



Э-11-368

**ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ**

**ВПЧА-Т-06/096-УХЛ4**

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

**ВНИМАНИЕ!**

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ ВВОДИТЬ ИЗДЕЛИЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ  
ДО ИЗУЧЕНИЯ  
НАСТОЯЩЕГО РУКОВОДСТВА ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ!**

Перед началом эксплуатации ВПЧА-Т-06/096-УХЛ4 необходимо внимательно изучить настоящее руководство по эксплуатации и неукоснительно соблюдать указанные меры безопасности.

При установке, наладке и обслуживании ВПЧА-Т-06/096-УХЛ4 персонал, принимающий участие в выполнении работ должен соблюдать требования безопасности – в соответствии с ПЭЭП, ПУЭ, ПТБ и другими НД по безопасности, действующими на территории РФ.

Изготовитель не несёт ответственности за любые последствия, возникшие вследствие небрежной или неправильной установки и/или настройки выбираемых параметров оборудования, или неверного подбора двигателя для работы с приводом при использовании данного преобразователя частоты.

Монтаж, сборка, наладка и сдача ВПЧА в эксплуатацию должны производиться строго в присутствии представителя изготовителя ВПЧА либо представителя организации, уполномоченной изготовителем.

Ремонт ВПЧА должен производиться только представителями изготовителя ВПЧА, либо аккредитованными на данный вид работ организациями.

При нарушении данного требования применительно к конкретному образцу ВПЧА-Т-06/096-УХЛ4 изготовитель оставляет за собой право аннулирования своих гарантийных обязательств в отношении данного образца

Ни одна из частей настоящего руководства по эксплуатации не может быть скопирована или преобразована в иную форму любыми средствами, включая фотокопирование, запись на любой носитель информации, без письменного разрешения изготовителя. Все права защищены.

---

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА</b>	<b>4</b>
1.1 Назначение	4
1.2 Особенности ВПЧА	5
1.3 Структура условного обозначения	6
1.4 Технические характеристики	7
<b>2 СОСТАВ ВПЧА</b>	<b>9</b>
2.1 Общие сведения	9
2.2 Шкаф трансформатора	10
2.3 Шкаф силовых блоков и управления	12
<b>3 УСТРОЙСТВО И РАБОТА</b>	<b>19</b>
3.1 Основная цепь	19
3.2 Силовые блоки	22
3.3. Система управления	24
3.4 Главное меню управления	25
3.5 Настройка режимов	32
3.6 Параметры	35
3.7 Обслуживание	51
3.8 Всплывающие окна и другие сообщения	55
3.9 Графики	58
3.10 Клеммы	59
<b>4 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ</b>	<b>60</b>
4.1 Эксплуатационные ограничения и меры безопасности	60
4.2 Подготовка к использованию	62
4.3 Использование по назначению	67
4.4. Действия в экстремальных условиях	74
<b>5 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ</b>	<b>76</b>
5.1 Меры безопасности при техническом обслуживании	76
5.2 Технический осмотр	77
<b>6 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ</b>	<b>81</b>
<b>7 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ</b>	<b>82</b>
<b>8 УТИЛИЗАЦИЯ</b>	<b>83</b>
Приложение А (справочное) Габаритные и установочные размеры шкафов ВПЧА	84
Приложение Б (справочное) Протокол обмена с ВПЧА	85
Приложение В (справочное) Типовая схема подключения серии ВПЧА-Т	90
Приложение Г (справочное) Описание работы, параметры, назначение цепей колодок ХТ1-L и ХТ2-L	91
Приложение Д (обязательное) Клеммы внешних подключений ВПЧА	95

## 1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

### 1.1 Назначение

1.1.1 Высоковольтный преобразователь частоты ВПЧА-Т-06/096-УХЛ4 предназначен для частотного пуска и регулирования скорости вращения асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором мощностью до 800 кВт, с номинальным напряжением 6 кВ, обеспечивающих работу технологического оборудования такого, как:

- вентиляторы подачи воздуха;
- пылесосы;
- дымососы;
- насосы подачи воды;
- циркуляционные насосы;
- питательные насосы / сетевые насосы;
- отсасывающий и нагнетающий насосы;
- нефтяные насосы;
- компрессоры;
- мельницы;
- дробилки.

Область применения ВПЧА: теплоэлектростанции, предприятия нефтяной и химической промышленности, станции водоснабжения, горнодобывающие и металлургические предприятия.

1.1.2 Конструктивно ВПЧА выполнен в виде нескольких металлических шкафов с лакокрасочным защитно-декоративным покрытием.

Вид климатического исполнения ВПЧА – УХЛ4 по ГОСТ 15150-69 (для эксплуатации в помещениях (объемах) с искусственно регулируемыми климатическими условиями, например, в закрытых отапливаемых или охлаждаемых и вентилируемых производственных помещениях с кондиционированным или частично кондиционированным воздухом).

При этом:

- предельное рабочее верхнее значение температуры окружающего воздуха – плюс 40 °С;
- предельное рабочее нижнее значение температуры окружающего воздуха - плюс 1 °С;
- рабочее верхнее значение температуры окружающего воздуха - плюс 35 °С;
- рабочее нижнее значение температуры окружающего воздуха - плюс 1 °С;
- верхнее значение относительной влажности воздуха - 80% (без конденсата) при температуре плюс 25 °С;
- наибольшая высота над уровнем моря - 1000 м;

**П р и м е ч а н и е** - На высотах более 1000 м, ВПЧА может работать с пониженной номинальной мощностью. Величину понижения номинальной мощности необходимо согласовать с изготовителем ВПЧА.

