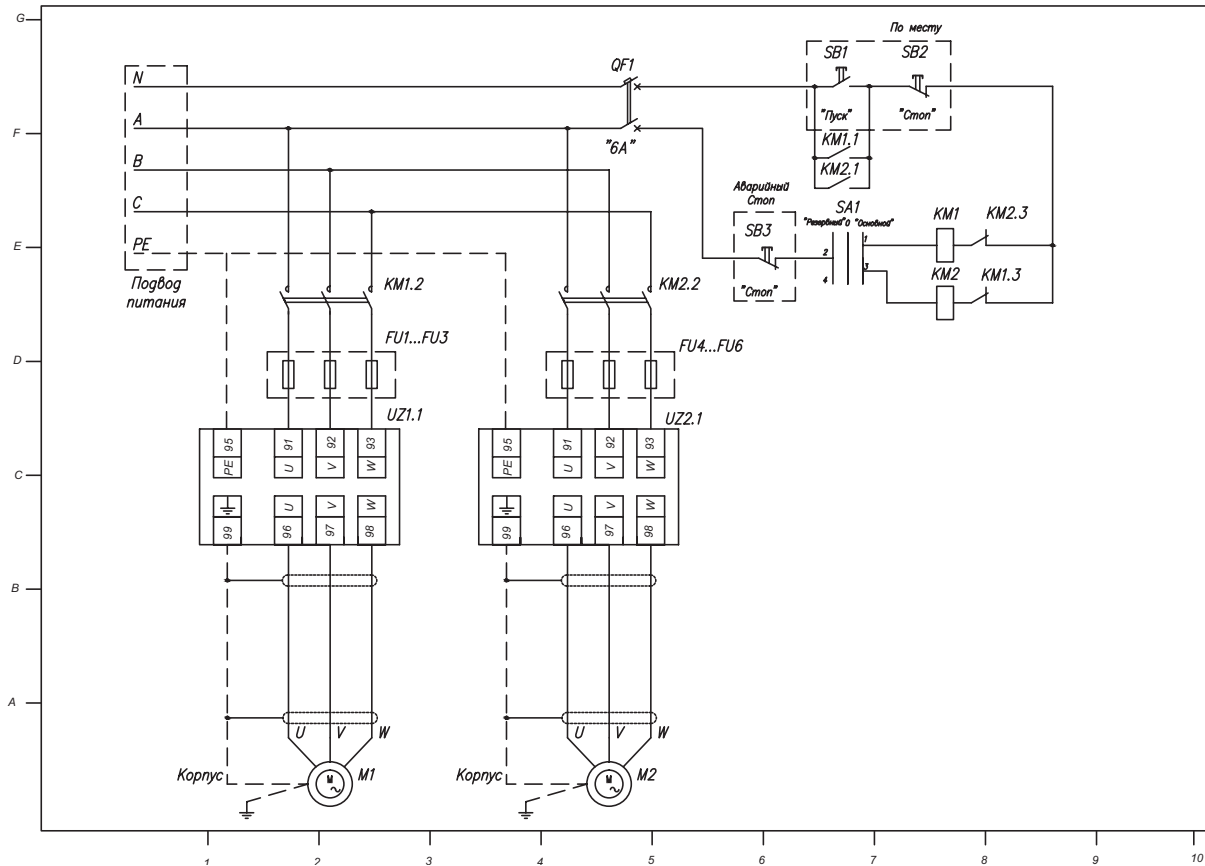


Таблица 1. Общее описание назначения компонентов схемы.

FU1...FU3	Предохранители для защиты преобразователя частоты от полного выгорания при возникновении к.з. в какой-либо из фаз, а также для защиты от возгорания других элементов, подключенных к той же самой питающей сети
FU4...FU6	Предохранители для защиты преобразователей частоты от полного выгорания при возникновении к.з. в какой-либо из фаз, а также для защиты от возгорания других элементов, подключенных к той же самой питающей сети
KM1	Силовой контактор для коммутирования преобразователя частоты к питающей сети. В схеме показана катушка контактора на 220 В и использован 2 доп. контакт
KM2	Силовой контактор для коммутирования преобразователя частоты резервного двигателя М2 к питающей сети. В схеме показана катушка контактора на 220 В и использованы доп. контакты
QF1	Автоматический выключатель для защиты контрольных цепей и пускорегулирующей аппаратуры
SA1	Переключатель режимов – основной двигатель, резервный двигатель
SB1	Кнопка «Пуск». Обычно используются кнопки с самовозвратом, нормально разомкнутые
SB2, SB3	Кнопки «Стоп». Обычно используются красные кнопки с самовозвратом, нормально замкнутые
UZ1	Преобразователь частоты Danfoss для частотного регулирования основного двигателя
UZ2	Преобразователь частоты Danfoss для частотного регулирования резервного двигателя

#### Описание

На схеме 2.3 показан третий вариант подключения для режима Рабочий – Резервный. В данном случае, резервный двигатель подключен к резервному преобразователю частоты, что позволяет регулировать его скорость.

По сути, основная и резервная ветка полностью дублируют друг друга. То есть, оба режима – рабочий и резервный, абсолютно идентичны. Это мы и видим на схеме: пускорегулирующие цепи одинаковы, внешние подключения к клеммам ПЧ зеркальны (лист 2).

Принцип запуска основного ПЧ идентичен описанному в схемах 2.1 и 2.2. Для включения резерва также

потребуется просто переключить переключатель режимов SA1 в положение «Резерв».

По схемотехнике видны различия между подключениями внешних датчиков обратной связи и уставки к ПЧ – теперь эти сигналы должны быть подключены еще и к резервному ПЧ. Так как одновременная работа обеих веток не предусмотрена – нет необходимости в установке дополнительных разветвителей сигналов. Возможно подвести провода к обоим приводам – при работе основной ветки сигналы будут коммутироваться к преобразователю UZ1, при работе резерва – к преобразователю UZ2.

<b>Преимущества данной схемы</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• полное замещение основной ветки системы – резерв также сможет отрабатывать полученную уставку;</li> <li>• существенное снижение пусковых токов по сравнению с пуском резервного двигателя от сети;</li> <li>• защита двигателей по тепловой модели, которую рассчитывает ПЧ. Также возможна защита и по датчикам температуры двигателя, которые можно подключить к ПЧ для обработки;</li> <li>• максимальная гибкость и надежность системы;</li> <li>• минимальная стоимость владения за счет существенной экономии электроэнергии при работе двигателей от ПЧ.</li> </ul>
<b>Ограничения</b>	Максимальные первоначальные вложения.

