

**VEDADRIVE**

Руководство по эксплуатации

# Преобразователи частоты высоковольтные VEDADRIVE

[www.drives.ru/VEDADRIVE](http://www.drives.ru/VEDADRIVE)



## Содержание

<b>Указания по технике безопасности</b> .....	<b>4</b>
Высокое напряжение .....	4
Условные обозначения, используемые в данном руководстве .....	4
Меры обеспечения безопасности .....	5
<b>1. Введение</b> .....	<b>7</b>
1.1 Руководство по эксплуатации .....	7
1.2 Обзор преобразователя частоты .....	7
1.3 Устройство преобразователя частоты .....	9
1.4 Шкаф трансформатора .....	14
1.5 Шкаф силовых ячеек .....	14
1.6 Секция управления .....	16
<b>2. Механический монтаж</b> .....	<b>18</b>
2.1 Подготовка места установки .....	18
2.2 Перечень предмонтажных проверок .....	18
2.3 Подъем и перемещение ПЧ .....	19
2.4 Монтаж ПЧ .....	20
2.5 Охлаждение .....	20
<b>3. Электрический монтаж</b> .....	<b>22</b>
3.1 Выбор силовых кабелей .....	22
3.2 Выбор кабелей управления .....	22
3.3 Подключение силовых кабелей .....	23
3.4 Подключение проводов управления .....	25
3.5 Электрическая блокировка вводного выключателя .....	33
<b>4. Пусконаладочные работы и ввод в эксплуатацию</b> .....	<b>34</b>
4.1 Последовательность пусконаладочных работ .....	34
4.2 Общие предпусковые проверки .....	34
<b>5. Интерфейс пользователя</b> .....	<b>37</b>
5.1 Панель управления .....	37
5.2 Окно мониторинга .....	38
5.3 Окно графиков процесса .....	39
5.4 Окно параметров функций .....	41
5.5 Окно системных параметров .....	42
5.6 Журнал записей ошибок .....	43
5.7 Прочие настройки .....	44
5.8 Окно состояния силовых ячеек .....	46
<b>6. Контроль неисправностей</b> .....	<b>47</b>
6.1 Предупреждения и аварийные сигналы .....	47
6.2 Определения предупреждений и аварийных сигналов .....	47
6.3 Сообщения об общих неисправностях .....	48
6.4 Сообщения о неисправностях силовых ячеек .....	50
6.5 Поиск и устранение основных неисправностей .....	51
6.6 Техническое обслуживание .....	52
<b>7. Технические данные</b> .....	<b>53</b>
7.1 Общие технические данные .....	53
7.2 Типовой код и общие конфигурации .....	54

## Указания по технике безопасности

### Высокое напряжение

Преобразователь частоты VEDADRIVE (далее — ПЧ) представляет собой электрическое оборудование высокого напряжения, на этапе проектирования которого соблюдены все требования к обеспечению безопасности персонала. Тем не менее, это оборудование небезопасно, как и любое другое оборудование высокого напряжения. Шкафы с электрооборудованием работают на напряжении, представляющем угрозу жизни человека, кроме того, многие другие внутренние электрические компоненты высокой мощности нагреваются до высокой температуры, опасной при касании. Несоблюдение правил техники безопасности при эксплуатации может привести к травмам, повреждению оборудования и нанесению ущерба собственности.

Для предотвращения причинения травм персоналу и ущерба собственности перед началом эксплуатации ПЧ необходимо изучить и неукоснительно соблюдать предусмотренные правила техники безопасности.

ПЧ является безопасным устройством при проведении любых работ по монтажу, вводу в эксплуатацию, пуску и техническому обслуживанию при условии соблюдения приведенных в этом руководстве инструкций.

### Условные обозначения, используемые в данном руководстве

Ниже приведено описание используемых в этом руководстве предупреждающих знаков. Значение таких знаков остается неизменным во всем документе.



#### ОПАСНОСТЬ!

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



#### ВНИМАНИЕ!

Указывает на потенциально опасную ситуацию, при которой существует риск получения травм средней тяжести. Также может использоваться для обозначения потенциально небезопасных действий и действий, ведущих к повреждению ПЧ и оборудования.

### Меры обеспечения безопасности

Конструкция и защитные устройства ПЧ являются безопасными при условии надлежащего соблюдения инструкций по монтажу, вводу в эксплуатацию, эксплуатации и техническому обслуживанию. Следует неукоснительно соблюдать приведенные ниже правила техники безопасности для исключения несчастных случаев с персоналом.

ООО «Данфосс» не несет ответственности за травмы персонала или ущерб собственности, произошедшие вследствие нарушения правил техники безопасности.

К работам по монтажу, эксплуатации, поиску и устранению неисправностей и техническому обслуживанию ПЧ допускаются только лица / персонал, имеющие надлежащую квалифика-

цию. Квалифицированным считается персонал, который прошел обучение по определенной программе, знакомый с устройством и принципами работы оборудования и действующими в электроэнергетической отрасли нормами.

При тестировании и техническом обслуживании ПЧ следует находиться в рабочей зоне только вместе с другим сотрудником.

При проведении работ по вводу в эксплуатацию, эксплуатации и техническому обслуживанию следует всегда носить обувь с изолирующей подошвой.

Перед проверкой или техническим обслуживанием ПЧ необходимо подготовить тестовый индикатор на высокое напряжение, подключить провод заземления, установить защитное ограждение и вывесить предупредительные таблички.

При подключении внешних кабелей следует тщательно соблюдать нормативы и стандарты, принятые в электроэнергетике.

Для исключения травм персонала и ущерба собственности перед проведением любых работ следует тщательно изучить приведенные в этом руководстве правила техники безопасности.

ПЧ следует установить в соответствующих условиях и обеспечить к нему доступ для проведения технического обслуживания.

Установку, подключение и настройку параметров ПЧ разрешается выполнять исключительно силами подготовленных специалистов. Обратитесь в ООО "Данфосс" для получения консультации в случае необходимости изменения параметров ПЧ.

Пользователь и проектировщик должны выработать комплексные решения в области обеспечения безопасности на этапе выбора ПЧ и оборудования, для которого он служит.

Повторный пуск ПЧ и включение устройства в сеть следует осуществлять только после завершения осмотра и технического обслуживания остановленного ПЧ.

Внутри шкафов может сохраняться опасное напряжение даже при отключенном электрическом питании. Обеспечьте надежность отключения ПЧ (не допускается использовать для отключения контактор). Входы и выходы ПЧ должны быть заземлены, не касайтесь компонентов силовой цепи до тех пор, пока горит лампочка заряда.



При работе необходимо носить обувь на изолированной подошве и изолирующие перчатки, все работы выполняются только одной рукой.

Не допускается эксплуатировать ПЧ с открытыми дверями шкафа, это правило не распространяется на вспомогательный шкаф.



В шкафах ПЧ имеются проводящие элементы. Запрещается касаться любых частей установленного в шкафу оборудования во время проведения технического обслуживания отключенного ПЧ, пока не убедитесь в том, что такие части не находятся под напряжением и не нагреты до высокой температуры.



Электрические устройства чувствительны к зарядам статического электричества. При монтаже, техническом обслуживании, закрытии или касании элементов в шкафу ПЧ необходимо, чтобы выполняющий работы персонал использовал антистатические браслеты. Посторонние лица не должны касаться электрических компонентов.

При транспортировке и хранении электрических компонентов или печатных плат следует использовать антистатическую упаковку.

При установке или обращении с печатными платами не допускается касаться размещенных на плате электрических компонентов, следует держать плату за края.

### **Непреднамеренный пуск**



Если ПЧ подключен к сети питания переменного тока, двигатель может включиться в любое время. Двигатель можно запустить с помощью внешнего переключателя, команды по шине последовательной связи, с использованием входного сигнала задания либо после устранения неисправности. Предпринимайте все необходимые меры для защиты от непреднамеренного пуска.

ПЧ, двигатель и любое подключенное оборудование должны быть в состоянии эксплуатационной готовности. Неготовность оборудования к работе при подключении ПЧ к сети питания переменного тока может привести к летальному исходу, получению серьезных травм или к повреждению оборудования.

## 1. Введение

### 1.1 Руководство по эксплуатации

Данное руководство содержит основную информацию, необходимую для эксплуатации ПЧ. Ввиду большого числа доступных дополнительных устройств в данном руководстве описаны не все возможные конфигурации. Подробную информацию см. в документации по конкретной поставке.

В главе 2 представлены требования к монтажу механической части. В главе 3 — требования к монтажу электрической части, в том числе — подключение питания, двигателя, проводов управления и последовательной связи, а также дано описание функций клемм управления. В главе 4 приводятся инструкции по запуску ПЧ. Остальные главы содержат дополнительные сведения. К ним относятся интерфейс пользователя, устранение неисправностей при запуске, а также технические характеристики.

### 1.2 Обзор преобразователя частоты

VEDADRIVE — это линейка преобразователей частоты высокого напряжения, предназначенных для регулирования скорости вращения электродвигателей переменного тока (синхронных и асинхронных) в сетях высокого напряжения.

ПЧ имеет следующие функции и особенности:

- Для управления ПЧ используется технология регулирования на базе широтно-импульсного модулирования с функцией пространственного векторного управления синусоидальными колебаниями, что обеспечивает высокую точность, быстродействие системы, а также КПД, превышающий 96 %
- Модульная конструкция силовых ячеек, облегчающая техническое обслуживание
- Напряжение в питающей электрической сети может изменяться в широком диапазоне, что уменьшает требования к сетям
- Подключение силовых ячеек выполнено последовательно, что позволяет суммировать амплитуду
- Функция автоматического регулирования напряжения (АРН) обеспечивает регулирование выходного напряжения, что исключает повреждение обмоток двигателя вследствие перенапряжения и уменьшает потери в двигателе при работе без нагрузки
- Функция повышения крутящего момента обеспечивает повышение выходного напряжения и выходного крутящего момента при работе на низких выходных частотах
- Функция пуска вращающегося двигателя (пуск с хода) позволяет перезапустить вращающийся двигатель и обеспечить непрерывность производства
- Функция предотвращения потери мощности в переходном режиме обеспечивает обратное питание для продолжения нормальной работы при исчезновении напряжения в электрической сети на очень короткое время
- Функция байпаса силовых ячеек (опциональная) позволяет автоматически шунтировать неисправные ячейки без влияния на функционирование ПЧ

- Панель управления с сенсорным экраном обеспечивает простое управление и настройку ПЧ
- Схема управления предусматривает работу в режиме ведущий-ведомый
- Компактная конструкция и надлежащая компоновка (возможна поставка устройств в специальном исполнении в соответствии с техническими условиями заказчика)

Кроме перечисленных выше преимуществ, ПЧ VEDADRIVE имеет следующие функции и особенности:

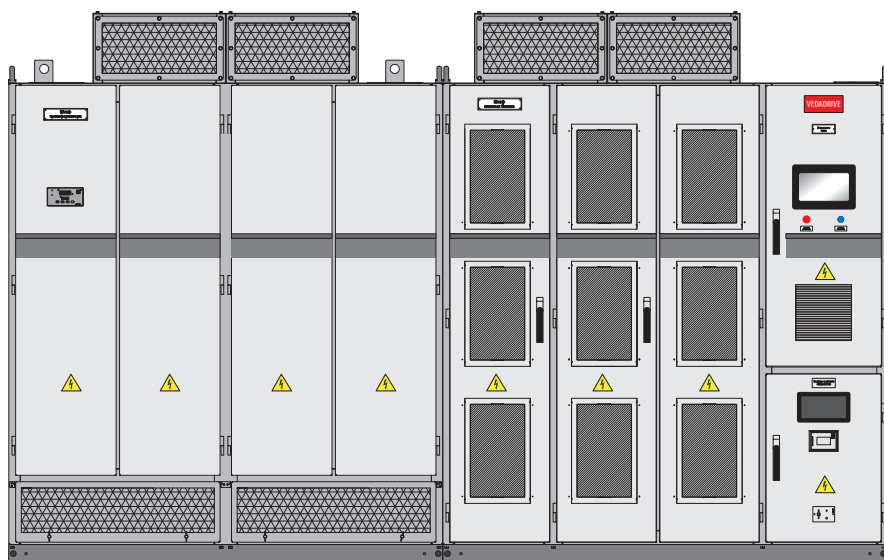
- Защита от перегрузки и сверхтока
- Защита от отсутствия напряжения во входной фазе
- Защита от обрыва фазного провода двигателя
- Защита от однофазных замыканий на землю на выходе
- Защита от перенапряжения
- Защита от перегрева
- Функция ограничения силы тока в цепи
- Защита от короткого замыкания в цепи питания
- Два резервных контура питания блока управления
- Обмен данными между ячейкой питания и контроллер осуществляется по оптоволоконному кабелю, что полностью исключает передачу электрического заряда
- Система работает с обратной связью и может использовать заданное пользователем предполагаемое значение контролируемого на объекте параметра (например, давления, температуры и т.д.) для автоматической регулировки скорости вращения ротора двигателя. Например, постоянное давление в системе водоснабжения может использоваться в качестве параметра для регулирования расхода воды при подаче
- Различные способы обмена данными: изолированный интерфейс RS485, стандартный коммуникационный протокол MODBUS RTU, протокол PROFIBUS DP (опция), промышленный коммуникационный протокол Ethernet (опция), протокол MODBUS TCP/IP (опция)
- Точная регистрация отказов, возможность сохранять журнал ошибок на флеш-диске USB
- Функция подачи аварийного сигнала при открытии двери шкафа



### 1.3 Устройство преобразователя частоты

ПЧ состоит из следующих основных компонентов.