ВПЧА предназначен для эксплуатации в атмосфере типа II по ГОСТ 15150-69 (атмосфера промышленная) при окружающей среде невзрывоопасной, не содержащая газов, испарений, химических отложений, токопроводящей пыли в концентрациях, снижающих параметры до недопустимых пределов.

Группа механического исполнения ВПЧА - М13 по ГОСТ 17516.1-90.

Степень защиты каждого шкафа – IP30 по ГОСТ 14254-96.

1.1.3 Применение ВПЧА обеспечивает:

- значительное энергосбережение (до 60%);
- надежность работы и продление ресурса работы электродвигателей, а также приводимых ими в движение агрегатов и механизмов;
- исключение возникновения гидравлических ударов в системе трубопроводов и выхода из строя шестеренчатых или ременных передаточных механизмов;
- снижение аварийности оборудования и уменьшение затрат на ремонт и обслуживание, а также сокращение аварийных простоев оборудования;
- интегрирование в автоматическую систему управления технологическими процессами предприятия.

## 1.2 Особенности ВПЧА

1.2.1 В ВПЧА реализована современная технология многоуровневой широтно-импульсной модуляции (далее по тексту – ШИМ). ШИМ основана на векторном сложении напряжений от отдельных последовательно соединенных на выходе силовых блоков. Таким образом, осуществляется формирование выходного напряжения.

1.2.2 Влияние ВПЧА на питающую сеть.

К питающей сети 6 кВ ВПЧА подсоединяется первичными обмотками входного трансформатора. Питание к силовым блокам подключается с вторичных обмоток входного трансформатора по схеме коммутации, которая обеспечивает работу диодных выпрямителей с 30-ти пульсной (для выходного напряжения 6 кВ) схемой выпрямления. Данное решение удовлетворяет требованиям существующих стандартов по совместимости технических средств (ГОСТ 13109-97; IEEE 519), по количеству высших гармоник, генерируемых в сеть.

Оборудование не требует установки фильтра на входе, а также устройств защиты других потребителей от помех, вызываемых связанными с работой ВПЧА колебаниями в сети.

Входной коэффициент мощности ВПЧА составляет не менее 0,96.

ВПЧА не требует установки компенсационных конденсаторов для компенсации реактивной мощности.

1.2.3 Влияние выходного напряжения ВПЧА на двигатель.

Формирование выходного напряжения осуществляется за счет установки в настоящем ВПЧА 15 силовых блоков (из расчета пять силовых блоков на одну фазу для 6 кВ), что соответствует 11 уровням формирования напряжения ШИМ. Такое схемное решение значительно снижает уровень пульсаций на выходе, при этом форма выходного напряжения максимально приближается к правильной синусоиде.

ВПЧА с данным техническим решением имеет следующие преимущества:

- не требует выходного фильтра;
- может применяться для работы с обычными высоковольтными электродвигателями, при этом не приводит к дополнительному нагреванию электродвигателя и снижению его мощности;
- не имеет ограничений на длину кабеля, ведущего к электродвигателю;
- не разрушает изоляцию электродвигателя (эффект  $du/dt$ );
- нагрузка с переменным моментом не снижает ресурс работы ВПЧА.

#### 1.2.4 Панель управления ВПЧА.

Панель управления, расположенная на передней двери шкафа силовых блоков и управления предназначена для:

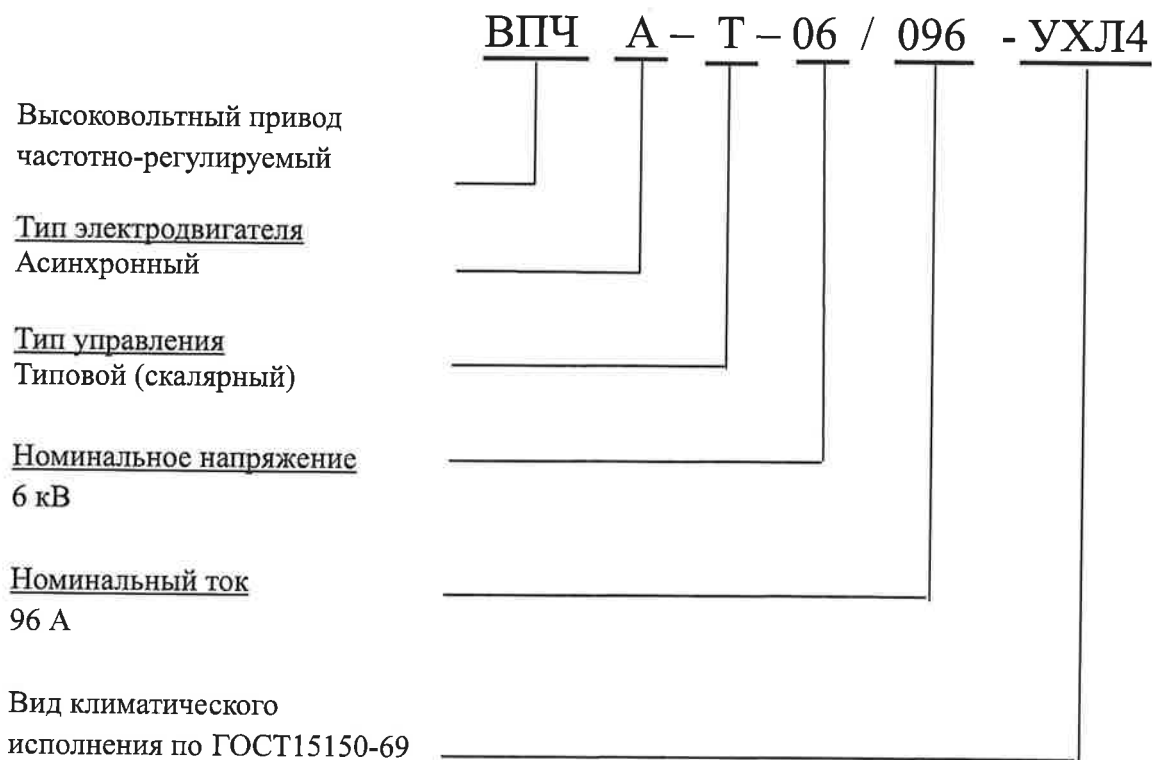
- просмотра и задания значений параметров;
- контроля работы ВПЧА;
- выдачи команд пуска и останова;
- установки величины задания;
- поиска неисправностей;
- просмотра журнала работы ВПЧА.