## 2.4 Преобразователь частоты управляет попеременно либо рабочим двигателем, либо резервным

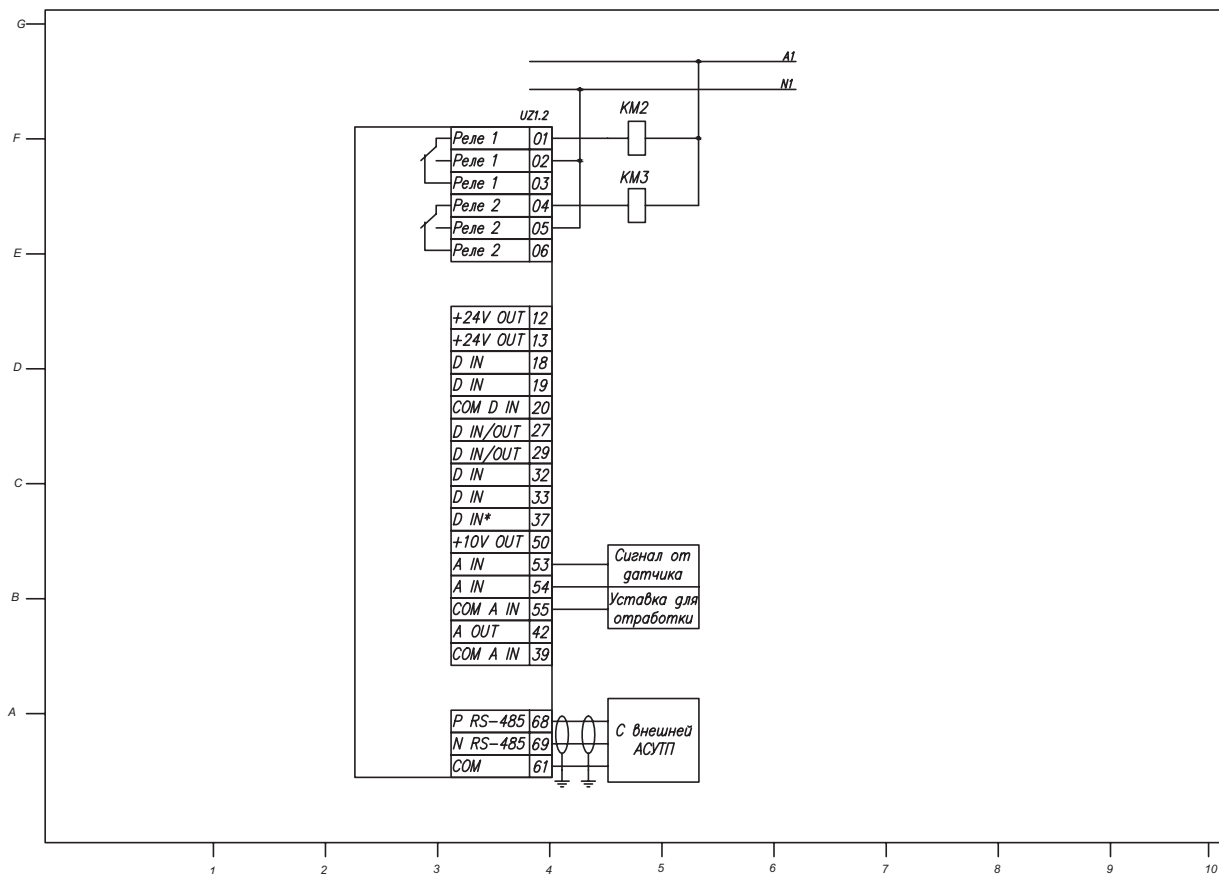
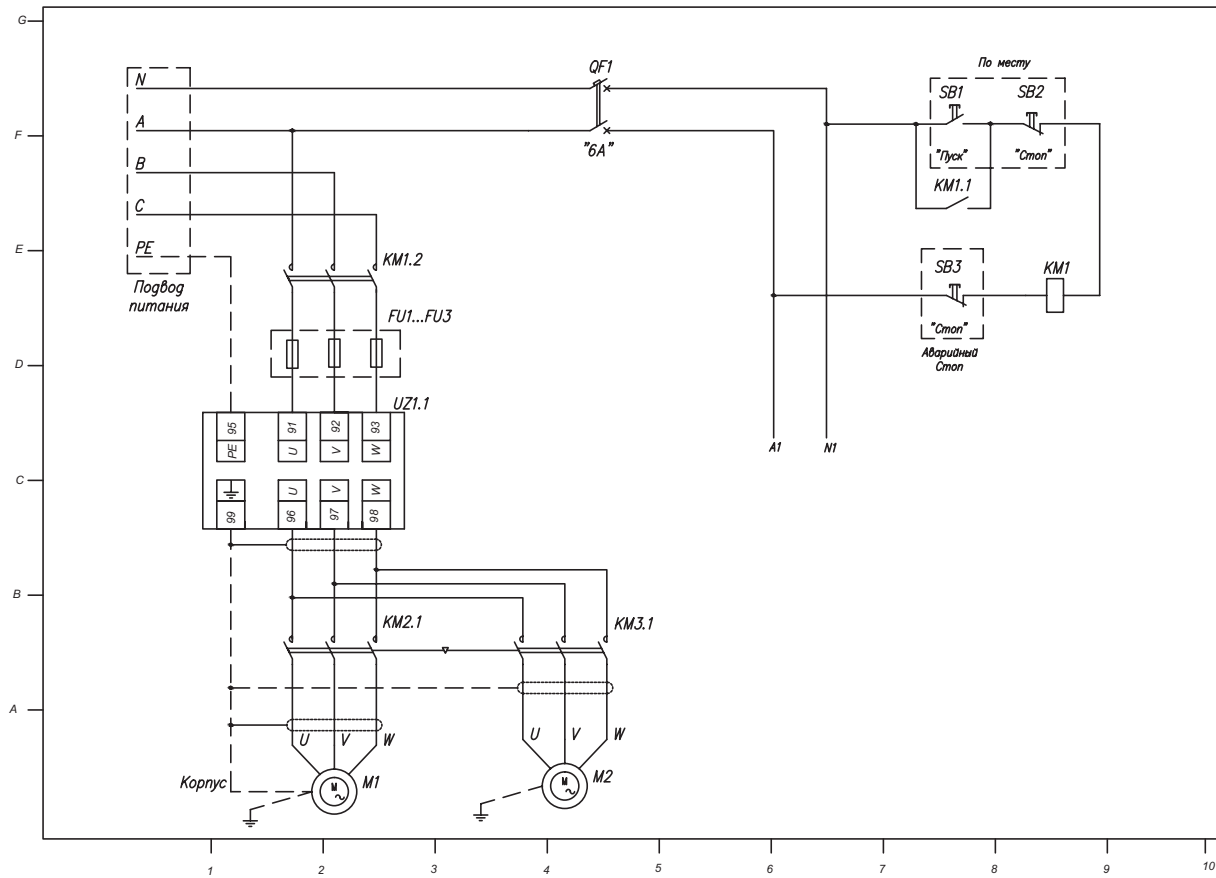


Таблица 1. Общее описание назначения компонентов схемы.

FU1...FU3	Предохранители для защиты преобразователя частоты от полного выгорания при возникновении к.з. в какой-либо из фаз, а также для защиты от возгорания других элементов, подключенных к той же самой питающей сети
KM1	Силовой контактор для коммутирования преобразователя частоты к питающей сети. В схеме показана катушка контактора на 220 В и использован 1 доп. контакт
KM2, KM3	Силовые контакторы для коммутирования двигателей к преобразователю частоты. В схеме показаны катушки контакторов на 220 В
QF1	Автоматический выключатель для защиты контрольных цепей и пускорегулирующей аппаратуры
SB1	Кнопка «Пуск». Обычно используются кнопки с самовозвратом, нормально разомкнутые
SB2, SB3	Кнопки «Стоп». Обычно используются красные кнопки с самовозвратом, нормально замкнутые
UZ1	Преобразователь частоты Danfoss для частотного регулирования двигателей

### Описание

На схеме 2.4 показан вариант, при котором в системе требуется автоматическое чередование двигателей. Например, когда установлены два двигателя: рабочий и резервный, и для одинаковой наработки двигателей их требуется переключать через определенное время. В этом случае можно использовать подобную систему.

Принцип запуска преобразователя частоты: в первый момент времени автоматический выключатель QF1 замкнут, контакторы KM1...KM3 разомкнуты. Питание на преобразователь частоты не подается.

При нажатии кнопки SB1 «Пуск», цепь A-QF1-SB3-KM1-SB2-SB1-QF1-N замыкается. Начинает протекать ток через катушку KM1. При прохождении тока через катушку, замыкаются и силовые контакты этого контактора KM1.2 (E2).

Так как кнопка SB1 обычно используется без фиксации, требуется ее замыкание для дальнейшей работы. Для этого в схеме присутствует дополнительный контакт KM1.1 (F8).

При подведении силового питания к преобразователю, он начинает отработывать алгоритм, запрограммированный в нем ранее.

Коммутированием контакторов KM2 и KM3 управляет сам преобразователь. Время, через которое двигатели должны переключаться, также программируется в преобразователь частоты в зависимости от требований к системе.