- Шкаф трансформатора
- Шкаф силовых ячеек с секцией управления
- Панель управления
- Шкаф трансформатора
- Шкаф силовых ячеек с секцией управления



Шкаф трансформатора

Шкаф силовых ячеек с секцией управления

Рис. 1–1 Схема компоновки ПЧ VEDADRIVE

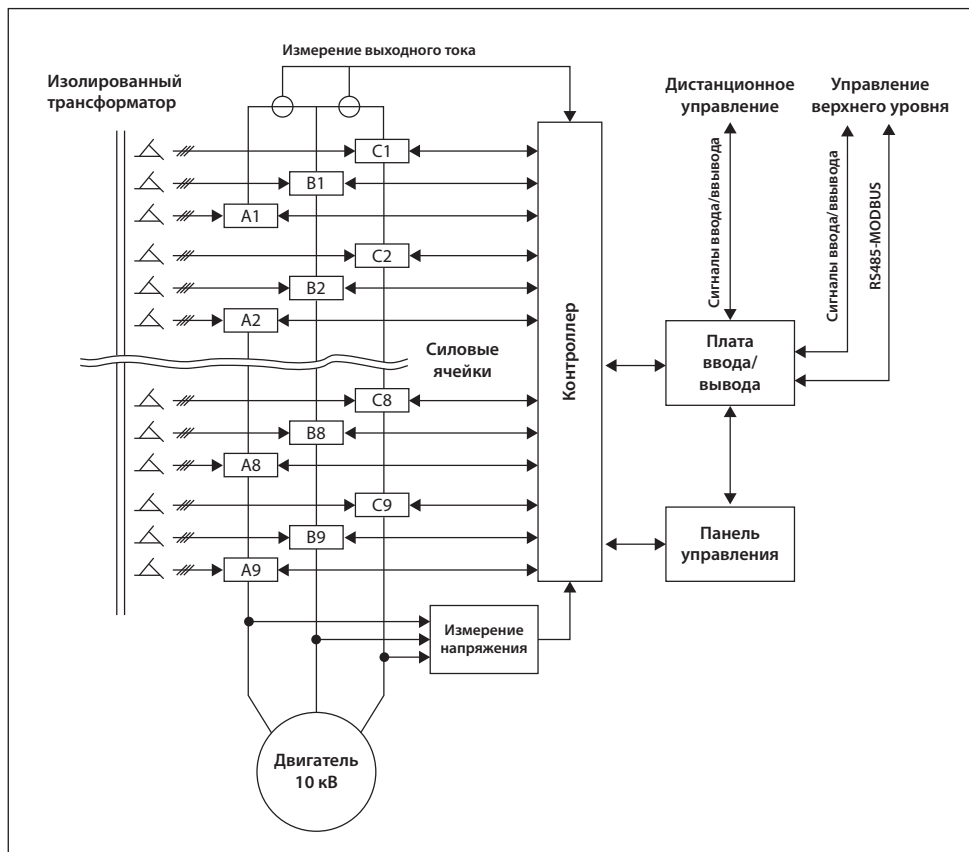


Рис. 1–2 Схема преобразователя частоты

За счет входного трансформатора с изолированными вторичными обмотками, вход ПЧ изолирован от сети. Посредством сдвига фаз во вторичной обмотке и использовании моста на импульсных диодах осуществляется изолированное питание силовых ячеек (30/36 импульсов для 6 кВ, 54 импульса для 10 кВ). Благодаря использованию многоимпульсного выпрямителя в значительной степени минимизирован ток гармонического искажения питающей сети (см. рис. 1–3)

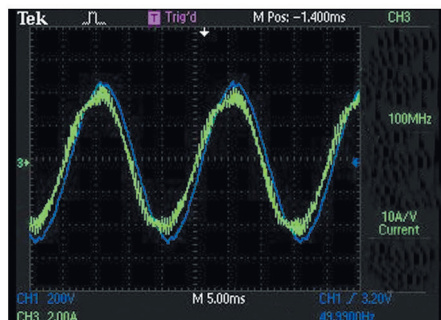


Рис. 1–3 30-импульсное входное напряжение, кривые тока и напряжения

Способ последовательного подключения силовых ячеек с образованием многоячеечной силовой структуры, который применен в ПЧ VEDADRIVE, позволяет в значительной степени устранить гармоническую составляющую на выходе ПЧ, при этом форма кривой выходного напряжения имеет практически синусоидальную форму (см. рис. 1–4 и 1–5).

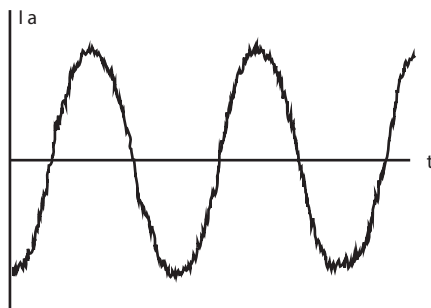
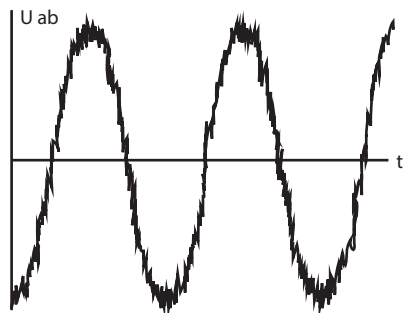


Рис. 1–4 Форма кривой выходного напряжения    Рис. 1–5 Форма кривой выходного тока

По сравнению с другими ПЧ высокого напряжения высокой мощности такая схема имеет следующие преимущества:

- Нет необходимости использования дополнительного фильтра на выходе
- Возможность прямого привода стандартных синхронных и асинхронных электродвигателей высокого напряжения, при этом температура двигателя не повышается
- Не требуется уменьшение номинальной мощности электродвигателя
- Отсутствие повреждений изоляции электродвигателя и кабеля вследствие резких всплесков напряжения

- Отсутствие колебаний крутящего момента вследствие воздействия гармонической составляющей, срок службы электродвигателей и приводимых механизмов может быть увеличен
- Нет ограничений на длину кабеля, если падение напряжения находится в допустимых пределах

В качестве разделительного трансформатора применяется трансформатор сухого типа с принудительным воздушным охлаждением. Первичная обмотка трансформатора подключена непосредственно к электрической сети высокого напряжения по схеме звезда. Вторичные обмотки подключены по расширенной схеме треугольник и имеют некоторую разность фаз. Угол сдвига фаз  $60^\circ/n$ , где  $n$  = число силовых ячеек в каждой фазе

Силовые ячейки получают питание от вторичных обмоток трансформатора; разность фаз между обмотками определяется числом силовых ячеек и напряжением ПЧ (см. таблицу 1–1).

Таблица 1–1: Конфигурация силовых ячеек

Напряжение ПЧ, кВ	Количество силовых ячеек в каждой фазе	Номинальное напряжение ячейки, В	Выходное фазное напряжение, В	Выходное линейное напряжение, В	Число уровней напряжения для каждой фазы
6	5	690	3450	6000	11
6/6,6	6	580	3480	6000/6600	13
10	8	720	5760	10000	17
10/11	9	640	5760	10000/11000	19

ПЧ на напряжение 6 кВ имеет 15/18 силовых ячеек, а ПЧ на 10 кВ — 24/27 ячеек. Поскольку несколько силовых ячеек подключены последовательно, то амплитуда напряжения складывается. Трехфазное высокое напряжение на выходе ПЧ создается посредством подключения трех выходных фаз по схеме звезда с изолированными нейтральными точками.

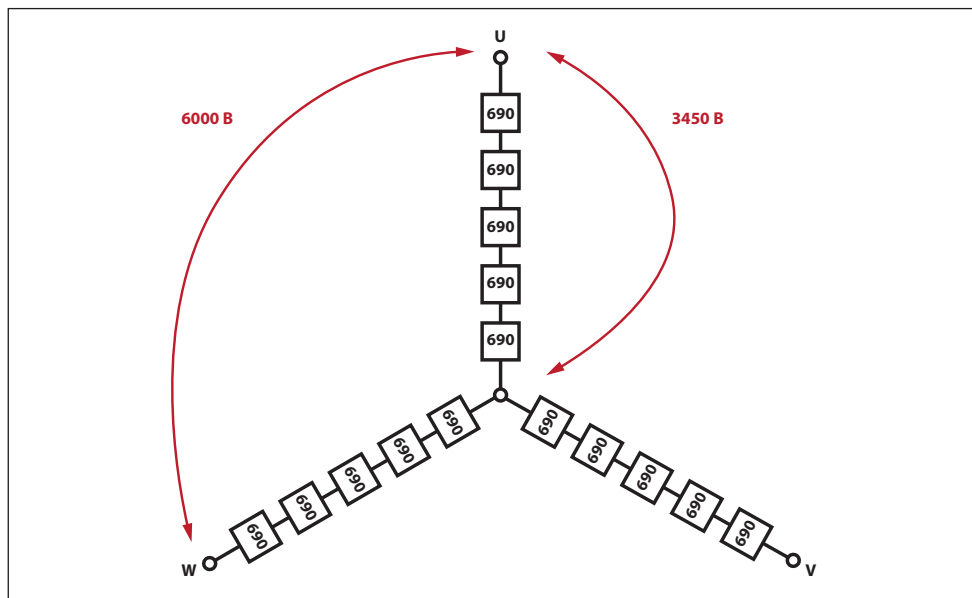


Рис. 1–6 Схема суммирования напряжений для ПЧ 6 кВ

Например, для ПЧ на напряжение 6 кВ с 5 силовыми ячейками можно получить 11 уровней напряжения на выходе (см. рис. 1–6). При увеличении числа уровней напряжений значение каждого уровня уменьшается; это приводит к уменьшению всплесков напряжения и общего искажения высшими гармониками выходного напряжения. На рис. 1–7 показаны формы колебаний напряжения для пяти силовых ячеек и формы колебаний фазного напряжения для пяти силовых ячеек, подключенных последовательно.

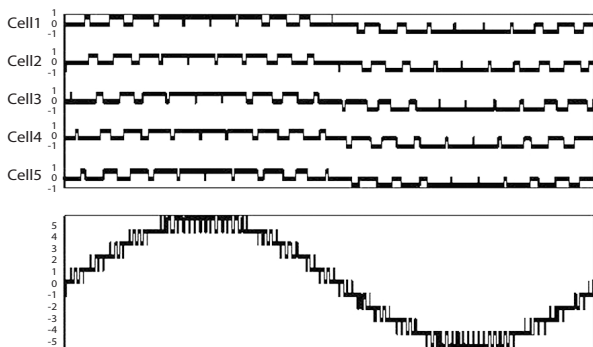


Рис. 1–7 Форма колебаний напряжения для пяти силовых ячеек и форма кривой фазного напряжения

#### 1.4 Шкаф трансформатора

В шкафу трансформатора установлен трансформатор со сдвигом фазы, который подает трехфазное питание на силовые ячейки. На двери шкафа расположен температурный контроллер трансформатора сухого типа, предназначенный для подачи аварийного сигнала в случае чрезмерного повышения температуры и защиты трансформатора от перегрева. Внутри двери шкафа установлен конечный выключатель, который подает аварийный сигнал при открытии двери.

С правой стороны ПЧ 3 и 6 кВ расположена зона кабелей вторичных обмоток, в которой осуществляется подключение трехфазного входного кабеля силовых ячеек. В ПЧ напряжением 10 кВ зона кабелей вторичных обмоток, в которой производится подключение трехфазного входного кабеля силовых ячеек, расположена в правой передней части трансформатора и в левой задней части трансформатора.

На крыше шкафа трансформатора размещен центробежный вентилятор. Кроме этого, имеются шесть вентиляторов в нижней части трансформатора, равномерно расположенные спереди и сзади каждой обмотки.

#### 1.5 Шкаф силовых ячеек

В шкафу управления/силовых ячеек (далее — шкаф силовых ячеек) установлена система управления, силовые ячейки и вспомогательные компоненты. Шкаф силовых ячеек состоит из следующих частей.

- Контроллер
- Плата интерфейса вводов / выводов
- Пульт управления
- Силовые ячейки
- Плата сопротивлений
- Измерительные устройства
- Плата измерения напряжения
- Трансформатор управления
- Датчик Холла для измерения силы выходного тока
- Плата измерения выходного напряжения
- Отсек первичной обмотки
- Отсек вторичной обмотки
- Центробежный вентилятор охлаждения
- Нагреватель (опция)
- ИБП (опция)

Каждая силовая ячейка реализована по схеме, указанной на рис. 1–8

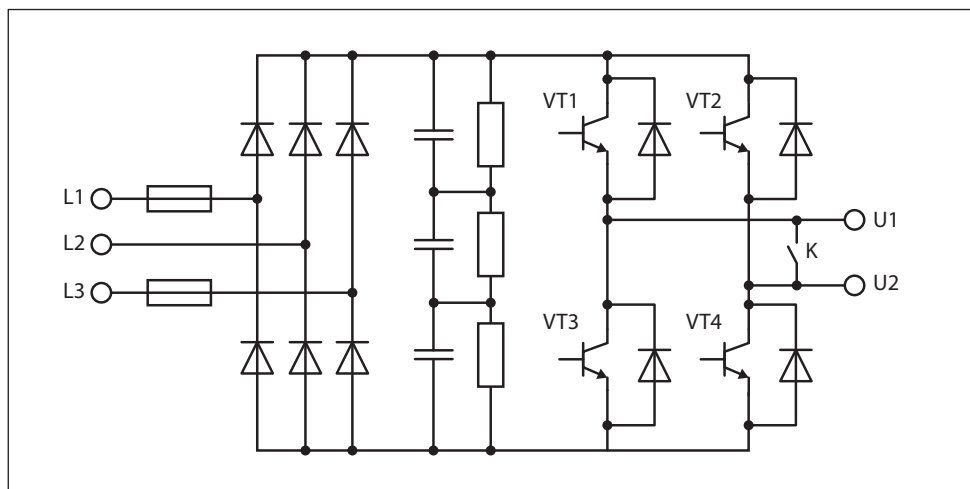


Рис. 1–8 Схема силовой ячейки

Все ячейки имеют одинаковые электрические и механические характеристики и являются взаимозаменяемыми.

Входные клеммы питания L1, L2, L3 подключены к трехфазному выходу низкого напряжения вторичной обмотки входного трансформатора. В каждой из трех фаз используются диоды, с помощью которых осуществляется двухполупериодное выпрямление для заряда конденсаторов постоянного тока. Напряжение с конденсатора подается на однофазный мостовой выпрямитель H, состоящий из транзисторов с изолированным затвором (IGBT).

Байпасирование ячейки является опциональной функцией силовой ячейки. Если ячейка не может продолжать работу вследствие обрыва фазы из-за отказа предохранителя, перегрева или отказа драйвера IGBT, то эта ячейка и две соответствующие ячейки в двух других фазах автоматически шунтируются, при этом VT1–VT4 блокируют выход, а байпасный переключатель K замыкается для обеспечения непрерывной работы ПЧ. При этом на дисплей выводится сообщение о входе ПЧ в режим байпасирования силовой ячейки.

При байпасировании ячейки, в связи с уменьшением количества работающих ячеек, номинальное напряжение на выходе понизится. В случае, если рабочая выходная частота ПЧ относительно низкая, то ПЧ автоматически повышает напряжение на выходе и байпасирование проходит без возникновения переходных процессов с сохранением требуемых выходных характеристик.

Каждая силовая ячейка имеет собственную плату управления и плату драйвера. Плата управления принимает сигналы, передаваемые контроллером по оптоволоконной сети. На плате управления имеются несколько цепей для мониторинга таких неисправностей, как перегрев, обрыв фазы, перенапряжение в цепи постоянного тока, исчезновение питающего напряжения, отказ оптоволоконной коммуникационной системы и отказ драйверов. Сигна-

лы неисправности передаются на контроллер для обеспечения работы защитных функций ПЧ и для регистрации в журнале ошибок.