Все данные и параметры выводятся на дисплей панели управления. В качестве дисплея панели управления используется плоская 12-дюймовая цветная сенсорная LCD-панель.

Все меню и графики выполнены на русском языке.

### 1.3 Структура условного обозначения

1.3.1 Структура условного обозначения ВПЧА приведена ниже:



## 1.4 Технические характеристики

1.4.1 Технические характеристики ВПЧА приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Технические характеристики ВПЧА

Наименование характеристики	Значение
1 Мощность ВПЧА-Т-06/096-УХЛ4, кВА	1000
2 Мощность соответствующего двигателя, кВт	800
3 Номинальный выходной ток, А	96
4 Габаритные размеры, мм	3800x1300x2300
5 Вес, кг	4100
6 Способ формирования выходного напряжения	многоуровневая широотно-импульсная модуляция
7 Частота на входе, Гц	от 45 до 55
8 Частота на выходе, Гц	от 0,1 до 60
9 Шаг частоты, Гц	0,01
10 Время разгона/ торможения, с	от 10 до 1600
11 Номинальное напряжение на входе, кВ	6 кВ (-20%+15%)
12 Коэффициент мощности по входу	при номинальной нагрузке - до 0,96
13 КПД	при номинальной нагрузке - до 0,96 (включая трансформатор)
14 Перегрузочная способность по току	120% –1 мин*, 150% – срабатывает защита
15 Аналоговый вход, тип 4-20 мА	2
16 Аналоговый выход, тип 4-20 мА	2
17 Дискретные сигналы вход/выход	12 на входе/ 9 на выходе
18 Внешняя связь	отдельный порт RS-485, протокол Modbus RTU
19 Количество последовательно соединенных силовых блоков на одну фазу, шт	5
20 Питание собственных нужд, В; кВт	~220; не более 0,4
21 Температура окружающей среды, °С	от плюс 1 до плюс 40
22 Температура транспортировки, °С	от минус 50 до плюс 50
23 Способ охлаждения	принудительное воздушное
24 Влажность окружающей среды	не более 80% без точки росы

Окончание таблицы 1

25 Высота над уровнем моря, м	не более 1000**
26 Степень защиты	IP30
<p>* Настраиваемая защита по величине и длительности.</p> <p>** На высотах над уровнем моря более 1000 м, ВПЧА может работать с пониженной номинальной мощностью. Величину понижения номинальной мощности необходимо согласовать с изготовителем ВПЧА</p>	



## 2 СОСТАВ ВПЧА

### 2.1 Общие сведения

ВПЧА-Т-06/096-УХЛ4 состоит из двух шкафов: шкафа трансформатора и шкафа силовых блоков и управления.

Внешний вид типовых шкафов ВПЧА приведен на рисунке 1.

Габаритные и установочные размеры шкафов приведены на рисунке А.1 (см. приложение А).