<b>Преимущества данной схемы</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• полное замещение основной ветки системы – резерв также сможет отработать полученную уставку;</li> <li>• существенное снижение пусковых токов по сравнению с пуском резервного двигателя от сети;</li> <li>• защита двигателей по тепловой модели, которую рассчитывает ПЧ. Также возможна защита и по датчикам температуры двигателя, которые можно подключить к ПЧ для обработки.</li> </ul>
<b>Ограничения</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• существенные первоначальные вложения;</li> <li>• высокая стоимость коммутирующего оборудования и его высокие массогабаритные показатели;</li> <li>• задержка на переключение между двигателями (ПЧ сначала останавливает до 0 первый двигатель, и только после этого запускает второй);</li> <li>• ограничение на принцип управления двигателями – возможно управления только по принципу U/F (нет возможности использования векторного управления);</li> <li>• требуется учитывать суммарную длину кабеля до обоих двигателей, что может привести к необходимости введения в систему выходного фильтра (например, от ПЧ до M1 200 м, и от ПЧ до M2 200 м. Суммарная длина – 400 м, следовательно требуется установка выходного фильтра для обеспечения работы при длинных кабелях).</li> </ul>



### 3. Схемы с использованием функции «каскадирование»

#### 3.1 Преобразователь частоты управляет ведущим двигателем, ведомые двигатели подключены напрямую к сети

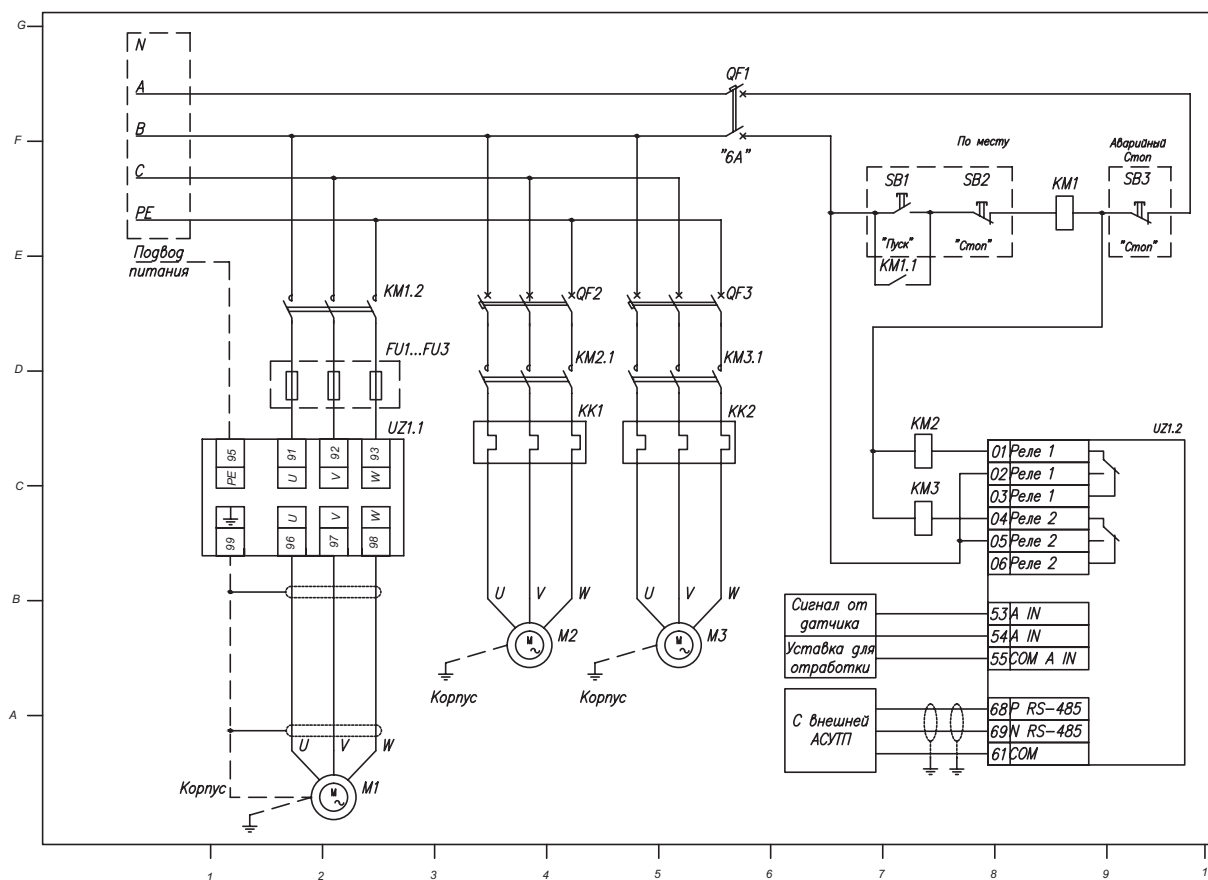


Таблица 1. Общее описание назначения компонентов схемы.

FU1...FU3	Предохранители для защиты преобразователя частоты от полного выгорания при возникновении к.з. в какой-либо из фаз, а также для защиты от возгорания других элементов, подключенных к той же самой питающей сети
KM1	Силовой контактор для коммутирования преобразователя частоты к питающей сети. В схеме показана катушка контактора на 220 В и использован 1 доп. контакт
KM2+KK1	Силовой контактор для коммутирования резервного двигателя M2 к сети. В схеме показана катушка контактора на 220 В и использовано 2 доп. контакта. Также, в качестве тепловой защиты двигателя использовано тепловое реле KK1
KM3+KK2	Силовые контакторы для коммутирования подключаемых двигателей M2 и M3 к сети. В схеме показаны катушки контакторов на 24 В. Также, в качестве тепловой защиты двигателя использовано тепловое реле KK1
QF1	Автоматический выключатель для защиты контрольных цепей и пускорегулирующей аппаратуры
QF2, QF3	Автоматические выключатели для защиты подключаемых двигателей M2 и M3 от короткого замыкания
SB1	Кнопка «Пуск». Обычно используются кнопки с самовозвратом, нормально разомкнутые
SB2, SB3	Кнопки «Стоп». Обычно используются красные кнопки с самовозвратом, нормально замкнутые
UZ1	Преобразователь частоты Danfoss для частотного регулирования главного двигателя

## Описание

На схеме 3.1 показан принцип каскадирования в системах с несколькими двигателями.

В некоторых применениях не всегда требуется работа всех двигателей. Например, какую то часть времени требуется работа только одного двигателя, но есть периоды, когда требуется подключение дополнительных мощностей.

Наиболее часто такой принцип работы используется в насосных применениях, где в разное время суток требуется разная подача воды.

В преобразователях частоты Danfoss уже заложена функция каскадирования двигателей для подобных систем.

В данной схеме 3.1 один из двигателей управляется преобразователем частоты, дополнительные двигатели запускаются от сети.

Так как М1 управляется преобразователем частоты, для этого двигателя не нужно предусматривать дополнительные внешние защиты от короткого замыкания, перегрева и ошибки чередования фаз – правильность функционирования двигателя будет отслеживать сам ПЧ. Для остальных двигателей (М2, М3) – требуется установка таких защит, которые обычно используется при пусках двигателей напрямую от сети. В схеме 3.1 защитными устройствами для двигателя М2 являются автоматический выключатель QF2 и тепловое реле КК1. Для М3 – автоматический выключатель QF3 и КК2.

В качестве устройства, защищающего преобразователь частоты и другие устройства, подключенные к этой же электрической сети от полного выгорания при возникновении к.з., установлены предохранители FU1...FU3.

Номинал срабатывания предохранителей выбирается исходя из номинального тока преобразователя частоты, и указан в Руководстве по проектированию на ту модель преобразователя частоты, которую Вы используете.

Схема пуска, показанная на схеме 3.1, срабатывает следующим образом:

1. В первый момент времени, автоматические выключатели QF1, QF2 и QF3 замкнуты, питание 3 фазы 380 В подведено. Контакторы КМ1, КМ2 и КМ3 разомкнуты.
2. Для пуска системы необходимо нажать кнопку SB1 «Пуск» (F8). При этом, в цепи А-QF1-SB1-SB2-КМ1-SB3-QF1-N начнет протекать ток.
3. При протекании тока через катушку КМ1, замкнутся силовые контакты контактора КМ1.2 (Е3), а также дополнительный контакт КМ1.1 (Е8). Контакт КМ1.1 нужен для того, чтобы «подхватить» кнопку SB1, когда она разомкнется в исходное состояние, так как кнопки на пуск обычно устанавливаются с самовозвратом.
4. С замыканием силовых контактов КМ1.2 к ПЧ будет подведено силовое питание и он начнет отрабатывать запрограммированный алгоритм работы.