Для ПЧ 6 кВ ячейки в шкафу разделены на три группы, сверху вниз: фаза А, фаза В и фаза С. Силовые ячейки для каждой фазы установлены справа налево, например, расположенные справа налево ячейки фазы А именуются А1, А2, А3, А4, А5. В нижней части ячейки предусматривается трехфазный изолированный силовой входной кабель, подключенный посредством быстродействующего предохранителя к вторичной обмотке трансформатора с номинальным напряжением 690 В, а в верхней части ячейки имеется однофазный выход. Пять ячеек каждой фазы соединены последовательно с помощью медной шины. Первые ячейки каждой фазы замкнуты между собой с образованием трехфазного подключения по схеме звезда. Выход пятой ячейки в каждой фазе подключен к выходному разъему ПЧ, что образует трехфазный выход ПЧ с номинальным напряжением 6 кВ.

Для ПЧ 10 кВ в каждой фазе установлено девять силовых ячеек. Эти ячейки расположены двумя рядами спереди и сзади для минимизации ширины шкафа. В переднем ряду каждой фазы установлены справа налево четыре ячейки. Например, ячейки справа налево для фазы А именуются А1, А2, А3, А4. В правой части шкафа расположен отсек управления, контроллер, ПЛК, силовая коммутирующая аппаратура и клеммы вторичной обмотки. В заднем ряду установлено пять ячеек справа налево, например, расположенные справа налево ячейки фазы А именуются А5, А6, А7, А8, А9. Девять ячеек каждой фазы соединены последовательно с помощью медной шины. Первые ячейки каждой фазы замкнуты между собой с образованием трехфазного подключения по схеме звезда. Выход девятой ячейки в каждой фазе подключен к трехфазному выходу ПЧ, номинальное напряжение на каждой ячейке составляет 640 В, номинальное напряжение на выходе ПЧ равно 10 кВ.

С обратной стороны силовых ячеек предусматривается воздушный канал, по которому охлаждающий воздух через фильтры в двери шкафа фильтрах, подается на радиаторы охлаждения ячеек и затем отводится в воздушный короб, расположенный в задней части шкафа. Установленный на крыше шкафа центробежный вентилятор удаляет горячий воздух из шкафа силовых ячеек.

На двери шкафа размещены фильтры, предназначенные для очистки поступающего в шкаф ячеек воздуха от пыли. Внутри шкафа установлен конечный выключатель для блокировки двери шкафа; при открытии двери подается аварийный сигнал.

## 1.6 Секция управления

Система управления ПЧ состоит из контроллера, платы подключения вводов/выводов и панели управления.

Контроллер состоит из платы управления, платы обработки сигналов, трех плат оптоволоконного интерфейса и платы силового интерфейса.

Плата оптоволоконного интерфейса передает сигналы данных по оптоволоконной линии, каждая плата оптоволоконного интерфейса управляет подключенными к одной фазе ячейками и периодически передает сигналы ШИМ или команды рабочего режима на силовую ячейку, а также осуществляет прием сигналов статуса, поступающих от силовых ячеек.



Силовая ячейка получает команды на подключение и сигналы статуса по оптоволоконной линии, а также передает сигналы с кодами неисправности на плату оптоволоконного интерфейса.

Плата обработки сигналов осуществляет прием сигналов выходного напряжения и тока ПЧ, а после, — разделение, фильтрацию и аналого-цифровое преобразование сигналов. После этого аналоговые сигналы передаются на плату управления и защиты ПЧ, а также приемник цифровых сигналов на главной плате управления.

На плате управления установлен процессор цифровых сигналов (DSP), с помощью которого реализованы все функции управления двигателем посредством ШИМ напряжения для трех фаз питания, генерированных в режиме пространственного вектора. Обмен данными с платой панели управления осуществляется через последовательный интерфейс, по нему передаются параметры состояния ПЧ и принимаются значения параметров от платы панели управления.

Плата питания используется для подачи напряжения +5 В и ±15 В на плату управления и плату обработки сигналов соответственно.

Плата интерфейса вводов / выводов осуществляет логическую обработку внутренних сигналов переключения ПЧ, сигналов управления и сигналов состояния, поступающих от внешнего оборудования. Плата интерфейса вводов / выводов предназначена для обработки сигналов для двух аналоговых входов и двух аналоговых выводов. Аналоговые входы используются для получения аналоговых сигналов настройки параметров, сигналов расхода и давления. Аналоговые выходы используются для работы с сигналами частоты ПЧ и силы тока на выходе.

Панель управления оснащена удобным для пользователя интерфейсом на русском языке. Реализованное в составе панели управления программное обеспечение осуществляет расчет и вывод на дисплей параметров тока, напряжения, мощности, рабочей частоты и других рабочих параметров с использованием полученных от платы управления и платы интерфейса вводов / выводов, а также реализует функции аварийной сигнализации в случае возникновения неисправностей.

На двери шкафа располагаются две кнопки:

1. Кнопка **«Сброс неисправности»** используется для сброса аварийного состояния системы управления и отключения аварийной блокировки.
2. Самоблокирующаяся кнопка **«Отключить высокое напр.»** предназначена для отключения ПЧ от питающей сети высокого напряжения.

При возникновении неисправности или переходе ПЧ в аварийное состояние, или, в случае необходимости экстренного отключения ПЧ от электрической сети высокого напряжения, следует нажать на кнопку отключения питания высокого напряжения тыльной стороной одной руки. Если кнопка заблокировалась в нажатом положении, следует повернуть кнопку на 45° по часовой стрелке для снятия блокировки.

При нажатии на кнопку «Отключить высокое напр.» на дисплей выводятся сообщение о неисправности и сообщение о внешней неисправности, цепь сигнала разрешения размыкается, цепь отключения питания замыкается. При проверке или техническом обслуживании эта кнопка должна находиться в нажатом состоянии для исключения случайного подключения ПЧ к питающей сети высокого напряжения.

## 2. Механический монтаж

### 2.1 Подготовка места установки

Перед проведением монтажных работ необходимо разработать проект установки преобразователя частоты. 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 охлаждения
- Прокладка кабелей
- Убедитесь, что источники питания подают надлежащее напряжение и обеспечивают достаточный ток

Следует обеспечить проходы достаточной ширины вокруг шкафов.

Расстояние от задней стенки шкафа до стены должно быть не менее 1000 мм для ПЧ 6 кВ и не менее 1200 мм для ПЧ 10 кВ для обеспечения достаточного пространства при замене силовых ячеек. Расстояние между верхом шкафа и потолком должно быть не менее 800 мм.

Расстояние между передней частью шкафа и стеной должно быть не менее 1500 мм. Это расстояние требуется для обеспечения безопасности и удобства работы вследствие того, что панель управления находится с передней части шкафа.

### 2.2 Перечень предмонтажных проверок

Порядок проведения осмотра при приемке ПЧ:

- Перед снятием упаковки убедитесь в отсутствии повреждений упаковки.
- Распакуйте оборудование и убедитесь в отсутствии наружных повреждений на ПЧ
- Сравните заказной код, указанный на паспортной табличке, с номером в заказе, чтобы убедиться в соответствии полученного оборудования.
- Убедитесь, что все детали рассчитаны на одинаковое напряжение: питающая сеть, ПЧ, двигатель
- Убедитесь, что выходная номинальная мощность ПЧ равна или превышает ток полной нагрузки двигателя.
- Проверьте отгрузочную ведомость и убедитесь в наличии всех необходимых частей



При обнаружении каких-либо повреждений ПЧ откажитесь от подписания акта приемки и незамедлительно известите об этом поставщика.

## 2.3 Подъем и перемещение ПЧ

Подъем и перемещение шкафов ПЧ можно осуществлять следующими тремя способами.

- Подъем с помощью мостового крана
- Подъем с помощью ручной цепной тали
- Перемещение с помощью катков

Подъем шкафа трансформатора следует производить в соответствии с маркировкой на упаковке и положением на чертеже.

При подъеме следует принять все возможные меры, чтобы центр подъема совпадал с осевой линией шкафа трансформатора и шкафов силовых ячеек.

Если на крыше шкафа трансформатора установлены вентиляторы, то их следует демонтировать перед подъемом. Порядок демонтажа: снимите верхнюю крышку вентилятора, отсоедините кабель питания вентилятора на клеммах, запомните порядок подключения жил кабеля для последующего восстановления соединения, отверните болты на верхней крышке.

Катки пригодны для использования в стесненных условиях при отсутствии крана или цепной тали. Положите несколько катков на землю рядом друг с другом, поставьте шкаф на катки и с помощью лома перемещайте катки к месту установки шкафа.



Кран или ручная цепная лебедка должны иметь соответствующую грузоподъемность.

Подъемные стропы должны иметь достаточную длину и прочность, чтобы выдержать массу груза.

Не допускать повреждения поверхности шкафа при перемещении мостовым краном, ручной цепной талью или на катках.

Не допускается подъем шкафа трансформатора с зацеплением только за подъемное кольцо шкафа — необходимо использовать подъемную проушину трансформатора.



При установке на неровных поверхностях металлические шкафы ПЧ могут изгибаться, что вызовет перекос дверей и проблемы с их открытием/закрытием.

Запрещается стоять под грузом при подъеме шкафа краном.

Запрещается корректировать положение шкафа, если шкаф наклонился во время подъема — это может привести к падению шкафа.

Соблюдайте осторожность для исключения повреждения и деформации шкафов.

## 2.4 Монтаж ПЧ

Для обеспечения безопасности и удобства при прокладке кабеля рекомендуется устанавливать шкафы поверх кабельного канала (см. рис. 2–1). Нижнее основание ПЧ изготовлено из швеллера № 10. Если номинальная мощность составляет 1600 кВт и выше, то это основание изготавливается из стального швеллера № 16. Если номинальная мощность превышает 4000 кВт, используется стальная двутавровая балка № 18. Таким образом, следует выбрать надлежащий профиль в соответствии с массой ПЧ. Если смотреть спереди, то шкаф трансформатора установлен слева от шкафа силовых ячеек и рядом со шкафом.

Следует установить ПЧ на основание и надежно подключить к системе заземления. Экран трансформатора и клеммная коробка должны быть заземлены. Сопротивление цепи заземления не более 4 Ом. Все шкафы должны быть соединены между собой болтами с образованием единой конструкции.

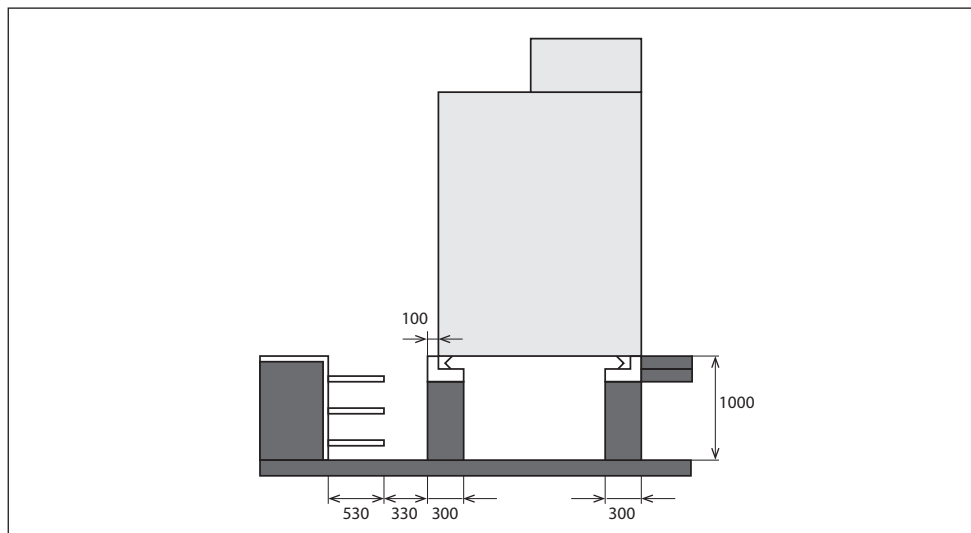


Рис. 2–1 Монтаж ПЧ на основание

## 2.5 Охлаждение

Установку ПЧ следует производить в достаточно большом помещении для удобства при работе и исключения сильных поворотов воздуховода для подачи охлаждающего воздуха. При высокой температуре окружающей среды или затруднениях для циркуляции охлаждающего воздуха необходимо установить дополнительные вентиляторы или промышленные кондиционеры.

Стандартное расположение воздухопроводов охлаждения ПЧ показано на рис. 2–2 и 2–3.

Для уменьшения температуры в месте работы ПЧ, рекомендуется установить вентиляционный короб, по которому горячий воздух будет отводиться за пределы помещения. Вентиля-

ционный короб присоединяется непосредственно к охлаждающим вентиляторам, установленным в верхней части шкафов ПЧ.

Выходная мощность кондиционера охлаждения должна быть не меньше требуемой, рассчитанной по формуле:  $0,02 \times P_{НОМ}$ , где  $P_{НОМ}$  — номинальная мощность ПЧ.

Совместное использование кондиционера и воздуховода не рекомендовано из-за возможного образования конденсата во время простоя преобразователя частоты.