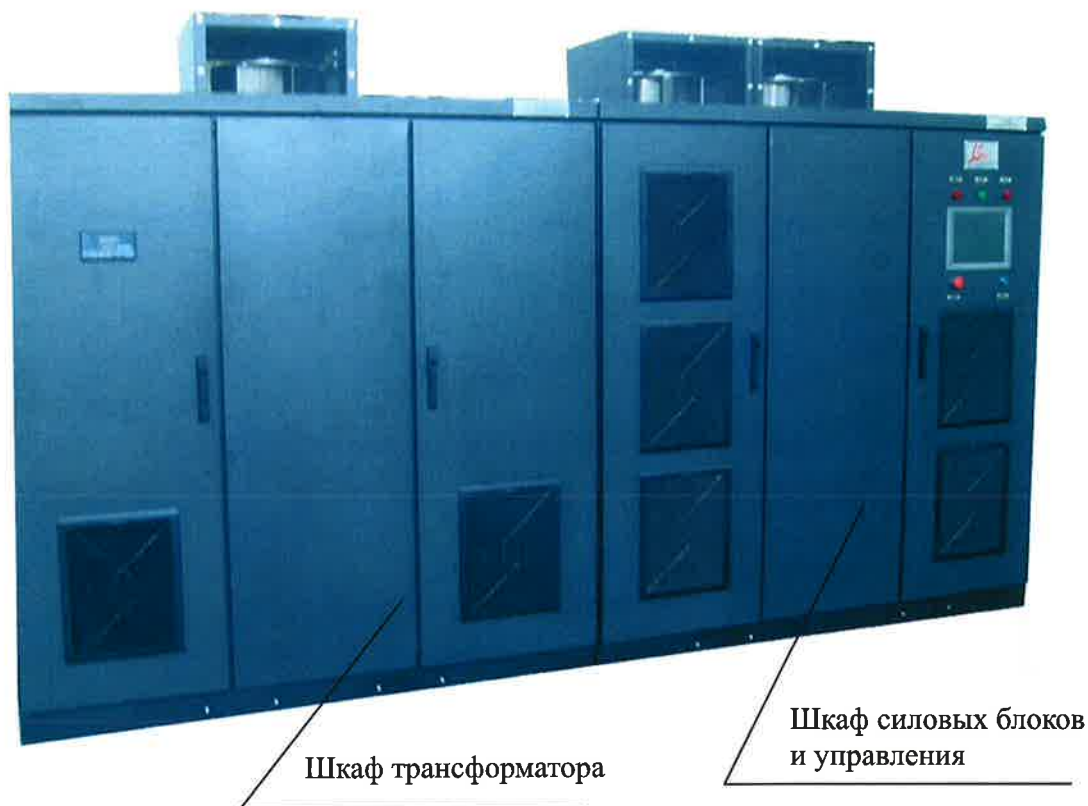


Рисунок 1 – Внешний вид типовых шкафов ВПЧА

## 2.2 Шкаф трансформатора

2.2.1 Внешний вид типового шкафа трансформатора с открытыми дверями приведен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Внешний вид типового шкафа трансформатора с открытыми дверями

2.2.2 Внутри шкафа трансформатора на основании шкафа установлен многообмоточный сухой трансформатор. Его вторичные обмотки разделены на группы, которые имеют одинаковую величину фазового сдвига напряжений последующей группы относительно предыдущей группы обмоток. Каждая группа формирует трехфазное напряжение питания для соответствующей группы силовых блоков.

В верхней части шкафа трансформатора установлены вытяжные вентиляторы воздушного охлаждения.

На двери шкафа трансформатора установлен контроллер температуры сухого трансформатора. Контроллер обеспечивает контроль температуры трансформатора, сигнализацию и защиту от перегрева, индикацию текущей температуры по каждой фазе трансформатора.

2.2.3 С внутренней стороны каждой двери шкафа трансформатора установлен концевой выключатель. При открытии двери концевой выключатель срабатывает, и включается световая сигнализация, размещенная на лицевой стороне шкафа силовых блоков и управления.

2.2.4 Трансформатор жестко прикреплен к основанию шкафа. Монтажные петли в верхней части шкафа можно использовать только для монтажа данного шкафа без установленного в него трансформатора.

**ВНИМАНИЕ: НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ПОЛЬЗОВАТЬСЯ МОНТАЖНЫМИ ПЕТЛЯМИ ПРИ МОНТАЖЕ ШКАФА ТРАНСФОРМАТОРА С УСТАНОВЛЕННЫМ В НЕМ ТРАНСФОРМАТОРОМ.**

Для транспортирования собранного шкафа (с трансформатором) следует пользоваться пазами для автопогрузчика в нижней части шкафа или монтажными креплениями трансформатора в его верхней части.

2.2.5 В шкафу трансформатора предусмотрены клеммы для подключения кабелей силовых блоков. К этим клеммам подсоединяются кабели, обеспечивающие подачу трехфазного питания силовым блокам. Клеммы и кабели должны быть соединены строго в соответствии с маркировкой и схемой электрической принципиальной ВПЧА. Входящие и исходящие контрольные кабели шкафа трансформатора подводятся с помощью разъёмов согласно схеме электрической принципиальной ВПЧА.

Подключение вводного высоковольтного кабеля питания ВПЧА осуществляется сзади в верхней части трансформатора, непосредственно на клеммы трансформатора согласно с фазировкой.

После монтажа высоковольтного кабеля ввода питания ВПЧА необходимо прикрепить его к шкафу трансформатора с помощью штатного хомута.

2.2.6 Схема вентиляции шкафа трансформатора приведена на рисунке 3.

В верхней части шкафа трансформатора установлены центробежные вентиляторы. Количество вентиляторов определено на рисунке А.1(приложение А).

В нижней части - установлены шесть вентиляторов охлаждения, по одному на передней и задней стороне каждого из трех стержней сердечников трансформатора. Вентиляторы ВПЧА питаются от вторичной обмотки силового трансформатора ВПЧА, установленного в шкафу трансформатора.

В шкафу трансформатора, для улучшения вентиляции размещена горизонтальная перегородка из изоляционного материала, обеспечивающая лучшее распределение потоков охлажденного воздуха.

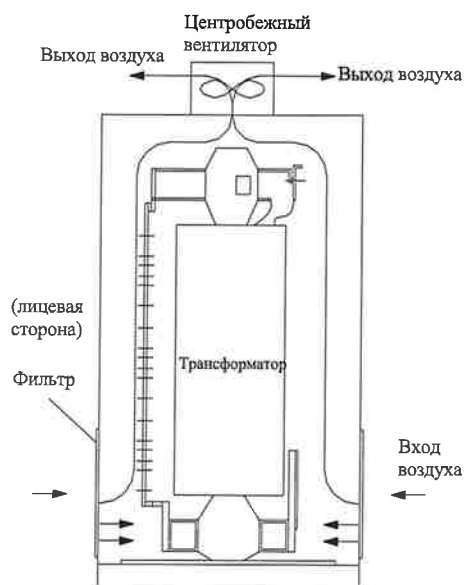


Рисунок 3 - Схема вентиляции шкафа трансформатора.