Для обеспечения работы в каскадном режиме, обязательно требуется сигнал обратной связи от какого-либо датчика работающей системы, чтобы преобразователь частоты понимал, когда требуется увеличение или уменьшение мощности всей системы.

На схеме 3.1 показано подключение внешнего датчика (например, давления) к контакту 53 (D3 лист 2) колодки ПЧ.

ПЧ обрабатывает сигнал с датчика и сравнивает его с сигналом уставки, подаваемый на 54 вход ПЧ (D3 лист 2).

Далее, ПЧ анализирует, хватает ли мощности одного двигателя для обеспечения требуемых параметров или нет. В случае, когда одного двигателя не хватает – ПЧ переключает свое внутреннее Реле 1 (F3 лист 2), к которому подключена катушка контактора КМ2.

При переключении реле 1, через катушку КМ2 начинает проходить ток и силовые контакты КМ2.1 замыкаются, тем самым подавая питание на двигатель М2 и запуская его в работу.

При этом, для избегания гидроудара в системе, ПЧ сначала уменьшает скорость двигателя, подключенного к нему, и лишь потом запускает дополнительный двигатель. После этого, ПЧ регулирует мощность системы с учетом того, что М2 работает на полную мощность (от сети), а мощность М1 может меняться в зависимости от требуемых параметров.

В случае, когда мощности двух двигателей М1 и М2 не хватает для обеспечения требуемой работы системы, ПЧ подключает третий двигатель путем переключения своего внутреннего реле 2 (F3 лист 2). При переключении реле 2, через катушку КМ3 начинает проходить ток и силовые контакты КМ3.1 замы-

каются, тем самым подавая питание на двигатель М3 и запуская его в работу.

Для достижения максимальной мощности будут работать сразу 3 двигателя, причем 2 из них могут работать только на полной мощности (от сети М2 и М3), а М1 может работать с переменной частотой.

Когда работа всех двигателей уже не требуется, ПЧ будет отключать дополнительные двигатели путем обратного переключения своих внутренних реле и снимая тем самым напряжение с катушек силовых контакторов.

Также, сигналы уставки и датчика обратной связи могут поступать на ПЧ через какой-либо интерфейс связи. На схеме 3.1 показано подключение внешнего контроллера по интерфейсу Modbus RTU через RS-485.

<b>Преимущества данной схемы</b>	Преимущества подобной схемы перед другими предложенными вариантами: использование только одного преобразователя для ведущего двигателя позволяет сэкономить на покупке и установке частотного привода для ведомых двигателей.
<b>Ограничения</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• сохраняются пусковые токи при пуске ведомых двигателей, что оказывает существенное влияние на питающую сеть, особенно при использовании мощных двигателей. Для насосных применений появляется возможность возникновения гидроудара в системе при подключении двигателей.</li><li>• при длительных режимах работы всех двигателей наблюдается высокое энергопотребление за счет отсутствия регулирования ведомых двигателей;</li><li>• необходимость установки дополнительных коммутационных и защитных аппаратов для ведомых двигателей, которые должны быть выбраны с учетом высоких пусковых токов;</li><li>• наивысшая стоимость владения.</li></ul>

### 3.2 Преобразователь частоты управляет ведущим двигателем, ведомые двигатели запускаются с помощью устройств плавного пуска

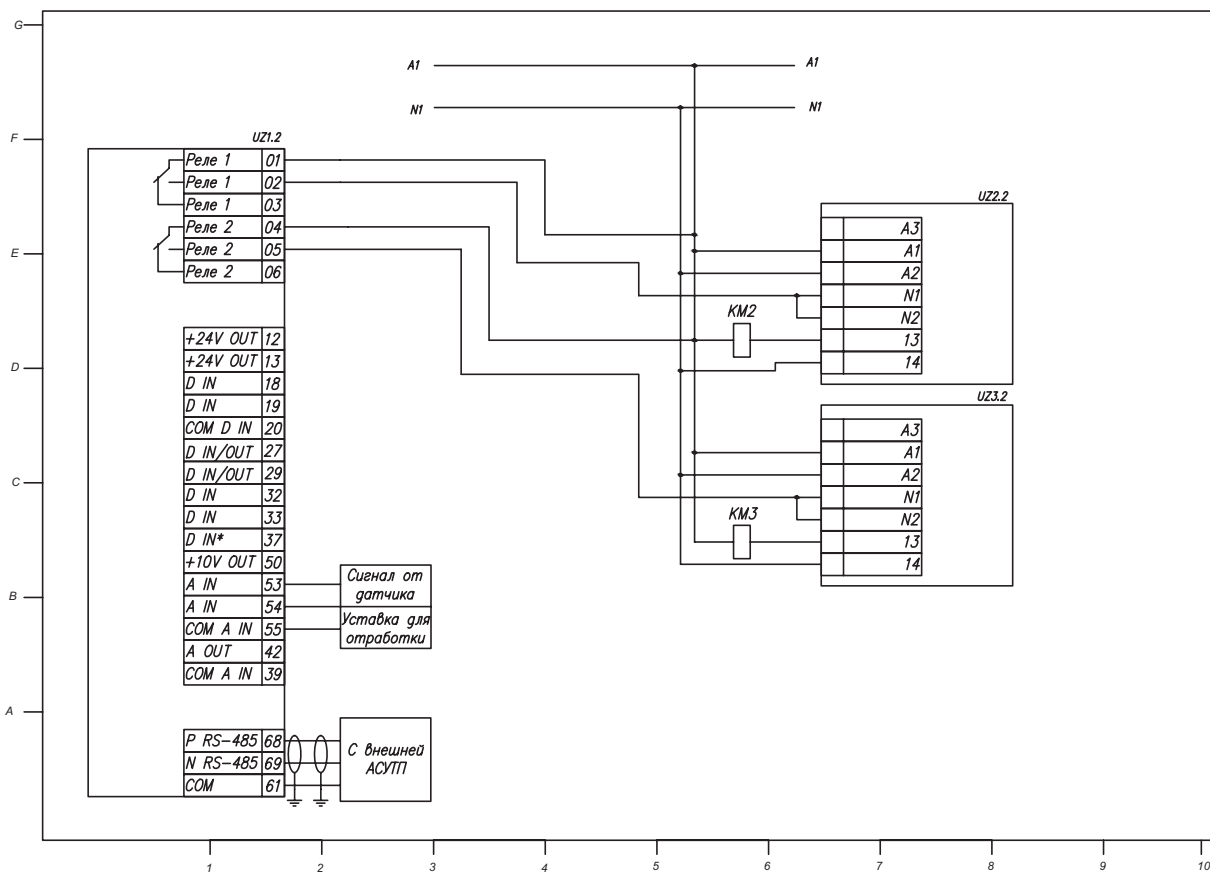
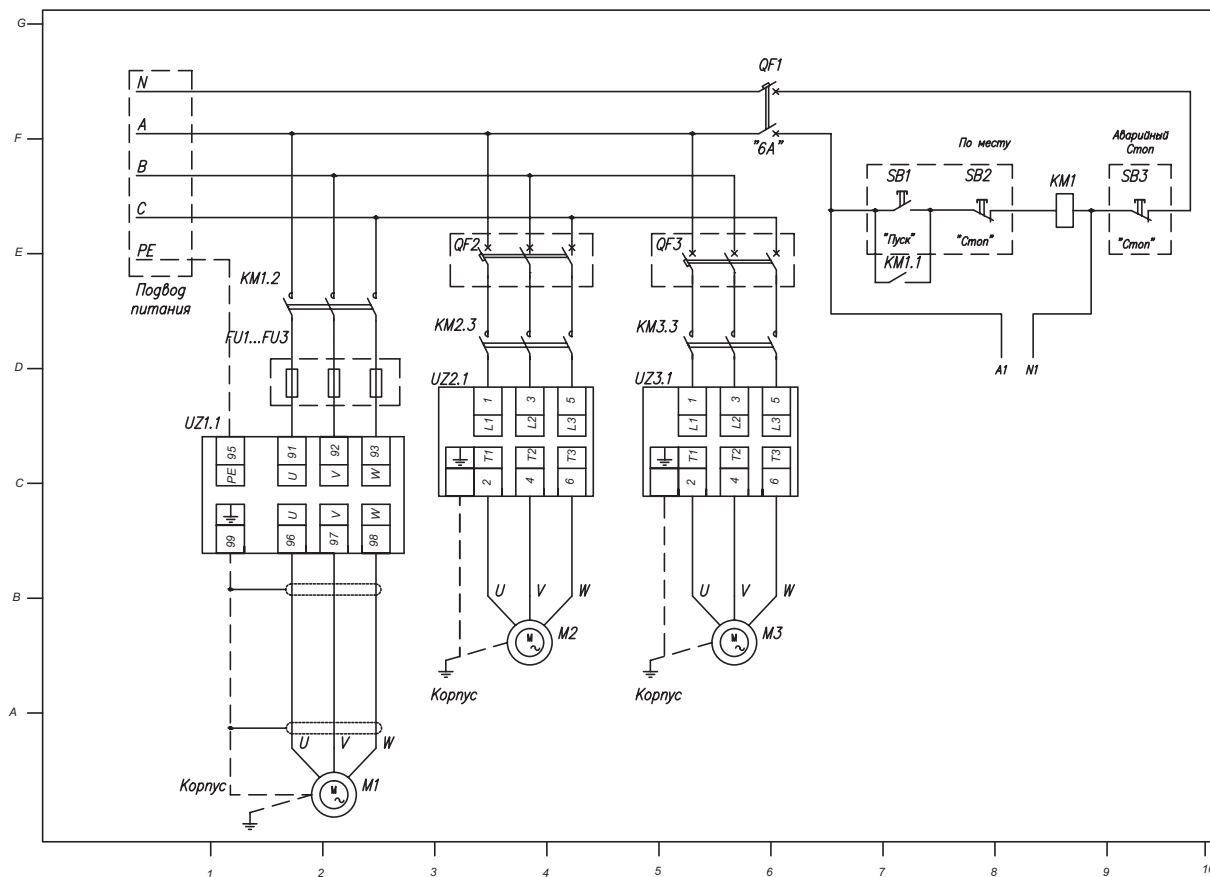