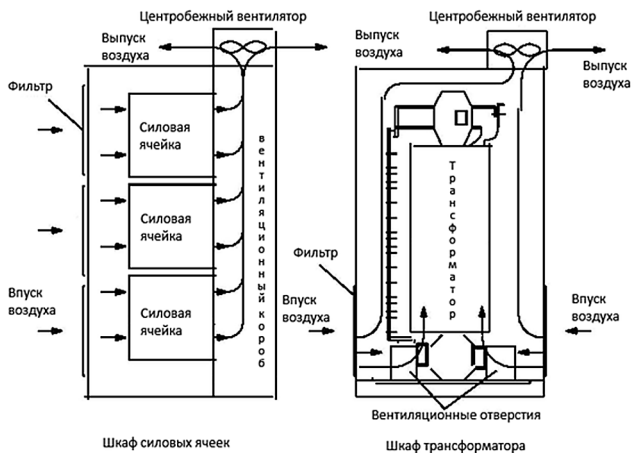


Рис. 2–2 Воздуховод охлаждения ПЧ 6 кВ

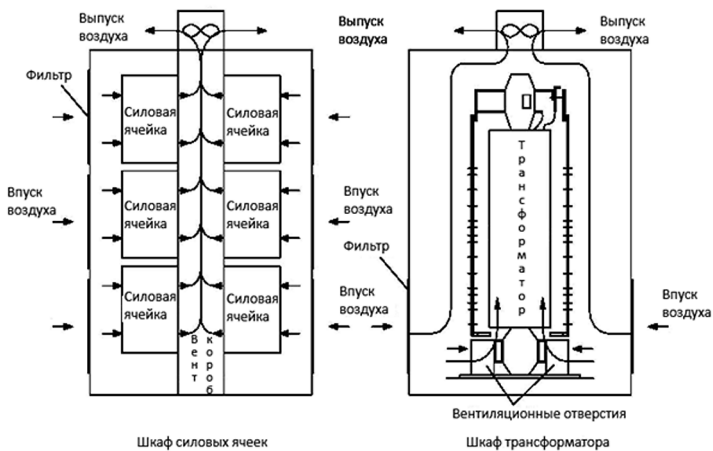


Рис. 2–3 Воздуховод охлаждения ПЧ 10 кВ

## 3. Электрический монтаж

### 3.1 Выбор силовых кабелей

При выборе силовых кабелей следует строго соблюдать соответствующие нормы и руководствоваться следующими требованиями

- Установленное значение предельно допустимого тока
- Стандарт изготовителя
- Способы прокладки и монтажа
- Величина падения напряжения в зависимости от длины кабеля
- Электротехнические стандарты
- Стандарты электромагнитной совместимости

Для подключения электродвигателя к ПЧ следует использовать бронированные кабели высокого напряжения с экранированием, которые отвечают требованиям к электромагнитной совместимости.

Если общая площадь сечения составляет менее 50% от площади сечения однофазного проводника, то необходима установка кабеля заземления для исключения возникновения сверхтоков в экране кабеля, вызванного разницей потенциалов в сети заземления.

Площадь сечения кабелей заземления должна быть не менее 16 мм<sup>2</sup>.

После установки шкафов следует закрепить шкафы к стальным швеллерам основания с помощью точечной сварки, такое основание должно быть надежно заземлено. Сопротивление цепи заземления не должно превышать 4 Ом.

### 3.2 Выбор кабелей управления

Следующие типы кабелей должны быть использованы для подключений сигналов управления:

- Кабели для аналоговых входов и выходов: полностью экранированный кабель «витая пара», площадь сечения 0,5–1,5 мм<sup>2</sup>
- Кабели для цифровых входов и выходов: полностью экранированный кабель «витая пара», площадь сечения 0,5–1,5 мм<sup>2</sup>
- Кабель энкодера: полностью экранированный кабель «витая пара», площадь сечения 0,5–1,5 мм<sup>2</sup>
- Коммуникационный кабель: специальный коммуникационный кабель или полностью экранированный кабель «витая пара», площадь сечения 0,5–1,5 мм<sup>2</sup>

Управляющие, сигнальные, коммуникационные и силовые кабели следует прокладывать отдельно в кабельных каналах и соединительных коробах. В случае совместной прокладки расстояние между вспомогательными и силовыми кабелями должна быть не менее 30 см. Не рекомендуется параллельная прокладка кабелей. Если такая прокладка должна быть произведена, то следует увеличить расстояние между вспомогательными и силовыми кабелями по мере увеличения длины параллельно проложенных кабелей.

Не допускается, чтобы силовые кабели или кабели заземления имели общий провод экранирования с сигнальными кабелями.

Если длина сигнального или управляющего кабеля превышает 50 м, то следует предусмотреть разделительный преобразователь и вспомогательное реле на входе и выходе кабеля.

Экраны кабелей следует заземлять только со стороны ПЧ.

Для уменьшения разницы электрических потенциалов между различными компонентами следует проложить кабель выравнивания электрических потенциалов параллельно управляющим кабелям, при этом сечение такого кабеля должно быть больше 16 мм<sup>2</sup>.

При наличии в цепи реле или контакторов, или, если нагрузка имеет индуктивную или емкостную составляющую, следует предусмотреть установку в цепях реле и контакторов.

Управляющие, сигнальные и коммуникационные кабели следует прокладывать по краям каналов с нулевым электрическим потенциалом для повышения защищенности от помех.

Кабели для передачи различных сигналов должны прокладываться с перекрещиванием.

Участки подключения слоя экранирования к клеммам должны быть максимально короткими. Не рекомендуется заземлять экранирование с помощью отдельного длинного кабеля.

После завершения прокладки кабелей выполните следующие проверки:

- Проверьте правильность подключения кабелей
- Убедитесь в отсутствии взаимных коротких замыканий выводов и кабелей или коротких замыканий на землю
- Убедитесь в том, что подключены все необходимые кабели
- Убедитесь в том, что изоляционное расстояние и длина пути тока утечки отвечают установленным требованиям

### 3.3 Подключение силовых кабелей

Схема подключения силовых кабелей изображена на рис. 3–1

Внутри помещения управления следует установить устройства для защиты электродвигателя, например, с зависимостью времени срабатывания от величины сверхтока, устройства заземления и защиты от грозовых разрядов. Кроме этого, следует предусмотреть устройства дифференциальной защиты, соответствующие мощности короткого замыкания двигателя.

Так как ПЧ работает по схеме преобразования переменный ток — постоянный ток — переменный ток, то амплитуда, частота и фазовый угол тока на входе и выходе ПЧ отличаются, поэтому входной кабель дифференциальной защиты преобразователя тока должен быть установлен на выходной стороне ПЧ.

Кроме этих стандартных устройств защиты необходимо предусмотреть блокировку между вводным распределительным устройством и ПЧ. При отказе ПЧ замыкание выключателя QF должно быть невозможным. Кроме этого, требуется автоматическое срабатывание выключателя QF при отказе ПЧ.

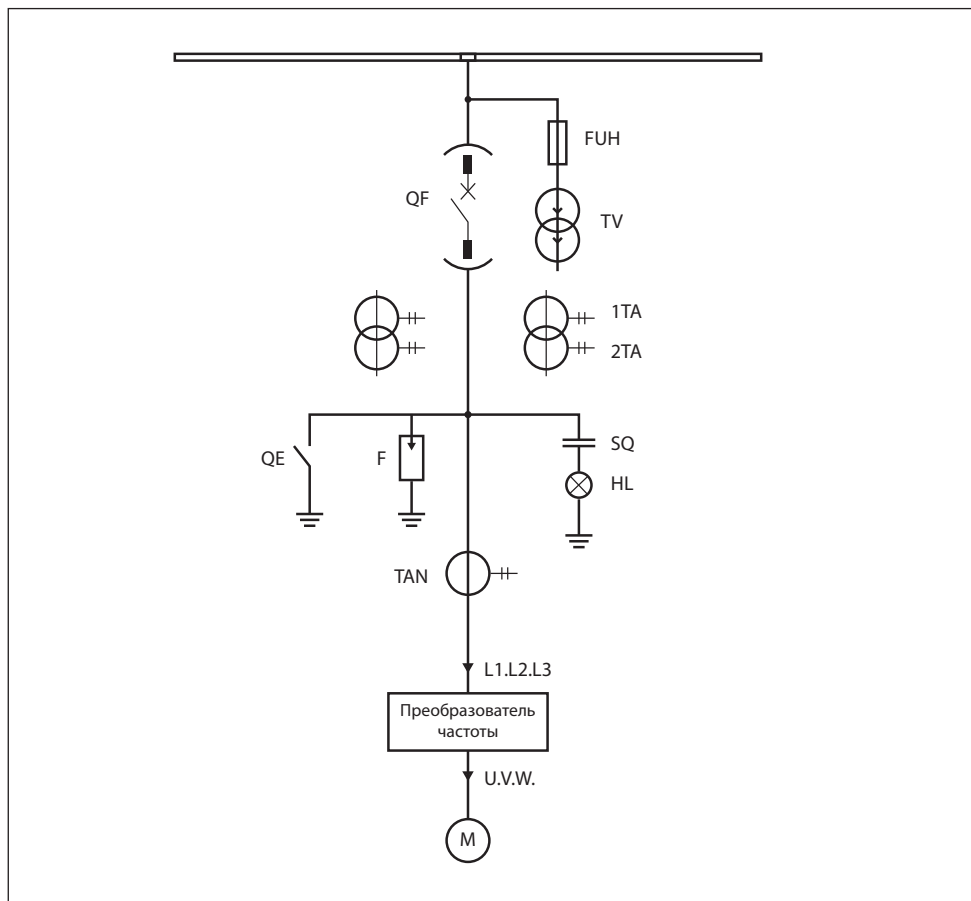


Рис. 3–1 Электрическая схема первичного контура



Неправильное подключение кабеля питания на входе, а также кабеля на выходе, приведет к повреждению ПЧ и/или к несчастным случаям с персоналом.

Выходы вторичной обмотки трансформатора должны совпадать с маркировкой входного кабеля питания силовых ячеек.

В нижней левой и задней части шкафа трансформатора размещена медная шина заземления. После монтажа ПЧ контакты заземления трансформатора и шкафа должны быть присоединены к медной шине заземления и к локальной сети заземления.



### 3.4 Подключение проводов управления

Клеммы для подключения низковольтных сигналов управления располагаются в отсеке управления (рис. 3–2):

- XS1T-XS4T: над интерфейсной платой
- XS11T-XS18T: под интерфейсной платой

Схема подключения низковольтных сигналов вторичного контура приведена на рис. 3–3

В нижней части отсека управления находятся клеммы XT3 и XT4, предназначенные для питания системы управления ПЧ.

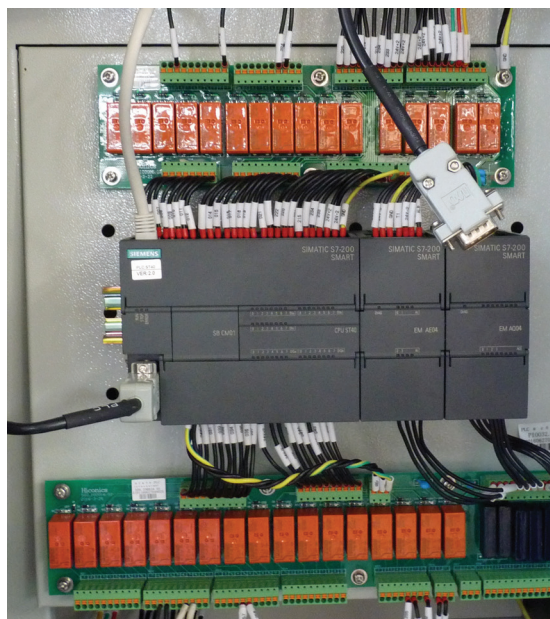


Рис. 3–2 Отсек управления

Клеммы XS1T-XS4T, располагаемые над интерфейсной платой, предназначены для подключения входных сигналов дистанционного управления, в т.ч. одного аналогового входного сигнала 4–20 мА.

Список сигналов клемм XS1T-XS4T приведен в таблице 3–1.

Входы управления могут работать в двух режимах: по логическому уровню сигнала, определяемому напряжением, или по импульсу (фронту) сигнала. Выбор режима производится в пункте «Режим дистанц. пуска/останова» панели управления.

Импеданс нагрузки не должен превышать 500 Ом.