## 2.3 Шкаф силовых блоков и управления

2.3.1 Внешний вид внутренней части типового шкафа силовых блоков и управления (с лицевой стороны) приведен на рисунке 4.

2.3.2 В шкафу силовых блоков и управления установлены силовые блоки, которые конструктивно разделены на три группы. В каждой группе силовые блоки соединены последовательно в одном ряду и составляют одну фазу.

Количество силовых блоков на одну фазу – пять.

Три ряда силовых блоков соединены звездой (Y).

Силовые блоки A1, B1, C1 образуют центр звезды.

Крайние силовые блоки в звезде являются высоковольтным выходом из ВПЧА, и предназначены для подключения к двигателю. Также, к крайним силовым блокам подключен высоковольтный делитель напряжения для контроля и индикации выходного напряжения ВПЧА. Напряжение с делителя используется для контроля выходного напряжения.

Фазы А и С, перед замыканием в звезду на блоках A1,C1 в шкафу силовых блоков и управления, оснащены датчиками для контроля и индикации выходного тока ВПЧА.



Рисунок 4 – Внешний вид внутренней части типового шкафа силовых блоков и управления (вид спереди при открытых дверях)

2.3.3 Внешний вид типового силового блока приведен на рисунке 5.

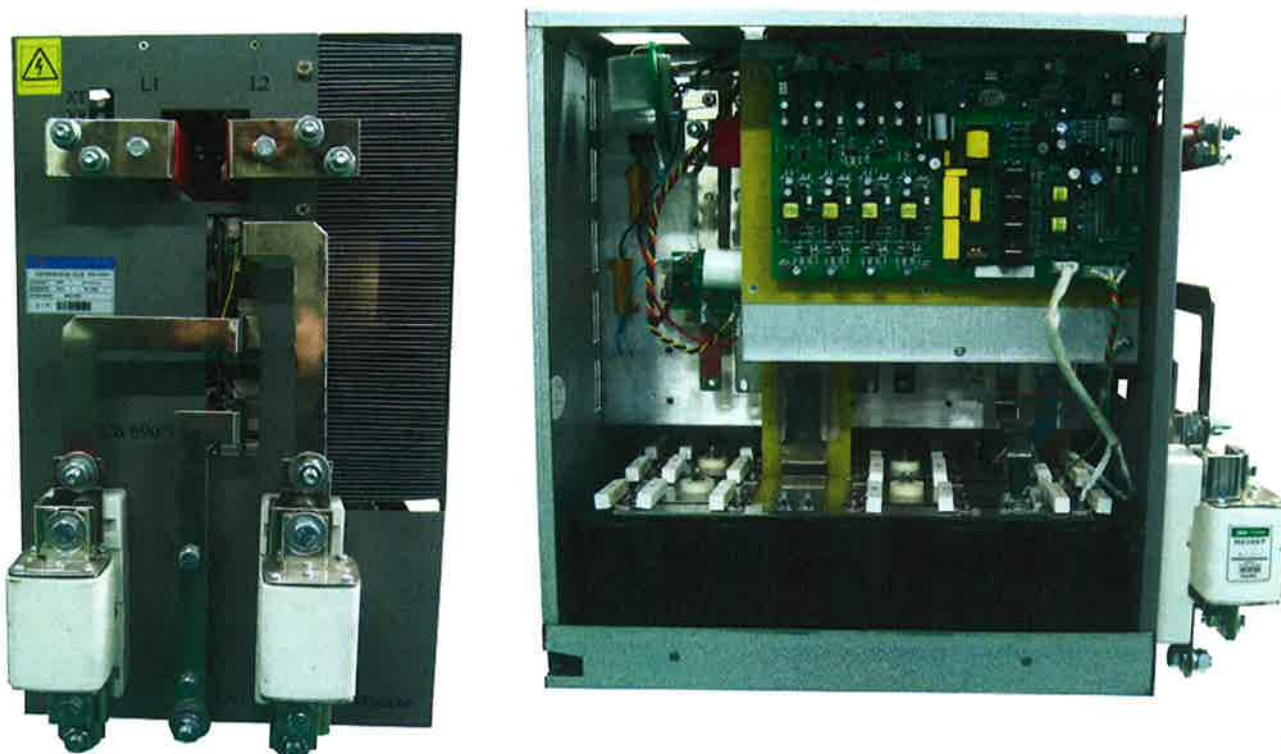


Рисунок 5 –Внешний вид типового силового блока

Силовые блоки различают в зависимости от номинального напряжения и мощности преобразователя частоты. Ниже приведена структура условного обозначения силовых блоков:

	ЛС	СБ	XXX	/XXX	XX(P)
Сокращенное название компании «Л-Старт»					
Сокращенное наименование «Силовой Блок»					
Номинальное выходное напряжение, В					
Номинальный выходной ток, А					
Вид конструктивного исполнения					
Наличие функции байпас					

Силовые блоки с условным обозначением ЛС СБ 690/096D1P, используемые в ВПЧА-Т-06/096-УХЛ4, характеризуются номинальным выходным напряжением 690 В, номинальным выходным током 96 А.