Таблица 1. Общее описание назначения компонентов схемы.

FU1...FU3	Предохранители для защиты преобразователя частоты от полного выгорания при возникновении к.з. в какой-либо из фаз, а также для защиты от возгорания других элементов, подключенных к той же самой питающей сети
KM1	Силовой контактор для коммутирования преобразователя частоты к питающей сети. В схеме показана катушка контактора на 220 В и использован 1 доп. контакт
KM2	Силовой контактор для коммутирования резервного двигателя M2 к сети. В схеме показана катушка контактора на 220 В и использовано 2 доп. контакта. Также, в качестве тепловой защиты двигателя использовано тепловое реле КК1
KM3	Силовые контакторы для коммутирования устройств плавного пуска для двигателей M2 и M3 к сети. В схеме показаны катушки контакторов на 220 В.
QF1	Автоматический выключатель для защиты контрольных цепей и пускорегулирующей аппаратуры
QF2, QF3	Автоматические выключатели для защиты УПП от короткого замыкания (не обязательно)
SB1	Кнопка «Пуск». Обычно используются кнопки с самовозвратом, нормально разомкнутые
SB2, SB3	Кнопки «Стоп». Обычно используются красные кнопки с самовозвратом, нормально замкнутые
UZ1	Преобразователь частоты Danfoss для частотного регулирования главного двигателя
UZ2, UZ3	Устройства плавного пуска (УПП) для запуска двигателей M2 и M3. Предполагается, что выбранные УПП будут либо серии MCD202, либо MCD500 (со встроенной защитой двигателя)

### Описание

На схеме 3.2 также показан принцип каскадирования в системах с несколькими двигателями. Отличие от схемы 3.1 состоит в том, что здесь запуск вспомогательных двигателей M2 и M3 осуществляется не напрямую от сети, а с помощью устройств плавного пуска. В данном случае предполагается, что УПП защищают подключенные к ним двигатели от аварийных режимов, поэтому дополнительные устройства защиты здесь не предусмотрены.

Принцип запуска для этой схемы такой же, как и для 3.1. Отличия состоят лишь в подключении дополнительных двигателей M2 и M3 в систему.

Здесь, в случае, когда для отработки уставки мощности одного двигателя не хватает – ПЧ переключает свое внутреннее Реле 1 (F3 лист 2), тем самым подавая команду «Пуск» на UZ2 (сигнал между N1 и A1 у UZ2 на E7 лист 2). При возникновении сигнала «Пуск», UZ2 замкнет свое внутренне реле (контакты 13 и 14 на E7 лист 2) и через катушку KM2 (E6 лист 2) начнет протекать ток. Силовые контакты KM2 (E5) замкнутся и УПП начнет разгонять двигатель M2 до

номинального значения частоты с запрограммированной скоростью. Аналогичным образом запускается и двигатель M3 через УПП UZ3: переключается реле 2 ПЧ – для UZ3 это является сигналом для запуска и через катушку контактора KM3 начинает протекать ток. Силовые контакты KM3 замыкаются и УПП начинает разгонять двигатель M3 до номинальной частоты.

Когда работа всех двигателей уже не требуется, ПЧ будет отключать дополнительные двигатели путем обратного переключения своих внутренних реле и снимая тем самым сигналы «Пуск» с УПП.

Следует обратить внимание на то, что для некоторых мощностей УПП потребуются дополнительные внешние обводные контакторы – когда УПП разгонит двигатель до номинального значения, он автоматически переключится на этот обводной контактор. Для проверки, есть ли в Вашем УПП внутренний обводной контактор или требуется внешний, Вы можете обратиться к руководству по эксплуатации на Ваше устройство.

<b>Преимущества данной схемы</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• менее затратный вариант, чем установка ПЧ на ведомые двигатели, но может оказаться более затратным по сравнению с пуском ведомых от сети;</li> <li>• существенное снижение пусковых токов по сравнению с пуском ведомых двигателей от сети. Для насосных систем это ведет к исключению гидроударов в системе;</li> <li>• отслеживание токов двигателей по датчикам тока в каждой фазе двигателя (в составе УПП).</li> </ul>
<b>Ограничения</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• экономия энергии ниже по сравнению с установкой ПЧ на все двигатели;</li> <li>• отсутствие возможности регулирования частоты вращения ведомых электродвигателей;</li> <li>• высокая стоимость владения.</li> </ul>



### 3.3 Преобразователь частоты управляет ведущим двигателем, подключаемыми двигателями управляют ведомые преобразователи частоты