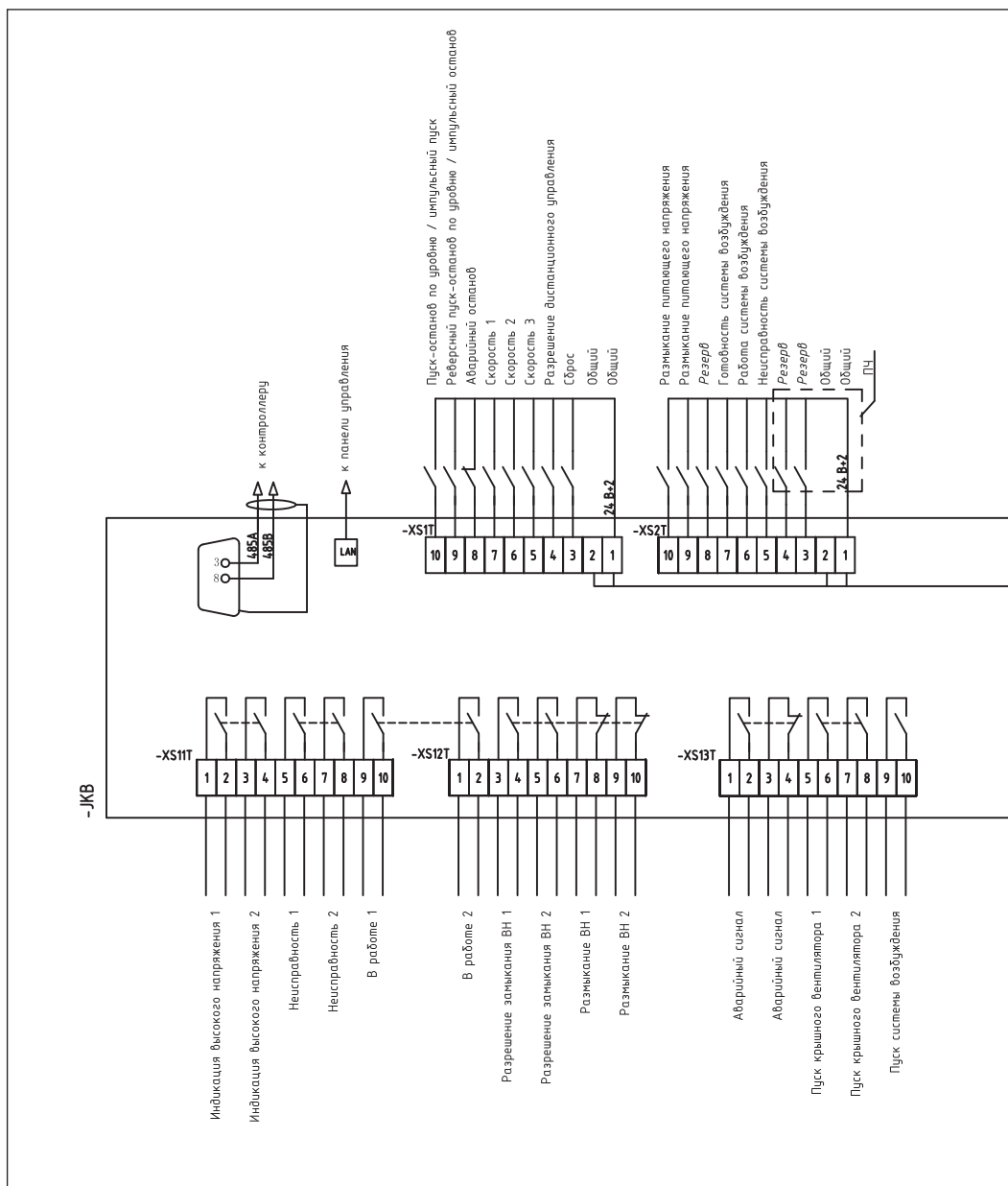


Рис. 3–3 Электрическая схема вторичного контура

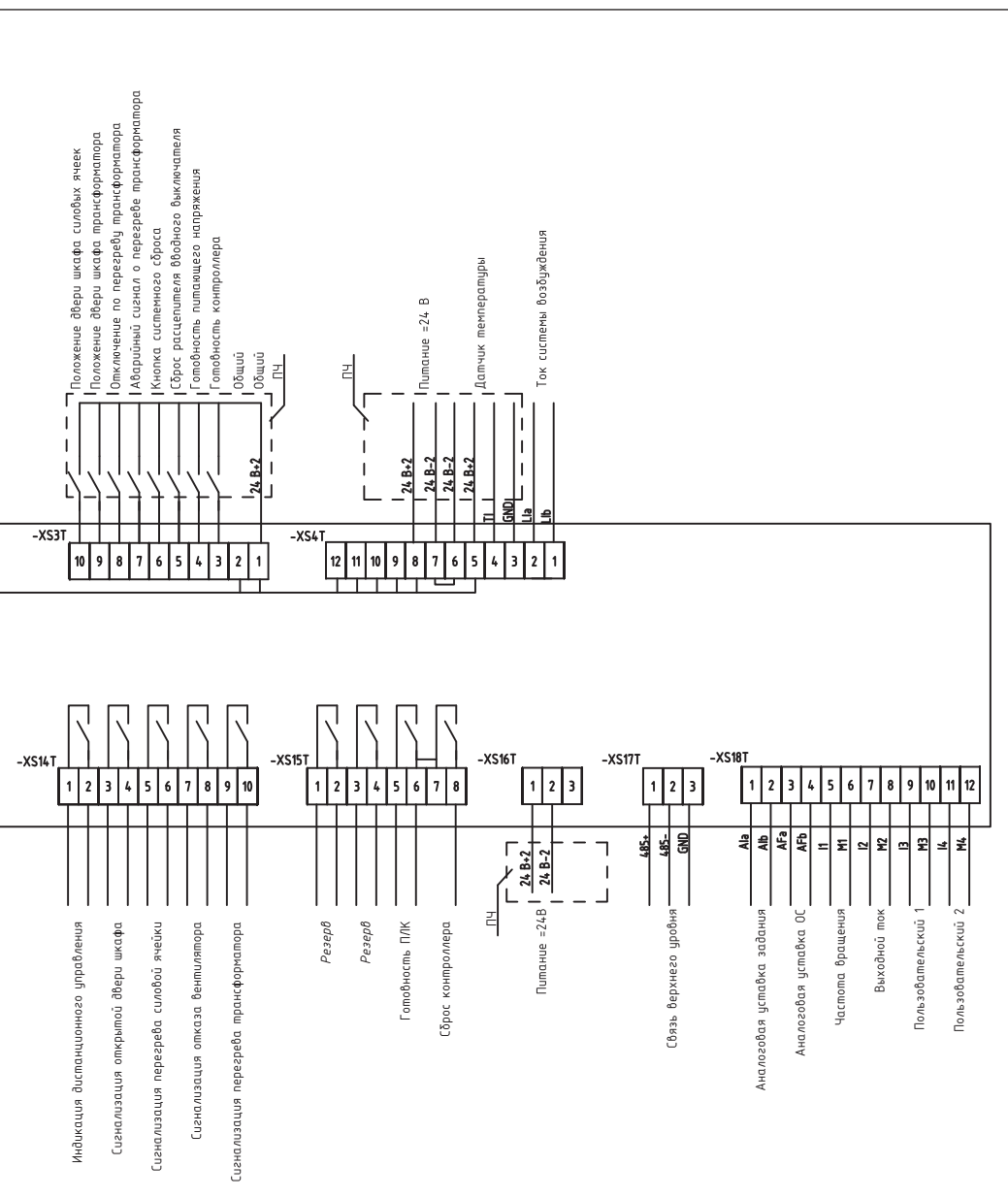


Таблица 3–1

Номер контакта	Функция сигнала	Оперативное состояние	Тип входа и сигнала	Примечания
XS1T:1 XS1T:10	Пускостанов по уровню / импульсный пуск	Замкнуто/ разомкнуто	Цифровой. Сигнал уровня или импульс	Активно при выборе режима дистанционного управления в меню панели управления. Выбор режима дистанционного пуска/останова определяет условия срабатывания: <ul style="list-style-type: none"> <li>• «По уровню»: пуск в прямом направлении при замыкании, останов при размыкании</li> <li>• «По импульсу»: замыкание-размыкание (ширина импульса более 2 с) — пуск</li> </ul>
XS1T:1 XS1T:9	Реверсный пуск-останов по уровню / импульсный останов	Замкнуто/ разомкнуто	Цифровой. Сигнал уровня или импульс	Активно при выборе режима дистанционного управления в меню панели управления. Выбор режима дистанционного пуска/останова определяет условия срабатывания: <ul style="list-style-type: none"> <li>• «По уровню»: пуск в обратном направлении при замыкании, останов при размыкании</li> <li>• «По импульсу»: замыкание-размыкание (ширина импульса более 2 с) — останов</li> </ul>
XS1T:1 XS1T:8	Аварийный останов	Разомкнуто	Цифровой. Нормально замкнутый. Сигнал уровня	При размыкании блокируется выход ПЧ, двигатель останавливается выбегом
XS1T:1 XS1T:7	Скорость 1	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый. Сигнал уровня	В пункте меню «Тип управления» выбран «Разомкнутый контур», в «Источнике управления» — «Выбор количества скоростей». При замыкании происходит выбор одной из трех установленных частот
XS1T:1 XS1T:6	Скорость 2	Замкнуто		
XS1T:1 XS1T:5	Скорость 3	Замкнуто		
XS1T:1 XS1T:4	Разрешение дистанц. управления	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый. Сигнал уровня	В меню активирован пункт «Режим управл. уст.дистанционно». При замыкании ПЧ переходит в режим удаленного управления

Номер контакта	Функция сигнала	Оперативное состояние	Тип входа и сигнала	Примечания
XS1T:1 XS1T:3	Сброс	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый. Импульсный сигнал	При замыкании сбрасывается аварийный сигнал (при его наличии), либо перезагружается панель управления (равнозначно нажатию кнопки «Сброс неисправности» на двери секции управления)
XS2T:1 XS1T:10	Размыкание питающего напряжения	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый. Импульсный сигнал	При замыкании размыкается вводной выключатель (равнозначно нажатию кнопки «Отключить высокое напр.»)
XS2T:1 XS1T:9	Размыкание питающего напряжения	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый. Импульсный сигнал	При замыкании размыкается вводной выключатель (равнозначно нажатию кнопки «Отключить высокое напр.»)
XS2T:1 XS1T:8	Резерв			
XS2T:1 XS1T:7	Готовность системы возбуждения	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый. Импульсный сигнал	Замыкается при готовности системы возбуждения синхронных двигателей
XS2T:1 XS1T:6	Работа системы возбуждения	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый. Импульсный сигнал	Замыкается при работе системы возбуждения синхронных двигателей
XS2T:1 XS1T:5	Неисправность системы возбуждения	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый. Импульсный сигнал	Замыкается при возникновении неисправности в системе возбуждения синхронных двигателей
XS4T:1 XS4T:2	Ток системы возбуждения	4–20 мА	Аналоговый/ Токовый	Обратная связь по току возбуждения

Сигнал «Сброс» функционально сопряжен с кнопкой «Сброс неисправности» на двери секции управления. Если аварийные сигналы отсутствуют, то сигнал сброса перезагружает панель управления, без влияния на функционирование ПЧ.

**Клеммы XS11T-XS18T**, располагаемые под интерфейсной платой, предназначены для подключения выходных сигналов состояния, коммуникационных сигналов, сигналов аналогового ввода/вывода, а также сигналов блокировки.

Список сигналов клемм XS11T-XS18T приведен в таблицах 3–2, 3–3.

Провода аналоговых входов должны быть экранированы. Входное сопротивление: не менее 250 Ом, максимальный входной ток: 30 мА, максимальное входное напряжение: 15 В.

Сигнал разрешения замыкания ВН (высокого напряжения) и сигнал размыкания ВН заблокированы с вводным выключателем, например, расцепителем в шкафу ввода или контактором в шкафу авто-байпаса.

Нормально разомкнутый контакт разрешения замыкания ВН должен быть последовательно подключен к управляющей цепи замыкания вводного выключателя. При замыкании контакта разрешения замыкания ВН вводной выключатель может быть замкнут для подачи питания на ПЧ.

Нормально замкнутый контакт размыкания ВН должен быть подключен параллельно к управляющей цепи размыкания вводного выключателя. При возникновении аварийного события во время работы ПЧ, контакт размыкания ВН замыкается и вводной выключатель отключает ПЧ от питающей сети.

Таблица 3–2

Номер контакта	Функция сигнала	Оперативное состояние	Тип выхода и сигнала	Нагрузочная способность	Примечания
XS11T:1 XS11T:2	Индикация высокого напряжения 1	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый	8А/250Vac	Замыкается при готовности высокого напряжения
XS11T:3 XS11T:4	Индикация высокого напряжения 2	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый	8А/250Vac	
XS11T:5 XS11T:6	Неисправность 1	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый	8А/250Vac	Прерывистый сигнал (0,5 с — замкнуто, 0,5 с — разомкнуто): индикация предупреждения; постоянный сигнал: индикация аварии
XS11T:7 XS11T:8	Неисправность 2	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый	8А/250Vac	
XS11T:9 XS11T:10	В работе 1	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый	8А/250Vac	Замкнуто, когда ПЧ управляет двигателем
XS12T:1 XS12T:2	В работе 2	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый	8А/250Vac	
XS12T:3 XS12T:4	Разрешение замыкания ВН 1	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый	8А/250Vac	Замкнуто при состоянии управления «Работа» и отсутствии аварийных сигналов
XS12T:5 XS12T:6	Разрешение замыкания ВН 2	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый	8А/250Vac	

Номер контакта	Функция сигнала	Оперативное состояние	Тип выхода и сигнала	Нагрузочная способность	Примечания
XS12T:7 XS12T:8	Размыкание ВН 1	Замкнуто	Цифровой. Нормально замкнутый	8А/250Vac	Замкнуто при состоянии управления «Отладка» и наличии аварийных сигналов
XS12T:9 XS12T:10	Размыкание ВН 2	Замкнуто	Цифровой. Нормально замкнутый	8А/250Vac	
XS13T:1 XS13T:2	Аварийный сигнал	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый	8А/250Vac	Замкнуто при наличии аварийных сигналов
XS13T:3 XS13T:4	Аварийный сигнал	Разомкнуто	Цифровой. Нормально замкнутый	8А/250Vac	Разомкнуто при наличии аварийных сигналов
XS13T:5 XS13T:6	Пуск крышного вентилятора 1	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый	8А/250Vac	Замыкается при необходимости запуска крышных вентиляторов
XS13T:7 XS13T:8	Пуск крышного вентилятора 2	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый	8А/250Vac	
XS13T:9 XS13T:10	Пуск системы возбуждения	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый	16А/250Vac	Замыкается при необходимости запуска системы возбуждения
XS14T:1 XS14T:2	Индикация дистанционного управления	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый	16А/250Vac	Замыкается при выборе режима удаленного управления
XS14T:3 XS14T:4	Сигнализация открытой двери шкафа	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый	16А/250Vac	Замкнуто при открытой двери шкафа
XS14T:5 XS14T:6	Сигнализация перегрева силовой ячейки	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый	16А/250Vac	Замыкается при перегреве в шкафу силовых ячеек
XS14T:7 XS14T:8	Сигнализация отказа вентилятора	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый	16А/250Vac	Замыкается при отказе вентилятора
XS14T:9 XS14T:10	Сигнализация перегрева трансформатора	Замкнуто	Цифровой. Нормально разомкнутый	16А/250Vac	Замыкается при перегреве трансформатора
XS15T:1 XS15T:2	Резерв				
XS15T:3 XS15T:4	Резерв				

Таблица 3–3

Номер контакта	Функция сигнала	Оперативное состояние	Тип входа и сигнала	Примечания
XS17T:1 XS17T:2 XS17T:3	Связь верхнего уровня		RS485	Сетевой интерфейс для связи ПЧ с верхним уровнем управления (1 +, 0 -)
XS18T:1 XS18T:2	Аналоговая уставка	4–20 мА или 2–10 В	Аналог. вход Ток или напряжение	Соответствие задается в параметрах «Макс. ток аналог.входа» и «Мин.ток аналог.входа» (точность — 1,5%). Программная настройка аналоговых входов на интерфейсной плате определяет два режима: 4–20 мА и 2–10 В
XS18T:3 XS18T:4	Аналоговая уставка	4–20 мА или 2–10 В	Аналог. вход Ток или напряжение	Соответствие задается в параметрах «Макс. ток входа обратной связи» и «Мин.ток входа обратной связи» (точность — 1,5%). Программная настройка аналоговых входов на интерфейсной плате определяет два режима: 4–20 мА и 2–10 В
XS18T:5 XS18T:6	Частота вращения	4–20 мА	Аналог. выход Ток	Макс. сопротивление нагрузки: 500 Ом/ АЦП 10 бит/разрешение 0.1%/точность 1.0%
XS18T:7 XS18T:8	Выходной ток	4–20 мА	Аналог. выход Ток	Макс. сопротивление нагрузки: 500 Ом/ АЦП 10 бит/разрешение 0.1%/точность 1.0% 4–20 мА соответствуют 0–150% номинального тока ПЧ
XS18T:9 XS18T:10	Пользовательский 1	4–20 мА	Аналог. выход Ток	Макс. сопротивление нагрузки: 500 Ом/ АЦП 10 бит/разрешение 0.1%/точность 1.0% Настройка параметра «Аналоговый выход 1» определяет режимы: • «Выходная частота»: 4–20 мА соответствуют 0–макс.частота (Гц); • «Выходной ток»: 4–20 мА соответствуют 0–150% номинального тока ПЧ (А); • «Температура шкафа силовых ячеек»: 4–20 мА соответствуют 0–100 °С; • «Выходной коэфф. мощности»: 4–20 мА соответствует 0–1; • «Выходная мощность»: 4–20 мА соответствуют 0–150% номинальной выходной мощности; • «Ток возбуждения»: 4–20 мА соответствуют 0–номинальный ток возбуждения



Номер контакта	Функция сигнала	Оперативное состояние	Тип входа и сигнала	Примечания
XS18T:11 XS18T:12	Пользовательский 2	4–20 мА	Аналог. выход Ток	Макс. сопротивление нагрузки: 500 Ом/ АЦП 10 бит/разрешение 0.1%/точность 1.0% Настройка параметра «Аналоговый выход 2» определяет режимы: • «Выходная частота»: 4–20 мА соответствуют 0–макс.частота (Гц); • «Выходной ток»: 4–20 мА соответствуют 0–150% номинального тока ПЧ (А); • «Температура шкафа силовых ячеек»: 4–20 мА соответствуют 0–100 °С; • «Выходной коэфф. мощности»: 4–20 мА соот- ветствует 0–1; • «Выходная мощность»: 4–20 мА соответствуют 0–150% номинальной выходной мощности; • «Ток возбуждения»: 4–20 мА соответствуют 0–номинальный ток возбуждения

### 3.5 Электрическая блокировка вводного выключателя

Между ПЧ и вводным выключателем (автоматическим выключателем / вакуумным контактором) должна быть реализована электрическая блокировка:

- Сигнал ПЧ о его готовности к включению (“Разрешение замыкания ВН”) последовательно заведен на вход вводного выключателя «Замыкание», как условие включения.
- Сигнал ПЧ о его неготовности (“Размыкание ВН”) заведен параллельно на вход вводного выключателя «Размыкание» для обесточивания ПЧ при аварийном событии.