2.3.4 Силовые блоки устанавливаются на специальные полки-направляющие и крепятся болтами к полкам. Все силовые блоки имеют абсолютно одинаковые электрические и механические параметры, они взаимозаменяемы. На силовые блоки подается трехфазное питание с вторичных обмоток силового трансформатора. Силовые блоки защищены входными предохранителями.

Каждый силовой блок имеет отдельную плату управления и плату драйвера. Питание платы управления силовых блоков осуществляется от главной цепи постоянного тока силового блока. Нормальное рабочее напряжение главной цепи постоянного тока составляет от 450



до 1250 В постоянного тока. Плата драйвера служит для управления IGBT-транзисторами силового блока. Плата управления связана с помощью оптоволоконного кабеля с системой управления преобразователем. Оптоволоконный кабель является единственным каналом связи между системой управления ВПЧА и силовыми блоками, тем самым достигается необходимая электрическая развязка силовых блоков от системы управления ВПЧА.

**2.3.5 ВНИМАНИЕ: ПОСЛЕ ОТКЛЮЧЕНИЯ ВХОДНОГО ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ОТ ВПЧА В СИЛОВЫХ БЛОКАХ МОЖЕТ СОХРАНЯТЬСЯ ОПАСНОЕ ОСТАТОЧНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ.**

Для демонтажа силового блока необходимо:

- вывести ВПЧА в ремонт (высоковольтные вход и выход ВПЧА должны быть заземлены);
- дождаться момента, когда погаснет светодиодный индикатор на силовом блоке;
- не ранее, чем через 20 мин после исчезновения свечения светодиодного индикатора, отсоединить подходящие и выходящие кабели, оптоволоконный кабель;
- отвернуть крепежные болты;
- вынуть силовой блок из ячейки.

**2.3.6 ВНИМАНИЕ: ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ ПРОВЕСТИ КАКИЕ-ЛИБО РАБОТЫ ВНУТРИ СИЛОВОГО БЛОКА НЕОБХОДИМО ДОЖДАТЬСЯ ПОЛНОЙ РАЗРЯДКИ КОНДЕНСАТОРА СИЛОВОГО БЛОКА.**

2.3.7 Установка силового блока проводится в порядке, обратном указанному в пп.2.3.5. Для установки силового блока следует поставить его на направляющие, легким усилием вставить до упора внутрь, закрепить болтами, подключить входящие и выходящие кабели, вставить оптоволоконный кабель.

2.3.8 На внутренней стороне дверей шкафов силовых блоков и управления установлены концевые выключатели. При открытии дверей концевые выключатели срабатывают, и включается сигнализация.

2.3.9 Схема вентиляции шкафа силовых блоков и управления приведена на рисунке 6.

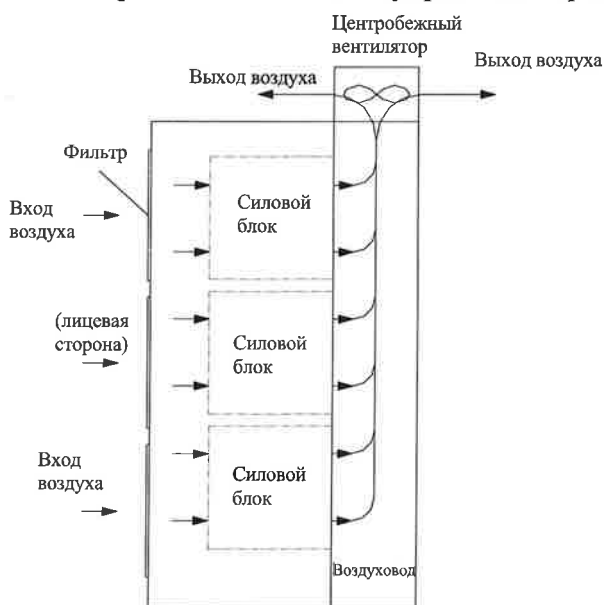


Рисунок 6 - Схема вентиляции шкафа силовых блоков и управления.

Вентиляторы ВПЧА питаются от вторичной обмотки силового трансформатора, установленного в шкафу трансформатора.

На задней стенке шкафа силовых блоков и управления конструктивно предусмотрен вытяжной воздуховод для охлаждения. Холодный воздух проходит через фильтрующий слой в передней двери и обдувает радиаторы силовых блоков. Нагретый воздух вытягивается в заднюю часть шкафа силовых блоков и управления и выводится из шкафа. Вытяжка осуществляется вентиляторами, расположенными в верхней части шкафа силовых блоков и управления. Количество вытяжных вентиляторов определено на рисунке А.1 (приложение А)

2.3.10 Система управления ВПЧА расположена в шкафу силовых блоков и управления ВПЧА.

Типовая схема расположения элементов системы управления внутри шкафа силовых блоков и управления приведена на рисунке 7.

Промышленный  
компьютер CPLC



Маршрутизатор

Модуль PLC

Рисунок 7 – Типовая схема расположения элементов системы управления внутри шкафа силовых блоков и управления.

Система управления ВПЧ состоит из :

- маршрутизатора;
- платы PLC;
- промышленного компьютера;
- панели управления.

Питание системы управления ВПЧА осуществляется от двух взаимнорезервируемых источников питания собственных нужд ВПЧА, переменный 220 В, 50 Гц и от высоковольтного входа ВПЧА, через понижающую обмотку входного силового трансформатора. Требования по питанию собственных нужд ВПЧА приведены в приложение Г.

Оптоволоконные концентраторы с помощью оптоволоконного кабеля соединяются с силовыми блоками. На группу блоков одной фазы приходится один концентратор.