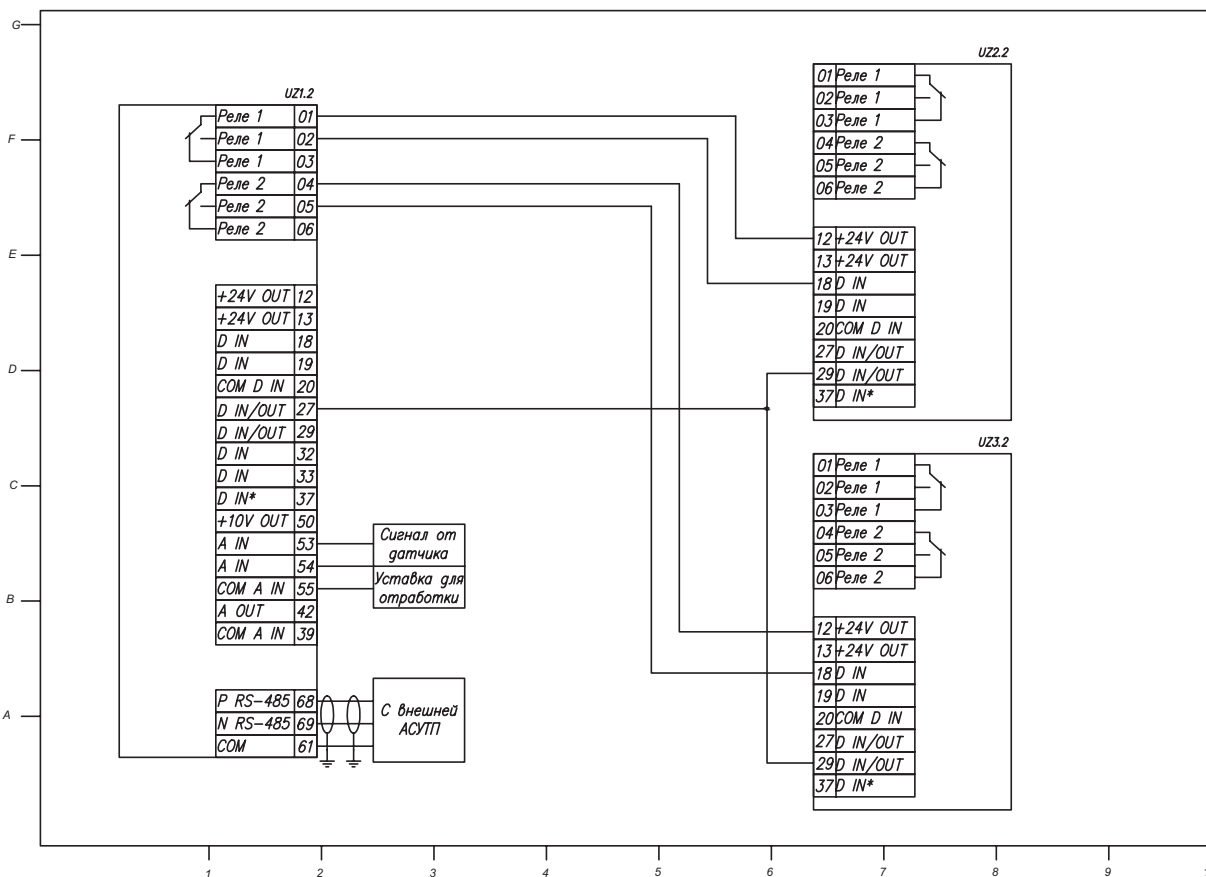
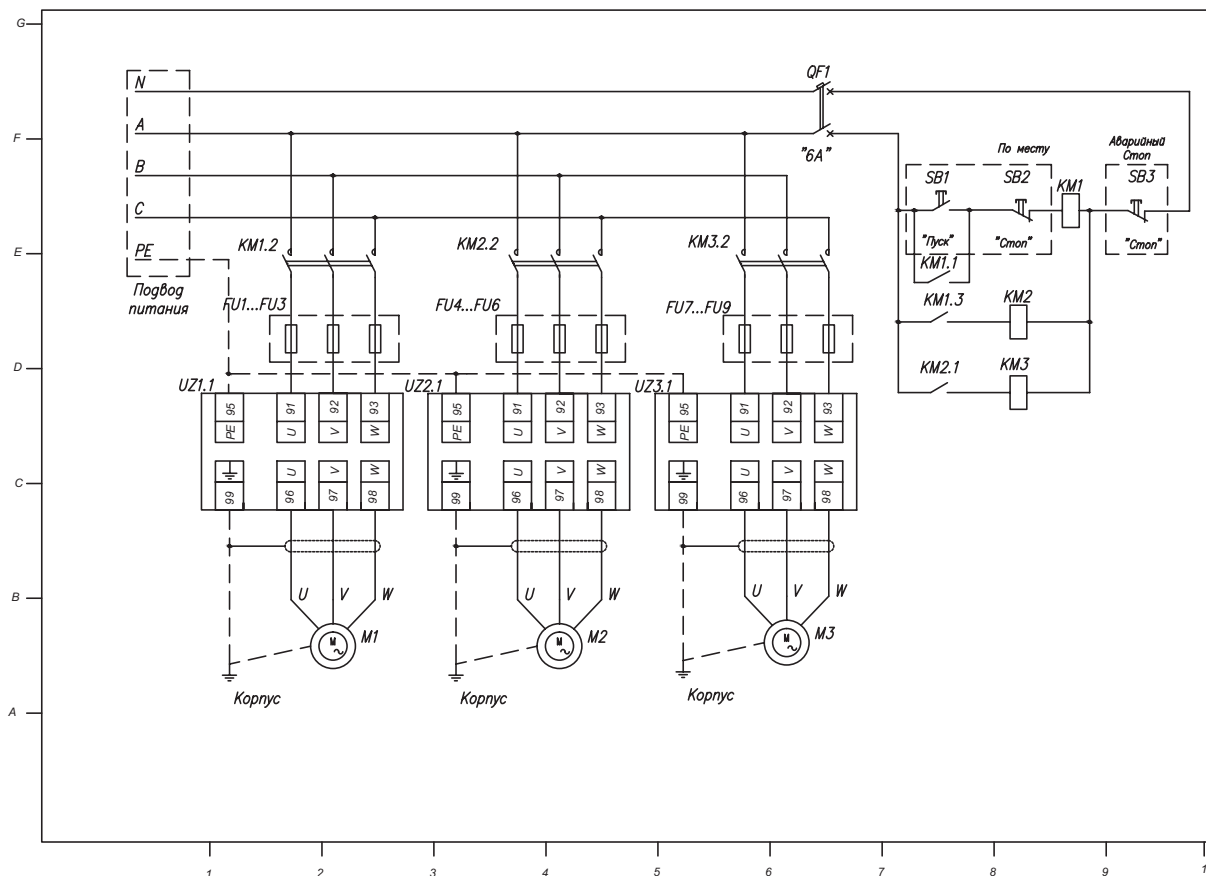


Таблица 1. Общее описание назначения компонентов схемы.

FU1...FU3 FU4...FU6 FU7...FU9	Предохранители для защиты преобразователей частоты от полного выгорания при возникновении к.з. в какой-либо из фаз, а также для защиты от возгорания других элементов, подключенных к той же самой питающей сети
KM1 KM2 KM3	Силовые контакторы для коммутирования преобразователей частоты к питающей сети. В схеме показаны катушки контакторов на 220 В
QF1	Автоматический выключатель для защиты контрольных цепей и пускорегулирующей аппаратуры
SB1	Кнопка «Пуск». Обычно используются кнопки с самовозвратом, нормально разомкнутые
SB2, SB3	Кнопки «Стоп». Обычно используются красные кнопки с самовозвратом, нормально замкнутые
UZ1, UZ2, UZ3	Преобразователи частоты Danfoss для частотного регулирования двигателей. UZ1 – Ведущий ПЧ, UZ2, UZ3 – Ведомые ПЧ

### Описание

На схеме 3.3 также показан принцип каскадирования в системах с несколькими двигателями. Отличие от схемы 3.1 состоит в том, что здесь запуск вспомогательных двигателей М2 и М3 осуществляется не напрямую от сети, а через отдельные преобразователи частоты.

Для двигателей М2 и М3 не требуются какие-либо дополнительные устройства защиты, так как преобразователи частоты, управляющие ими, обладают также и функциями защиты двигателей.

Принцип запуска системы такой же, как по схеме 3.1, с той лишь разницей, что при замыкании контактора KM1, будут замыкаться также и контакторы KM2 и KM3 (Е5 и Е7). Таким образом, преобразователи частоты UZ2, UZ3 двигателей М2 и М3 будут находиться под напряжением одновременно с преобразователем частоты UZ1.

При необходимости подключения дополнительных мощностей, ведущий ПЧ (UZ1) переключает свое Реле 1 (F3 лист 2), тем самым подавая сигнал «Пуск» на ПЧ UZ2 (вход 18 E7 лист 2). Кроме того, ведущий ПЧ посылает на ведомый (UZ2) требуемую для работы частоту – он выставляет ее на свой дискретный вывод 27 (D3 лист 2), а UZ2 получает значение частоты на свой дискретный вход 29 (E7 лист 2).