## 4. Пусконаладочные работы и ввод в эксплуатацию

### 4.1 Последовательность пусконаладочных работ

Пусконаладочные работы должны проводиться поэтапно, согласно следующей последовательности.

- Общие предпусковые проверки
- Испытание питающего трансформатора на выдерживаемое напряжение
- Проверка системы управления
- Проверка цепей высокого напряжения
- Проверка работы под нагрузкой
- Обучение эксплуатирующего персонала



Пусконаладочные работы и ввод в эксплуатацию должны осуществляться только авторизованным персоналом, прошедшим необходимое обучение. Несоблюдение этого требования может привести к летальному исходу или получению серьезных травм.

Полная методика проведения пусконаладочных работ приведена в инженерном руководстве (доступно только авторизованным специалистам по оборудованию VEDADRIVE)

Результаты пусконаладочных работ должны подтверждаться актом ввода в эксплуатацию

### 4.2 Общие предпусковые проверки

Перед включением устройства в сеть проведите полный осмотр системы согласно следующему списку

#### Спецификации оборудования

- Убедитесь, что ПЧ подходит под применение. Проверьте соответствие данные с информационных табличек ПЧ, двигателя и оборудования.

#### Вспомогательное оборудование

- Изучите вспомогательное оборудование, переключатели, разъединители, входные плавкие предохранители/автоматические выключатели, которые могут быть установлены со стороны подключения питания к преобразователю или со стороны подключения к двигателю. Убедитесь, что они готовы к работе в режиме полной скорости.
- Проверьте установку и функционирование датчиков, используемых для подачи сигналов обратной связи на преобразователь частоты.
- Отключите от двигателя конденсаторы компенсации коэффициента мощности, если они подключены.

### Прокладка кабелей

- Проверьте соответствие характеристик силовых кабелей
- Убедитесь, что входные силовые кабели двигателя и управляющая проводка разделены или находятся в трех разных металлических кабелепроводах для изоляции высокочастотных помех
- Убедитесь, что экраны силовых кабелей заземлены

### Силовые кабели

- Убедитесь в надежности соединений.
- Убедитесь в том, что кабели двигателя и сетевые кабели прокладываются в отдельных кабелепроводах либо используется изолированный экранированный кабель.

### Вводные коммутационные аппараты

- Необходимо использовать только подходящие вводные автоматические выключатели или контакторы.
- Убедитесь, что все автоматические выключатели или контакторы находятся в разомкнутом положении.

### Подключение элементов управления

- Убедитесь в отсутствии повреждения кабелей или слабых соединений.
- Проверьте изоляцию управляющей проводки от проводов питания и кабелей двигателя для защиты от помех.
- Убедитесь в работоспособности источника питания цепей управления, в т.ч. — в отсутствие коротких замыканий
- Рекомендуется использовать экранированный кабель или витую пару. Убедитесь в правильной заделке экрана кабеля и качестве его заземления.

### Заземление

- Все шкафы должны быть приварены к стальному швеллеру для надежного заземления
- Сопrotивление заземления не должно превышать 4 Ом

### Окружающие условия

- Проверьте, что влажность воздуха составляет 5–95 % без конденсации.
- Убедитесь, что в воздухе отсутствует токопроводящая пыль

### Охлаждение

- Проверьте готовность системы принудительного охлаждения (при ее наличии)
- Воздуховод: проверьте наличие воздушного потока на входе и выходе воздуховода

### Место установки

- Убедитесь в том, что длина стального швеллера, на который устанавливается преобразователь частоты, не меньше размеров ПЧ
- ПЧ должен устанавливаться на удалении от источников чрезмерных вибрационных нагрузок

### Расположение шкафов ПЧ

- Все шкафы ПЧ должны размещаться на одном вертикальном уровне, вплотную друг к другу, и быть скреплены между собой болтовыми соединениями.
- Проверьте правильность взаимного расположения шкафов: (слева направо) шкаф трансформатора — шкаф силовых ячеек
- Проверьте допуски по размещению: с лицевой стороны ПЧ должно оставаться свободное пространство длиной не менее 1500 мм, с тыльной (для ПЧ двухстороннего обслуживания) — не менее 1200 мм

## 5. Интерфейс пользователя

### 5.1 Панель управления

Сенсорная панель управления предназначена для вывода информации о состоянии ПЧ и для настройки его функций.

При включении ПЧ на дисплее панели управления отображается главное окно.

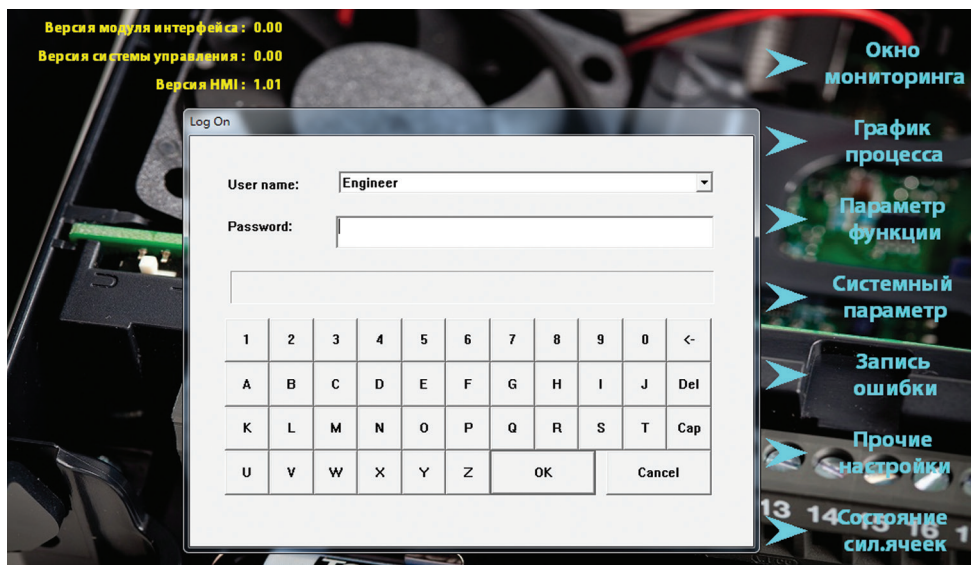


Рис. 5–1 Главное окно панели управления

В верхнем левом углу главного окна указаны версии программного обеспечения модуля интерфейса, системы управления и панели управления (HMI).

На правой стороне главного окна отображается меню функциональных окон:

- Окно мониторинга
- Окно графиков процесса
- Окно параметров функций
- Окно системных параметров
- Журнал записей ошибок
- Окно прочих настроек
- Окно состояния силовых ячеек

Для выбора функционального окна используются стрелки, расположенные напротив названия функционального окна. При нажатии на стрелку появляется окно авторизации. После успешной авторизации происходит переход в выбранное функциональное окно.

## 5.2 Окно мониторинга

Окно мониторинга поделено на три части:

- Поле данных
- Поле команд
- Поле состояния

Среднее напряжение		Режим ожидания		Работа		Неисправность		Окно мониторинга
Температура шкафа	0.0 °C	Состояние системы	Инициализация не завершена					Графики процессов
	Установка частоты		0.00 Гц		Рабочая частота вращения	0 об/мин	Параметры функций	
Режим настройки :	Частота вращения	0.00 Гц	Входное напряжение	0 В	Выходное напряжение	0 В	Системные параметры	
Местная настройка	Входной ток	0.0 А	Входная мощность	0 кВт	Выходной ток	0.0 А		Запись ошибки
Режим управления :	Входной коэф.мощн.	0.00	Входной коэф.мощн.	0.00	Выходной коэф.мощн.	0.00		Прочие настройки
Местное управление	Установка параметра	0.00 %	Параметр обратной связи	0.00 %				Состояние сил.ячеек
Ошибка связи •							15:44:07 08 / 09 / 2016	

Рис. 5–2 Окно мониторинга

В поле данных отображаются наиболее часто используемые параметры, такие как: заданная частота/фактическая частота, входной/выходной ток, входное/выходное напряжение и т.д.

При помощи кнопок + и — возможно изменять выходную частоту (только в местном режиме управления).

В поле состояния отображаются текущие режимы работы элементов системы и их состояние.

Индикаторы в верхней части экрана имеют следующие режимы работы:

- «Среднее напряжение» — горит красным при подаче питания на ПЧ
- «Режим ожидания» — горит зеленым при переходе в режим ожидания
- «Работа» — горит зеленым при управлении двигателем
- «Неисправность» — мигает красным при возникновении предупреждающего сигнала, горит красным — при аварийном сигнале

При возникновении предупреждающего сигнала в нижнем правом углу окна также отобразится желтая полоса с предупреждением; при возникновении аварийного сигнала — отобразится красная полоса с описанием ошибки, а в поле «Состояние системы» будет указано название аварийного сигнала.

В поле команд расположены три кнопки: «Пуск», «Останов» и «Сброс», срабатывающих только в местном режиме управления.

При нажатии кнопки «Пуск» появляется окно подтверждения с кнопками «Да» — для пуска двигателя и «Нет» — для отмены пуска и возврата в окно мониторинга.

### 5.3 Окно графиков процесса

Графики процесса отображают кривые изменения какого-либо параметра во времени.

Для построения кривых используется выборка в 200 мс. Ось времени ограничена 5 минутами. Выбранная кривая отличается от прочих кривых цветом.

Параметры отображения величин:

1. Рабочая частота (Гц): вертикальный диапазон  $[-60,00-60,00]$
2. Выходной ток (А): вертикальный диапазон  $[0,0 — \text{переменный}]$
3. Выходное напряжение (В): вертикальный диапазон  $[0,00-11,00]$
4. Проценты рабочей частоты и входного тока
5. Процент выходного напряжения: вертикальный диапазон  $[-120,00-120,00]$

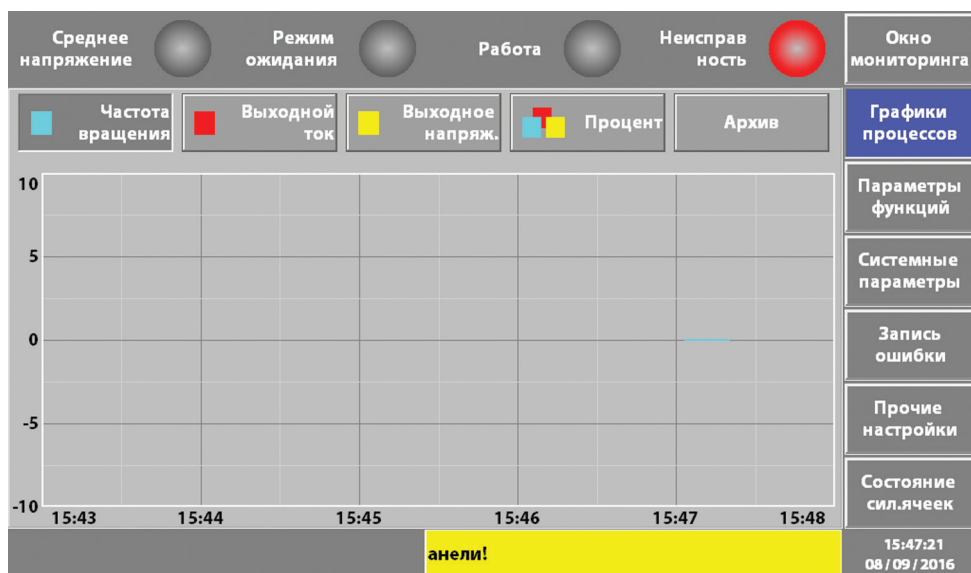


Рис. 5–3 Окно графиков процесса

Для просмотра архива графиков выберите нужную величину и нажмите кнопку «Архив» в верхнем правом углу. В архиве сохраняются данные 3 синхронизированных каналов с выборкой 1 с. Срок хранения графиков — 1 месяц; каждое первое число месяца архив автоматически стирается. При необходимости сохранить графики на длительный срок, необходимо использовать функцию выгрузки данных по USB — см. Приложение 1.

Архив графиков можно стереть вручную:

1. Нажмите кнопку «Удалить архив»
2. Введите логин и пароль в появившемся окне авторизации
3. При успешной авторизации архив будет удален
4. Для проверки удаления архива переключитесь на другое окно, затем вернитесь в окно архива графиков — оно не должно содержать каких-либо данных.