2.3.11 Внешний вид маршрутизатора приведен на рисунке 8.

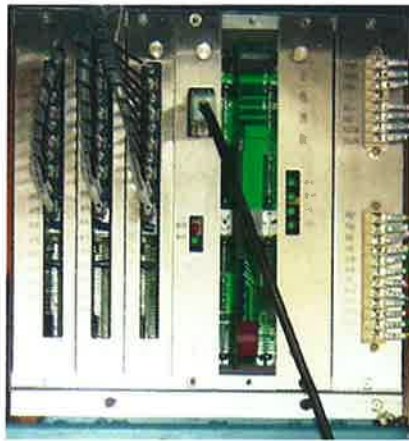


Рисунок 8 – Внешний вид типового маршрутизатора (вид спереди).

Состав маршрутизатора:

- три оптоволоконных концентратора;
- один блок управления;
- один сигнальный блок;
- один блок питания;
- один блок клеммных колодок.

2.3.12 Внешний вид платы PLC приведен на рисунке 9.

Плата предназначена для обработки дискретных и аналоговых сигналов ВПЧА.



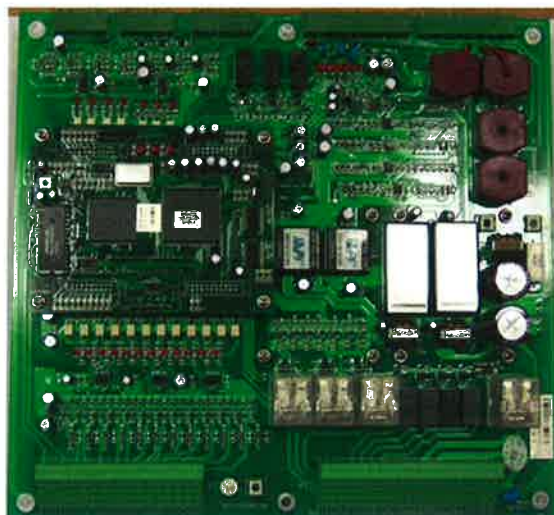


Рисунок 9 – Внешний вид платы PLC.

2.3.13 Внешний вид типовой панели управления шкафа силовых блоков и управления (фрагмент) приведен на рисунке 10.

Терминал с 12-ти дюймовым цветным сенсорным экраном установлен на лицевой стороне шкафа силовых блоков и управления. Интерфейс пользователя выполнен на русском языке.

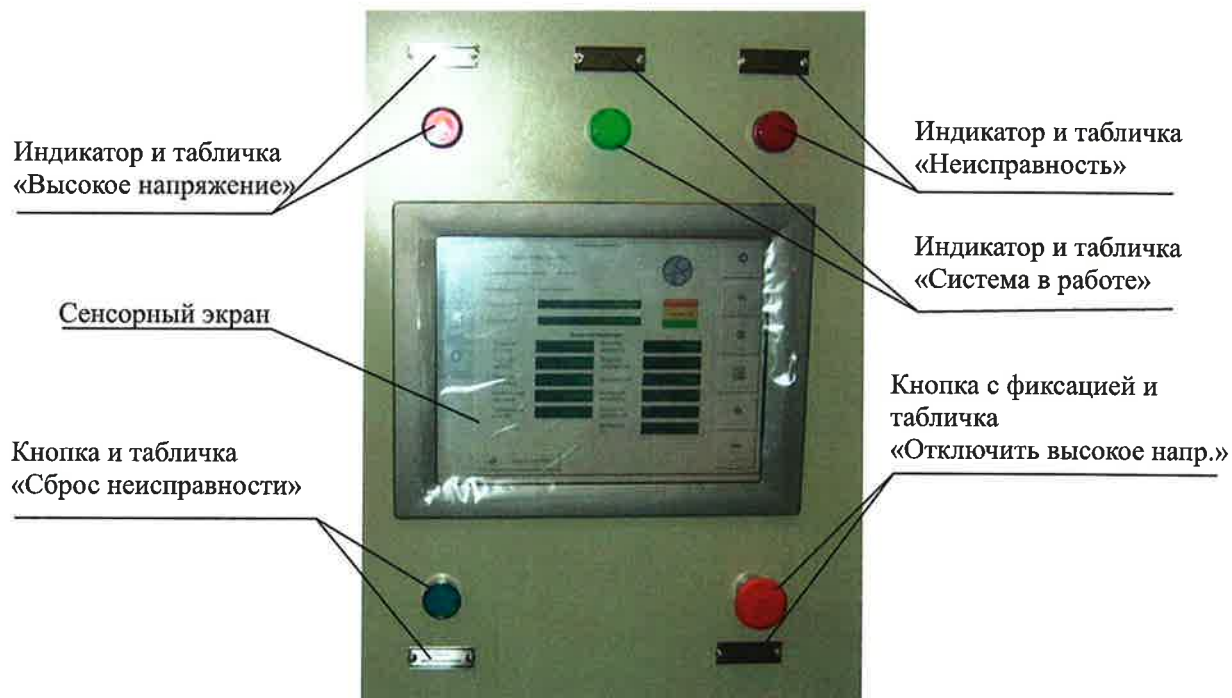


Рисунок 10 – Внешний вид типовой панели управления шкафа силовых блоков и управления (фрагмент).