Тоже самое происходит и при подключении третьего двигателя – UZ1 переключает Реле 2 (E3 лист 2) тем самым запуская ПЧ 3. Частота у всех приводов в этом случае будет одинаковой, и передаваться в импульсном виде по линии UZ1 вывод 27 – UZ2, UZ3 ввод 29.

Когда работа всех двигателей уже не требуется, ПЧ 1 будет отключать ведомые ПЧ путем обратного переключения своих внутренних реле и снимая тем самым сигналы «Пуск» с преобразователей.

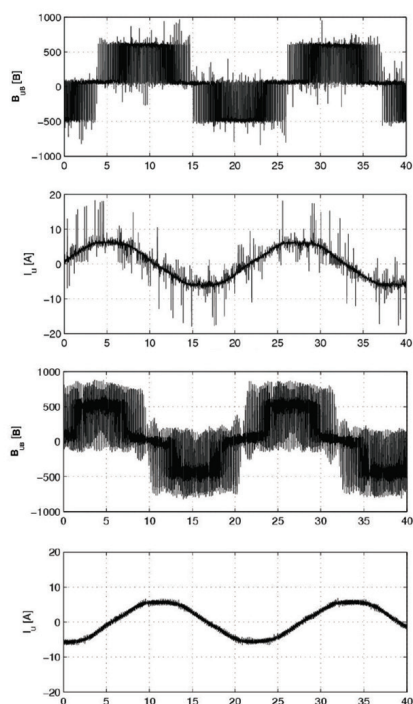
<b>Преимущества данной схемы</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• счет регулирования частоты всех двигателей снижается потребляемая мощность, что позволяет существенно снизить энергопотребление;</li> <li>• существенное снижение пусковых токов по сравнению с пуском ведомых двигателей от сети, что позволяет избежать гидроударов в системе, а также выбрать коммутационное оборудование на более низкий номинал;</li> <li>• защита двигателей по тепловой модели, рассчитываемой внутренними силами ПЧ. Также возможна защита по датчикам температуры двигателей (если есть);</li> <li>• максимальная гибкость и надежность;</li> <li>• минимальная стоимость владения, за счет экономии энергопотребления и затрат на обслуживание.</li> </ul>
<b>Ограничения</b>	Максимальные первоначальные вложения за счет высокой стоимости оборудования.

## Влияние различных типов фильтров на систему

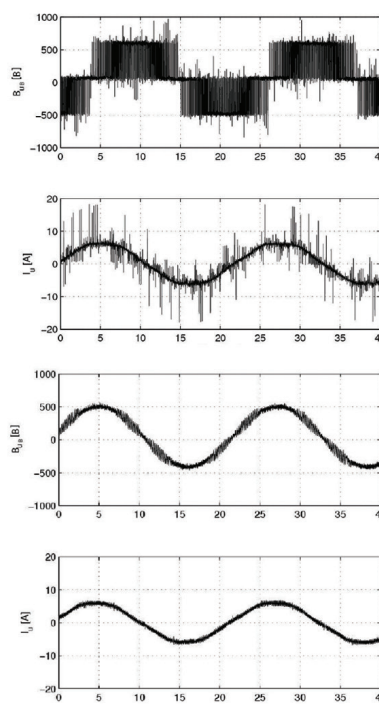
Критерии эффективности	Фильтры du/dt	Синусоидальные фильтры
Нагрузка на изоляцию двигателя	Кабель длиной 150 м (экранированный/неэкранированный) для двигателей общего назначения. При большей длине кабеля увеличивается риск «двойной пульсации» (вдвое большее сетевое напряжение)	Обеспечивает синусоидальное междуфазное напряжение на клеммах двигателя. Соответствует требованиям для двигателей общего назначения с кабелями до 500м (1 км для типоразмера D VLT и выше)
Нагрузка на подшипники двигателя	Незначительно снижает нагрузку только в двигателях больших мощностей	Снижает подшипниковые токи, вызванные циркулирующими токами. Не снижает синфазные токи (токи на валу)
Характеристики ЭМС	Устраняет «дребезг» в кабеле двигателя. Не изменяет класс распространения волн в фильтре RFI. Не допускает использование более длинных кабелей двигателя, как указано в спецификации на встроенный фильтр защиты от радиопомех преобразователя частоты	Устраняет «дребезг» в кабеле двигателя. Не изменяет класс распространения волн в фильтре RFI. Не допускает использование более длинных кабелей двигателя, как указано в спецификации на встроенный фильтр защиты от радиопомех преобразователя частоты
Макс. длина кабеля двигателя	100...150 м С гарантированной характеристикой ЭМС: 150 м экранированный. Без гарантированной характеристики ЭМС: 150 м, неэкранированный	С гарантированной характеристикой ЭМС: 150 м, экранированный, и 300 м, неэкранированный. Без гарантированной характеристики ЭМС: до 500м (1 км для типоразмера D VLT и выше)
Акустический шум коммутации двигателя	Не устраняет акустический шум коммутации	Устраняет акустический шум двигателя при коммутации, вызванный магнитострикцией
Относительный размер	15-50% (в зависимости от мощности)	100%
Падение напряжения	0,5%	4-10%

Подробнее про типы фильтров и их использование Вы можете прочитать в Руководстве по проектированию выходных фильтров Danfoss.

### Напряжение и ток при использовании dU/dt фильтра и без него



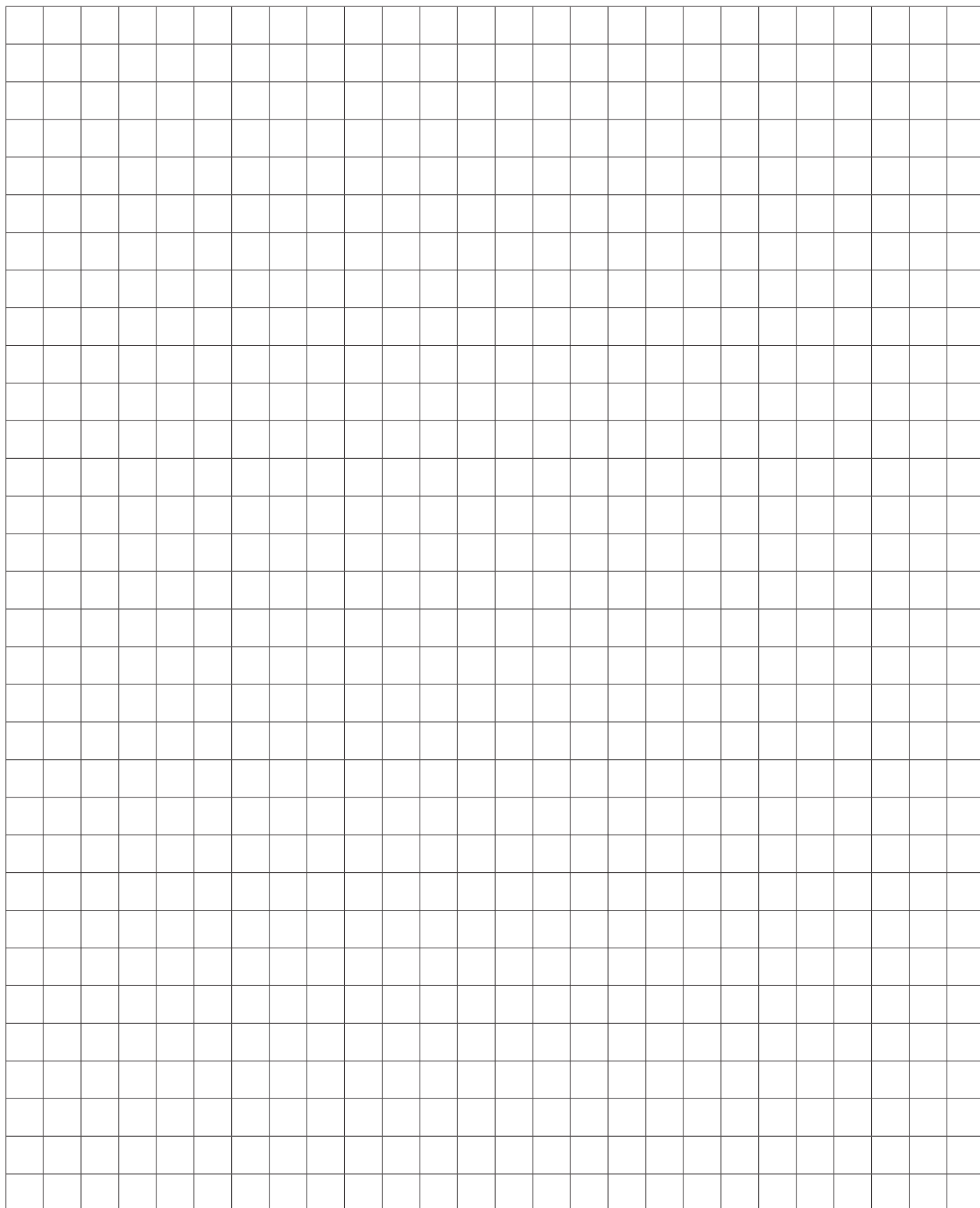
### Напряжение и ток при использовании синусоидального фильтра и без него