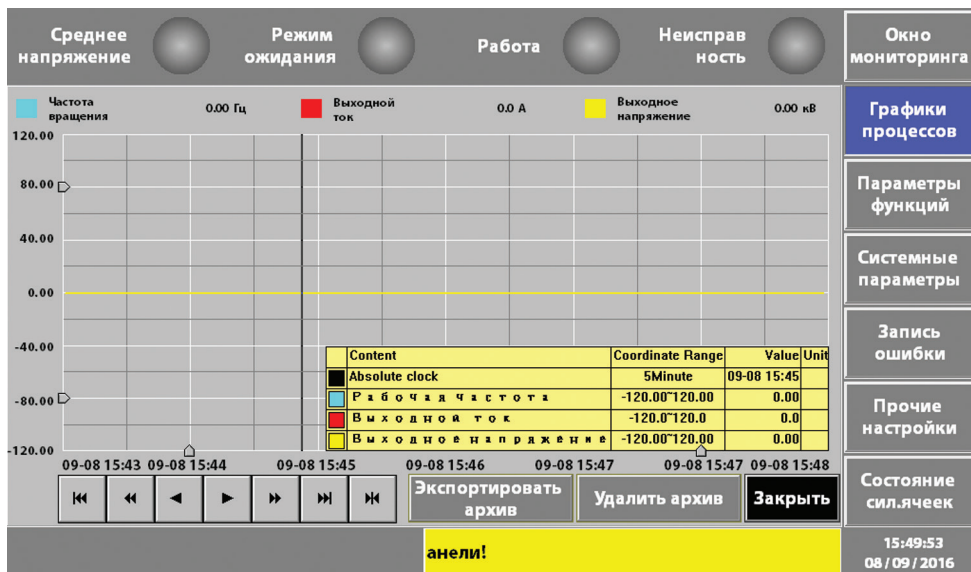


Рис. 5–4 Окно архивных графиков процесса

Архивные графики отображаются в течение 10 минут; единицы измерения: месяц-дата-час-минута.

При выборе любой точки на архивной кривой появится желтая таблица с данными, привязанными ко времени. В столбце «диапазон» отображается длительность отрезка кривой по оси времени. Процентные значения рабочей частоты, выходного тока и выходного напряжения отражаются как минимальное и максимальное значения величины на вертикальной оси.



## 5.4 Окно параметров функций

Параметры функций расположены на двух страницах; для переключения между ними используются кнопки перелистывания.

Для ввода данных используются два типа элементов: поле ввода и кнопки ввода.

Поле ввода используется для ввода числовых значений: при нажатии на поле появляется экранная клавиатура.

Кнопка ввода используется для выбора значения параметра: при нажатии на кнопку будет отображаться один из возможных вариантов значения параметра.

Примечание: в окне системных параметров используется тот же принцип ввода данных.

Среднее напряжение	Режим ожидания	Работа	Неисправность	Окно мониторинга		
Настройка параметров	Запрещена	Аналоговый выход 2	Выходная частота	Источник задания частоты	Местная настройка	Графики процессов
Восст. заводск. настройки	Отключено	Стоп при обрыве обратной связи	Отключено	Тип управления	Замкнутый контур	Параметры функций
Потеря аналоговой уставки	Отключено	Режим управл. уст. дистанционно	Отключено	Управл. верхн. вентилятором	Стоп	Системные параметры
Отключение при потере питания	Отключено	Выбор располож. парам. двигателя	Группа 1	Останов по предупреждению	Включено	Запись ошибки
Авто-перезапуск после потери пит.	Отключено	Управл. парам. двигателя	Установка	Скорость передачи (в бодах)	1200	Прочие настройки
Режим дистанц. пуска/останов	Режим по уровню	Выбор количества скоростей	3 скорости	Адрес ПЧ	1	Состояние сил.ячеек
РЕВЕРС	Отключено	Разр. перекл. на сеть	Отключено			
Аналоговый выход 1	Выходная частота	Режим управления	Местное управление	Предыдущая страница	1/2	Следующая страница
Ошибка с						15:56:15 08 / 09 / 2016

Рис. 5–5 Окно параметров функций

Все возможные значения настроек параметров и диапазон значений указаны в Приложении 2.

Примечание: между 4 пропускаемыми частотами должно соблюдаться логическое соотношение. Если при вводе значений оно нарушается, то появится окно с поясняющей информацией и заголовком «Ошибка параметра».

## 5.5 Окно системных параметров

Работа с окном системных параметров аналогична работе с окном параметров функций.

Среднее напряжение	Режим ожидания	Работа	Неисправность	Окно мониторинга
Номинальная частота: 5.00 Гц	Время разгона: 5.0 с	Режим останова: Останов с замедлением		Графики процессов
Стартовая частота: 0.00 Гц	Время замедления: 5.0 с	Состояние управления: Отладка		Параметры функций
Минимальная частота: 0.00 Гц	Время откл. при потере питания: 0 мс	Режим ведущий-ведомый: Выключен		Системные параметры
Максимальная частота: 0.00 Гц	Кол-во силовых ячеек в фазе: 1	Статус ПЧ : ведущий/ведомый: Ведущий		Запись ошибки
Частота переключения на сеть: 10.00 Гц	Номинальное напряжение: 380 В	Направление вращ. двигателя: Реверс		Прочие настройки
Номинальный ток ПЧ: 31.0 А	Число импульсов энкодера: 512	Тип двигателя: Асинхр.двиг. Скалярный	Выгрузка параметра / Загрузка параметра	Состояние сил.ячеек
Предел ограничения по току: 10 %	Режим пуска: Нормальный пуск	Предыдущая страница 1/2 / Следующая страница		
Коэффициент усил. момента: 0 %			Ошибка с	15:58:54 08 / 09 / 2016

Рис. 5–6 Окно системных параметров

Кнопки «Выгрузка параметров» и «Загрузка параметров» предназначены для обмена данными между панелью управления и контроллером.

При нажатии кнопки «Выгрузка параметра», происходит сохранение текущих настроек в контроллере, при нажатии «Загрузка параметра» — восстановление настроек из памяти контроллера.

Результаты работы функций «Загрузка параметров» и «Выгрузка параметров» отображаются на экране:



Рис. 5–7 Результаты работы функции загрузка/выгрузка параметров

## 5.6 Журнал записей ошибок

Журнал ошибок отображает записи о всех аварийных сигналах, возникших после включения ПЧ. Каждая запись содержит указание о времени возникновения аварийного сигнала и значениях основных величин в момент возникновения ошибки.

К аварийным сигналам относятся: перегрузка ПЧ по току, системное превышение по скорости, ошибку задания параметра, ошибку контроллера, внешнюю ошибку, потерю питания, перегрев шкафа трансформатора, перегрев шкафа силовых ячеек, перегрузку двигателя по току и отказ силовой ячейки.

Среднее напряжение		Режим ожидания		Работа		Неисправность		Окно мониторинга
N	Время	Наименование	Частота(Гц)	Вых.напр.(В)	Вых.ток(А)			
								Графики процессов
								Параметры функций
								Системные параметры
								Запись ошибки
								Прочие настройки
								Состояние сил.ячеек
						Ошибка с		16:03:05 08 / 09 / 2016

Рис. 5–8 Окно журнала записей ошибок

При отказе силовой ячейки сообщение об этом появится в окне мониторинга и в прокручиваемой строке состояния. При этом в журнале ошибок будет отображена более подробная информация. Например, при перегорании предохранителя силовой ячейки А1 в журнале ошибок появится запись «Предохр.сил.яч.А1». В перечень аварийных сигналов силовых ячеек входят: отказ предохранителя, перегрев, отказ IGBT-транзистора, отказ питания, пониженное напряжение на шине, перенапряжение на шине и ошибку оптоволоконной связи.

Журнал ошибок хранится в течение календарного года: все записи автоматически стираются 1 января каждого года. При необходимости, журнал можно очистить вручную, а также сохранить записи на USB-диске.

Для ускорения поиска нужной записи существует возможность ограничить временной диапазон поиска. Для этого необходимо нажать кнопку «Установка» и задать пределы времени/дат в появившемся окне.

## 5.7 Прочие настройки

В окне прочих настроек расположены четыре раздела: установка времени, настройка окна ожидания, смена пользователя и отображение времени работы.

Среднее напряжение	Режим ожидания	Работа	Неисправность	Окно мониторинга			
<b>Установка времени</b>				Графики процессов			
Системное время :	Год	Месяц	День	Час	Минута	Секунда	Параметры функций
	0	0	0	0	0	0	Системные параметры
Смена пользователя	Подтверждение корректировки времени						Запись ошибки
<b>Настройка ожидания</b>				<b>Время работы</b>			Прочие настройки
Вид окна :	Световая индикация		Текущ. период :	День	Час	Минута	Состояние сил.ячеек
	● ● ● ●			0	0	0	
Время ожидания :	300 с		Общее время :	0	0	0	
Версия модуля интерфейса : 0.00		Версия системы управления : 0.00			Версия HMI : 1.01		
Ошибка с						16:04:45 08 / 09 / 2016	

Рис. 5–9 Окно прочих настроек

Раздел установки времени предназначен для задания системной даты (год, месяц, день) и времени (часы, минуты, секунды). Установленные дата и время отображаются в нижнем правом углу экрана.

После ввода новых числовых значений даты/времени необходимо нажать кнопку подтверждения корректировки времени.

Настройка окна ожидания позволяет выбрать цветовое оформление и время ожидания. Панель управления автоматически переключается на отображение окна ожидания через заданное время неактивности (отсутствия взаимодействия с панелью управления).

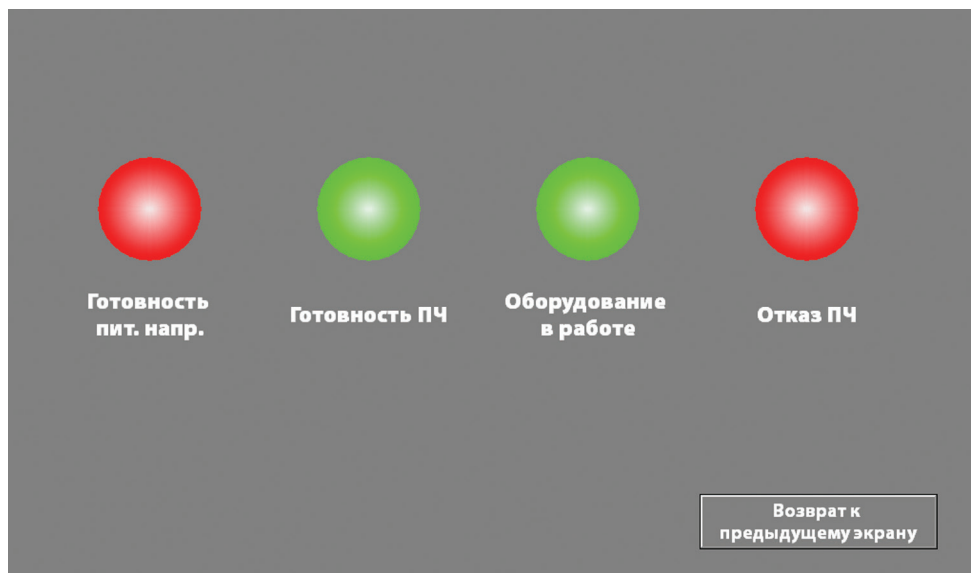


Рис. 5–10 Окно ожидания

Индикаторы окна ожидания имеют следующие режимы работы:

- «Готовность пит. напр.» — горит красным при подаче питания на ПЧ
- «Готовность ПЧ» — горит зеленым при переходе в режим ожидания
- «Работа» — горит зеленым при управлении двигателем
- «Неисправность» — мигает красным при возникновении предупреждающего сигнала, горит красным — при аварийном сигнале

Окно времени работы содержит два пункта:

- «Текущий период» — время управления двигателем с момента последнего пуска и до останова
- «Общее время» — общее время управления двигателем за весь срок службы ПЧ

## 5.8 Окно состояния силовых ячеек

В окне состояний силовых ячеек в табличной форме отображается текущее состояние каждой силовой ячейки:

- В норме
- Отказ предохранителя
- Перегрев
- Отказ IGBT-транзистора
- Отказ питания
- Пониженное напряжение на шине постоянного тока
- Перенапряжение на шине постоянного тока
- Ошибка оптоволоконной связи

Среднее напряжение		Режим ожидания		Работа		Неисправность		Окно мониторинга
Сил. яч. L1	Сост. сил. яч. L1	Сил. яч. L2	Сост. сил. яч. L2	Сил. яч. L3	Сост. сил. яч. L3	Графики процессов		
A1	OK	B1	OK	C1	OK	Параметры функций		
A2	OK	B2	OK	C2	OK	Системные параметры		
A3	OK	B3	OK	C3	OK	Запись ошибки		
A4	OK	B4	OK	C4	OK	Прочие настройки		
A5	OK	B5	OK	C5	OK	Состояние силовых ячеек		
A6	OK	B6	OK	C6	OK	16:07:36 08 / 09 / 2016		
				Ошибка свя•				

Рис. 5–11 Окно состояния силовых ячеек

## 6. Контроль неисправностей

### 6.1 Предупреждения и аварийные сигналы

Система самодиагностики ПЧ постоянно контролирует состояние питания на входе, состояние выходных сигналов, характеристики двигателя, а также другие рабочие параметры системы. Предупреждение или аварийный сигнал не обязательно означают, что проблема связана с самим преобразователем частоты. Во многих случаях они могут оповещать о сбое, связанном с входным напряжением, нагрузкой или температурой двигателя, внешними сигналами или с другими параметрами, контролируемые внутренней логикой ПЧ.

Предупреждение выводится при возникновении ненормальных условий работы, вследствие чего ПЧ может выдать аварийный сигнал. Предупреждение не влияет на работоспособность ПЧ: двигатель продолжает работу, если запущен или его можно запустить, если он остановлен. Предупреждение сбрасывается автоматически при устранении причины.

Аварийный сигнал подается в случае отключения ПЧ по срабатыванию системы защиты. При этом ПЧ размыкает вводной выключатель для недопущения повреждения оборудования. Двигатель останавливается выбегом. Система управления ПЧ продолжает работать и контролирует состояние ПЧ. После того как причина ошибки будет устранена, аварийный сигнал можно сбросить и ПЧ будет готов к работе. Информация о каждом аварийном событии сохраняется в журнале ошибок.

### 6.2 Определения предупреждений и аварийных сигналов

В Таблице 6–1 указаны предупреждающие и аварийные сигналы.

Таблица 6–1

№	Описание	Предупреждение	Аварийный сигнал
001	Перегрев шкафа трансформатора	V	V
002	Перегрев шкафа силовых ячеек	V	V
004	Открыта дверца шкафа трансформатора	V	
005	Открыта дверца шкафа силовых ячеек	V	
006	Ошибка связи контроллера		V
007	Ошибка задания параметра		V
008	Внешняя ошибка		V
009	Потеря питающего напряжения		V
010	Перегрузка ПЧ по току		V
011	Перегрузка двигателя по току		V
012	Отказ вентилятора	V	
013	Системное превышение по скорости		V
014	Ошибка связи сенсорной панели	V	
101	Силовая ячейка: отказ предохранителя		V
102	Силовая ячейка: отказ драйвера IGBT		
103	Силовая ячейка: перегрев		V
104	Силовая ячейка: перенапряжение		V
105	Силовая ячейка: отказ опт. связи		V

### 6.3 Сообщения об общих неисправностях

Ниже приводится информация о предупреждениях/аварийных сигналах, описывающая условия их возникновения, возможные причины и способ устранения.