## Опросный лист для выбора преобразователей частоты «Данфосс»

Название отрасли / объекта							
Название агрегата							
Тип двигателя							
Напряжение сети, В				Класс изоляции двигателя			
Ток полной нагрузки, А				Мощность двигателя. кВт			
Длина моторного кабеля, м				Двигатель рассчитан для работы с ПЧ?			
Тип моторного кабеля							
Экранированный			Неэкранированный				
Класс защиты корпуса ПЧ							
IP00		IP20		IP21		IP54/55	
Место монтажа							
На стене		На полу			В шкафу		
Температура окружающей среды, °С							
RFI-фильтр (фильтр радиопомех)							
Нет			Есть				
Наличие в воздухе агрессивных сред или повышенная влажность							
Нет		Если есть, то какие?					
Встроенные полупроводниковые предохранители (для мощных ПЧ)							
Нет			Есть				
Локальная операторская панель							
Русская графическая		Цифровая			Нет		
Встроенный входной рубильник							
Есть			Нет				
Внешний тормозной резистор							
Нет		10%			40%		
Дополнительный входной фильтр гармоник							
Нет		THiD < 10%			THiD < 5%		
Выходной фильтр							
Нет		du/dt			Синусный		
Дополнительная коммуникационная карта							
Нет		Profibus	Lon	Ethernet	CANOpen	BACNet	DeviceNet
Встроенный протокол последовательной связи RS485							
Modbus RTU		Metasys N2			Свободно-программируемый		
Прикладные опции		Плата расширения входов-выходов					
		Программируемый контроллер синхронизации и позиционирования					
		Контроллер синхронизации					
		Контроллер позиционирования					
		Внешнее питание плат управления от ИБП					
Каскадный контроллер							
на 3 двигателя		на 6 двигателей			на 8 двигателей		
Прочее							
Контактная информация							
ФИО							
Должность							
Телефон/факс							
E-mail							
Название компании							
Адрес							

Для заметок



## Опросный лист для выбора устройств плавного пуска «Данфосс»

Название отрасли / объекта			
Название агрегата			
Номинальное напряжение сети, В			
Тип двигателя			
Напряжение питания платы управления, В			
Ток полной нагрузки, А			
Мощность двигателя, кВт			
Длина кабеля от ПЧ до двигателя, м			
Время разгона, с			
Время торможения, с			
Требуемый пусковой ток в % от номинального			
T off – время между пусками двигателя, в течение которого он выключен, с			
Количество пусков в час			
Высота над уровнем моря, м			
Температура окружающей среды, °С			
Обходной контактор (bypass)			
Нет	Внешний	Встроенный	
Торможение постоянным током			
Есть		Нет	
Торможение противовключением			
Есть		Нет	
Выносная операторская панель			
Есть		Нет	
Тепловая защита			
Термисторы	Электронное тепловое реле	Нет	
Защита от мгновенной перегрузки двигателя			
Есть		Нет	
Защита от опрокидывания фазы			
Есть		Нет	
Защита от низкого тока			
Есть		Нет	
Два набора параметров			
Есть		нет	
Дополнительная коммуникационная карта			
Нет	Profibus	Modbus RTU	DeviceNet
Встроенный протокол последовательной связи RS485			
Есть		Нет	
Прочее			

Контактная информация	
ФИО	
Должность	
Телефон/факс	
E-mail	
Название компании	
Адрес	







## Преимущества «Данфосс»

Компания «Данфосс» является мировым лидером среди производителей преобразователей частоты и устройств плавного пуска и продолжает наращивать свое присутствие на рынке.

### Сертификаты

Частотные преобразователи и устройства плавного пуска имеют сертификаты соответствия. Помимо этого, продукция «Данфосс» имеет специальные сертификаты для применений в судовой и пищевой промышленности, на химически опасных производствах, в ядерных установках.

### Высокое качество продукции

Вы сможете избежать нежелательных простоев, связанных с выходов из строя оборудования. Все заводы проходят сертификацию согласно стандарту ISO 14001. Представительство имеет сертификаты менеджмента качества ISO 9001, ISO 14001.

Аппаратные средства, программное обеспечение, силовые модули, печатные платы и др. производятся на заводах «Данфосс» самостоятельно. Все это гарантирует высокое качество и надежность приводов VLT®.

### Энергосбережение

С приводами VLT® вы сможете экономить большое количество электроэнергии и окупить затраченные средства менее чем за два года. Наиболее заметно экономия энергопотребления проявляется в применениях с насосами и вентиляторами.

### Специализация на приводах

Слово «специализация» является определяющим с 1968 года, когда компания «Данфосс» представила первый в мире регулируемый привод для двигателей переменного тока, изготовленный серийно, и назвала его VLT®.

Две тысячи пятьсот работников компании занимаются разработкой, изготовлением, продажей и обслуживанием приводов и устройств плавного пуска более чем в ста странах, специализируясь только на приводах и устройствах плавного пуска.

### «Данфосс» в СНГ

С 1993 года отдел силовой электроники «Данфосс» осуществляет продажи, техническую поддержку и сервис преобразователей частоты и устройств плавного пуска на территории России, Белоруссии, Украины и Казахстана. Широкая география местоположений сервисных центров гарантирует оказание технической поддержки в кратчайшие сроки. Действуют специализированные учебные центры, в которых осуществляется подготовка специалистов компаний-заказчиков.

### Индивидуальное исполнение

Вы можете выбрать продукт полностью отвечающий Вашим требованиям, так как

преобразователи частоты и устройства плавного пуска VLT® имеют большое количество вариантов исполнения (более 20 000 видов). Вы можете легко и быстро подобрать нужную вам комбинацию при помощи программы подбора привода «Конфигуратор VLT®».

### Быстрые сроки поставки

Эффективное и гибкое производство в сочетании с развитой логистикой позволяют обеспечить кратчайшие сроки поставки продукции в любых конфигурациях. Помимо этого, представительства поддерживаются склады в странах СНГ.

### Развитая сеть партнеров в СНГ

Развитая сеть партнеров по сервису и продажам в СНГ позволяет осуществлять на высоком уровне техническую поддержку и минимизировать нежелательный простой технологического оборудования в случае поломки.

Компания имеет более 40 сервисных партнеров в крупных городах, поддерживается склад запчастей.



Адрес: ООО «Данфосс», Россия, 143581, Московская обл., Истринский район, с.пос. Павло-Слободское, деревня Лешково, 217, Телефон: (495) 792-57-57, факс: (495) 792-57-63. E-mail: mc@danfoss.ru, www.danfoss.ru

Danfoss не несет ответственности за возможные ошибки в каталогах, брошюрах и других печатных материалах. Danfoss оставляет за собой право вносить изменения в продукцию без предварительного уведомления. Это относится также к уже заказанной продукции, если только вносимые изменения не требуют соответствующей коррекции уже согласованных спецификаций. Все торговые марки в данном документе являются собственностью соответствующих компаний. Название и логотип Danfoss являются собственностью компании Danfoss A/S. Все права защищены.