#### W001/A001: ПЕРЕГРЕВ ШКАФА ТРАНСФОРМАТОРА

При превышении первого порогового значения защиты от перегрева шкафа трансформатора — по умолчанию равному 100 °C — происходит подача предупреждающего сигнала. При превышении второго порогового значения — по умолчанию равному 120 °C — происходит срабатывание защиты, отключение ПЧ и подача аварийного сигнала.

Меры по устранению:

1. Проверьте работоспособность вентиляторов на крыше шкафа. Все вентиляторы должны работать одинаково во избежание неравномерного охлаждения обмоток различных фаз.
2. Проверьте режим работы ПЧ — не работает ли ПЧ длительное время с перегрузкой.
3. Проверьте температуру окружающего воздуха — она не должна превышать 45 °C, в противном случае необходимо организовать дополнительную вентиляцию.
4. Обратитесь в сервисную службу.

#### W002/A002: ПЕРЕГРЕВ ШКАФА СИЛОВЫХ ЯЧЕЕК

При превышении первого порогового значения защиты от перегрева шкафа силовых ячеек — по умолчанию равному 55 °C — происходит подача предупреждающего сигнала. При превышении второго порогового значения — по умолчанию равному 60 °C — происходит срабатывание защиты, отключение ПЧ и подача аварийного сигнала.

Меры по устранению:

1. Проверьте работоспособность вентиляторов на крыше шкафа.
2. Проверьте режим работы ПЧ — не работает ли ПЧ длительное время с перегрузкой.
3. Проверьте температуру окружающего воздуха — она не должна превышать 45 °C, в противном случае необходимо организовать дополнительную вентиляцию.

Обратитесь в сервисную службу.

#### W004: ОТКРЫТА ДВЕРЦА ШКАФА ТРАНСФОРМАТОРА

#### W005: ОТКРЫТА ДВЕРЦА ШКАФА СИЛОВЫХ ЯЧЕЕК

Меры по устранению: проверьте работоспособность концевых выключателей/обратитесь в сервисную службу.



#### **A006: ОШИБКА СВЯЗИ КОНТРОЛЛЕРА**

Меры по устранению:

1. Проверьте подключение кабеля управления между платой ввода-вывода и платой управления.
2. Проверьте подключение питающего кабеля контроллера и платы ввода-вывода.
3. Отключите и включите питание системы управления.
4. Обратитесь в сервисную службу.

#### **A007: ОШИБКА ЗАДАНИЯ ПАРАМЕТРА**

Меры по устранению: проверьте правильность ввода параметра.

#### **A008: ВНЕШНЯЯ ОШИБКА**

Меры по устранению: проверьте состояние кнопки «Отключить высокое напр.» на панели/ обратитесь в сервисную службу.

#### **A009: ПОТЕРЯ ПИТАЮЩЕГО НАПРЯЖЕНИЯ**

Меры по устранению: проверьте состояние вводного выключателя/обратитесь в сервисную службу.

#### **A010: ПЕРЕГРУЗКА ПЧ ПО ТОКУ**

Защита от перегрузки ПЧ срабатывает при 1,5-кратном превышении номинального значения выходного тока ПЧ. Эта неисправность может быть вызвана ударной нагрузкой или быстрым ускорением с высокими нагрузками инерции.

Меры по устранению:

1. Проверьте нагрузку на валу двигателя: вал не должен быть заблокированным.
2. Проверьте стартовую частоту, возможно, её необходимо понизить.
3. Проверьте время разгона, возможно, его необходимо увеличить.
4. Проверьте входное напряжение, возможно оно ниже номинального.
5. Обратитесь в сервисную службу.

#### **A011: ПЕРЕГРУЗКА ДВИГАТЕЛЯ ПО ТОКУ**

Защита от перегрузки двигателя по току срабатывает при 1,1-кратном превышении номинального тока двигателя в течение длительного времени.

Меры по устранению:

4. Проверьте, нет ли механической перегрузки двигателя.
5. Проверьте напряжение питающей сети, возможно, оно ниже номинального.
6. Проверьте правильность параметров двигателя.
7. Обратитесь в сервисную службу.

## **6.4 Сообщения о неисправностях силовых ячеек**

Ниже приводится информация об аварийных сигналах, описывающая условия их возникновения, возможные причины и способ устранения.

### **A101: ОТКАЗ ПРЕДОХРАНИТЕЛЯ (СИЛОВОЙ ЯЧЕЙКИ)**

При отказе предохранителя в силовой ячейке произойдет пропадание одной из фаз.

При данном отказе силовая ячейка может быть байпасирована (при наличии функции байпаса силовых ячеек).

Меры по устранению:

1. Проверьте целостность предохранителей, замените при необходимости.
2. Проверьте наличие всех фаз питающего напряжения.
3. Проверьте надежность подключения питающего напряжения.
4. Обратитесь в сервисную службу.

### **A102: ОТКАЗ ДРАЙВЕРА IGBT (СИЛОВОЙ ЯЧЕЙКИ)**

При данном отказе силовая ячейка может быть байпасирована (при наличии функции байпаса силовых ячеек).

Меры по устранению: обратитесь в сервисную службу для замены силовой ячейки.

### **A103: ПЕРЕГРЕВ СИЛОВОЙ ЯЧЕЙКИ**

При нагреве радиатора силовой ячейки свыше 85 °С происходит срабатывание защиты.

При данном отказе силовая ячейка может быть байпасирована (при наличии функции байпаса силовых ячеек).

Меры по устранению:

1. Проверьте работоспособность вентиляторов на крыше шкафа силовых ячеек.
2. Проверьте режим работы ПЧ — не работает ли ПЧ длительное время с перегрузкой.
3. Обратитесь в сервисную службу.

### **A104: ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЕ В СИЛОВОЙ ЯЧЕЙКЕ**

При превышении напряжения шины постоянного тока силовой ячейки выше порогового значения, происходит срабатывание защиты.

Меры по устранению:

1. Проверьте напряжение питающей сети: оно не должно превышать номинальное.
2. Если ошибка возникает при торможении двигателя — увеличьте время замедления.
3. Обратитесь в сервисную службу.

### **A105: ОТКАЗ ОПТОВОЛОКОННОЙ СВЯЗИ (СИЛОВОЙ ЯЧЕЙКИ)**

Если после включения ПЧ оптоволоконная связь с силовой ячейкой не установлена, возникает ошибка опт. связи.

Меры по устранению:

1. Проверьте питание силовой ячейки: зеленый светодиод должен гореть.
2. Проверьте надежность подключения оптоволоконного кабеля — со стороны силовой ячейки и со стороны контроллера.
3. Обратитесь в сервисную службу.

### **6.5 Поиск и устранение основных неисправностей**

Ниже приводится информация о неисправностях, которые могут возникнуть при эксплуатации, описывающая условия их возникновения, возможные причины и способ устранения.

#### **Двигатель не вращается после подачи команды на запуск**

Если при этом на панели управления отображается отличное от нуля выходное напряжение, а выходной ток равен нулю, значит между ПЧ и двигателем отсутствует подключение.

Меры по устранению:

1. Проверьте надежность подключения кабеля двигателя.
2. Убедитесь в отсутствии разрыва цепи между ПЧ и двигателем, вызванного контактором или коммутационным шкафом.
3. Обратитесь в сервисную службу.

#### **Задание частоты вращения не совпадает с её фактическим значением**

Возможные причины:

1. Во время ускорения и замедления выходная частота не сразу стабилизируется с заданием.
2. При повышенном напряжении питающей сети выходная частота ПЧ может повышаться для недопущения останова по срабатыванию защиты от перенапряжения в шине постоянного тока.
3. При превышении номинального выходного тока ПЧ может ограничить выходную частоту для недопущения останова по срабатыванию защиты от перегрузки по току. Обычно это происходит при пониженном напряжении питающей сети или резком увеличении нагрузки на валу двигателя.
4. При переходных процессах в питающей сети, ПЧ может ограничивать выходную частоту для стабилизации напряжения в цепи постоянного тока и дальнейшего управления двигателем.

При необходимости, обратитесь в сервисную службу.

### **На дисплее панели управления нет изображения/экран темный**

Меры по устранению:

1. Нажмите кнопку «Сброс», расположенную на дверце шкафа силовых ячеек — это не влияет на работу ПЧ.
2. Проверьте надежность подключения питания панели управления.
3. Убедитесь в отсутствии радиопомех и наводок по цепи питания.
4. Обратитесь в сервисную службу.

### **Срабатывание вводного выключателя сразу после его замыкания**

При подаче питания на ПЧ, значения входного тока ПЧ в течение нескольких десятков миллисекунд достигают 6–7-кратных значений номинального тока. В это время происходит намагничивание питающего трансформатора и заряд конденсаторов силовых ячеек. Заниженное значение уставки максимальной токовой защиты вводного выключателя может привести к её срабатыванию при включении ПЧ.

Меры по устранению: необходимо скорректировать порог срабатывания максимальной токовой защиты вводного выключателя.

## **6.6 Техническое обслуживание**

Для обеспечения длительного срока службы ПЧ необходимо проводить регулярный профилактический осмотр и техническое обслуживание.

Список проверок при профилактическом осмотре:

- Проверка температуры окружающей среды — не должна превышать 45 °С
- Проверка работы системы вентиляции
- Проверка уровня загрязнения внутри шкафов
- Проверка на отсутствие ненормальных шумов и запахов

Список мероприятий технического обслуживания

- Замена или очистка воздушных фильтров
- Протяжка силовых соединений питающего кабеля и кабеля двигателя
- Протяжка силовых соединений силовых ячеек
- Фиксация контактов кабелей управления
- Очистка внутренних элементов шкафов промышленным пылесосом

Рекомендуемая периодичность технического обслуживания — 6 месяцев. При высоком уровне загрязнения окружающего воздуха, замену/очистку воздушных фильтров необходимо проводить 1 раз в неделю.

## 7. Технические данные

### 7.1 Общие технические данные

- Номинальная мощность: 315–14500 кВА (по согласованию — до 25000 кВА)
- Номинальное напряжение: 6 кВ; 6,6 кВ; 10 кВ; 11 кВ ( $\pm 15\%$ )
- Номинальная частота: 50/60 Гц ( $\pm 10\%$ )
- Метод модуляции: синусоидальная ШИМ / векторная ШИМ
- Напряжение управления:  $\sim 1 \times 110$ –220 В и  $\sim 3 \times 380$  В ( $+15\%$ )
- Входной коэффициент мощности: не менее 0,96
- КПД: не менее 0,96
- Диапазон частот на выходе: 0–120 Гц
- Разрешение по частоте: 0,01 Гц / 0,002 Гц
- Мгновенная токовая отсечка: при 200 % номинального тока
- Ограничитель тока: 10–150 % номинального тока
- Аналоговые входы: 2 канала 4–20 мА
- Аналоговые выходы: 4 канала 4–20 мА
- Релейные выходы:  $\sim 250$  В, 5 А /  $\sim 30$  В, 3 А
- Протоколы связи: интерфейс RS-485, Modbus RTU — стандартно, Profibus DP, DeviceNet, Ethernet IP, Modbus TCP/IP — опции
- Время разгона и торможения: 5–1600 с (зависит от нагрузки)
- Входы/выходы: 12 входов / 13 выходов (возможно увеличение)
- Максимальная длина кабеля двигателя: 800 м. (возможно увеличение при использовании дросселя)
- Рабочая температура:  $-5 \dots +45$  °C
- Температура хранения/транспортировки:  $-40 \dots +70$  °C
- Системы охлаждения: воздушное и жидкостное охлаждение
- Влажность воздуха: не более 95 %, без выпадения конденсата
- Высота над уровнем моря: не более 1000 м, понижение характеристик при превышении:  $-1\%$  на каждые 100 м
- Уровень запыленности: не более 6,5 мг/дм<sup>3</sup>, пыль должна быть непроводящей и не вызывающей коррозию
- Степень защиты: IP30, IP31, IP41, IP42 и IP54 (контейнерное исполнение)
- Покрытие печатных плат: стандартно, класс 3С2

## 7.2 Типовой код и общие конфигурации

Информация о конфигурации ПЧ и его базовых характеристиках содержится в типовом коде.

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	
V	D	-						U	F													A			B		C		D					E		

Описание	Поз.	Возможный выбор
Наименование изделия	1–2	VEDADRIVE
Номинальная полная мощность	4–8	315–14500 кВА
Номинальное напряжение питания	9–10	U1: 6 кВ U2: 6,6 кВ U3: 10 кВ U4: 11 кВ U5: 1,45 кВ U6: 2,2 кВ
Номинальная частота питающей сети	11–12	F5: 50 Гц F6: 60 Гц
Степень защиты корпуса	13–14	IP30 / IP31 / IP41 / IP42 / IP54
Тип управляемого двигателя	15	A: асинхронный двигатель S: синхронный двигатель
Серия / режим управления двигателем	16	S: скалярное управление V: векторное управление
Силовая опция торможения	17	X: без опции торможения B: тормозной транзистор R: рекуператор энергии
Номинальный выходной ток	18–20	31–900 А
Тип охлаждения	21	A: воздушное охлаждение L: жидкостное охлаждение
Опция байпаса силовой ячейки	22	X: без функции байпаса силовой ячейки C: с функцией байпаса силовой ячейки
Тип дополнительной опции А	23–24	AX: без опции А A1: автоматический байпас ПЧ A2: ручной байпас ПЧ A3: система "мульти-старт" A4: система чередования двигателей (2х)
Количество двигателей для опции А	25	1–4

Описание	Поз.	Возможный выбор
Тип дополнительной опции В	26–27	ВХ: без опции В В1: модуль подключения энкодера В2: модуль Ethernet IP В3: модуль Profibus DP В4: модуль Modbus TCP/IP
Тип дополнительной опции С	28–29	СХ: без опции С С1: трансформатор 10–6 кВ С2: трансформатор 10–6,6 кВ С3: трансформатор 6–10 кВ С4: трансформатор 6,6–10 кВ
Тип дополнительной опции D	30–31	DX: без опции D D1: система управления возбудителем синхронного двиг.
Расположение ввода питающего кабеля	32	1: кабельный ввод снизу 2: кабельный ввод сверху
Расположение вывода кабеля двигателя	33	1: кабельный вывод снизу 2: кабельный вывод сверху
Тип дополнительной опции Е	34–35	ЕХ: без опции Е Е1: выходной фильтр (реактор)
Зона обслуживания	36	5: односторонняя, обслуживание спереди D: двусторонняя, обслуживание спереди и сзади

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: [HPD@danfoss.com](mailto:HPD@danfoss.com), [www.drives.ru/VEDADRIVE](http://www.drives.ru/VEDADRIVE)

---