Панель управления, расположена на лицевой стороне шкафа силовых блоков и управления предназначена для:

- просмотра и задания значений параметров;
- контроля работы ВПЧА;
- выдачи команд пуска и останова;
- установки величины задания;
- поиска неисправностей;
- просмотра журнала работы ВПЧ.

Все данные и параметры выводятся на 12-дюймовый сенсорный терминал. Сенсорный терминал обеспечивает удобный русскоязычный интерфейс с оператором, позволяет контролировать и изменять параметры преобразователя частоты, осуществляет управление ВПЧ в местном режиме.

### 3 УСТРОЙСТВО И РАБОТА

#### 3.1 Основная цепь

В ВПЧА реализован принцип преобразования тока: переменный – постоянный – переменный. Преобразование тока производится в силовых блоках выполненных на IGBT-транзисторах.

Функциональная схема силовой части ВПЧА приведена на рисунке 11.

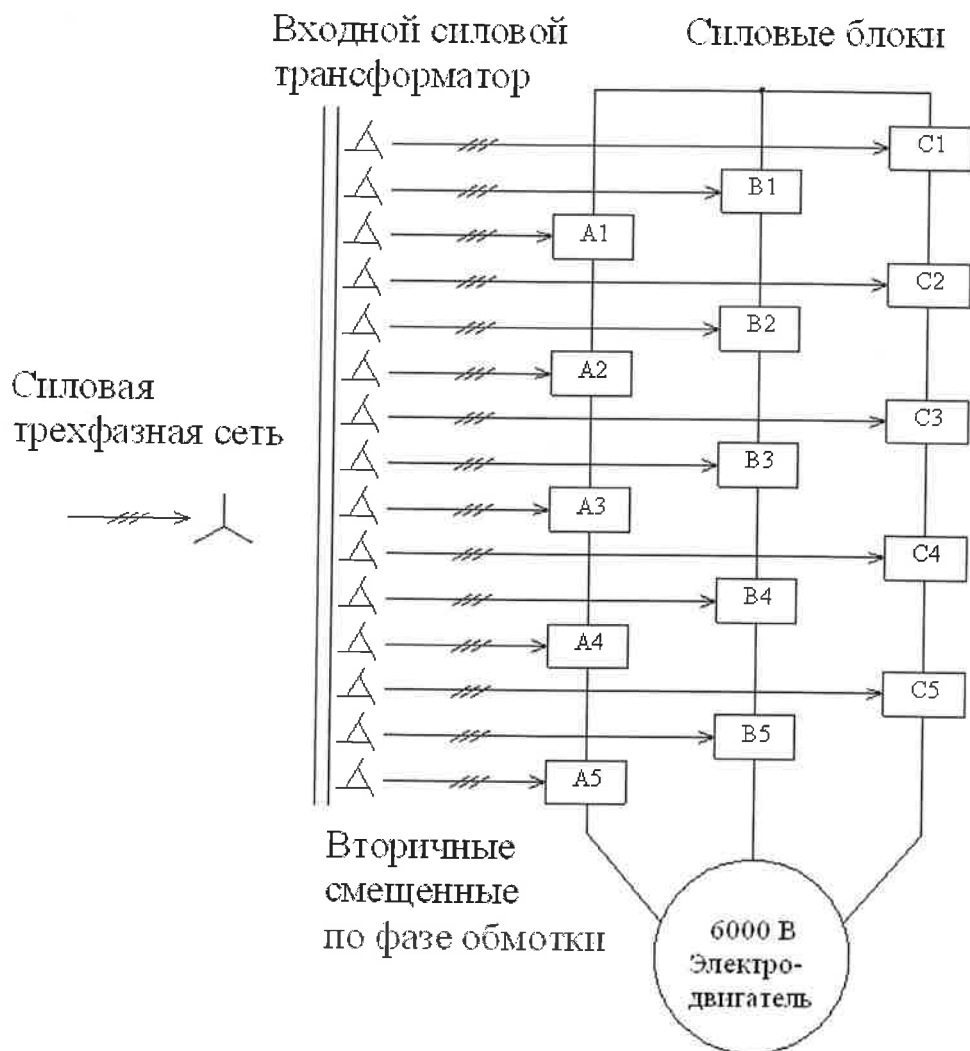


Рисунок 11 - Функциональная схема силовой части ВПЧА

Трехфазное напряжение 6 кВ переменного тока подается от сети через многообмоточный трансформатор. Для того чтобы обеспечить сдвиг фаз, необходимый для 30-ти пульсного выпрямления, вторичные обмотки трансформатора имеют сложное соединение, при этом каждая группа вторичных обмоток отличается фазовым смещением трансформируемого напряжения.

Сдвиг фазы напряжения на последующей группе вторичных обмоток относительно фазы напряжения на предыдущей группе вторичных обмоток определяется результатом деления

60 угловых градусов на количество групп вторичных обмоток (или количество силовых блоков в фазе). Указанное техническое решение позволяет уменьшить влияние ВПЧА на питающую сеть, так как 30-ти пульсная схема выпрямления переменного тока формирует более сглаженную характеристику потребляемого из сети тока.

Выходное напряжение фазы преобразователя образуется путем суммирования выходных напряжений последовательно соединенных силовых блоков, принадлежащих одной фазе. Данное обстоятельство позволяет использовать в силовых блоках IGBT-транзисторы, рассчитанные на напряжение, меньшее выходного фазного напряжения преобразователя. Поскольку напряжение на выходе каждого силового блока формируется посредством широтно-импульсной модуляции промежуточного постоянного напряжения, напряжение на выходе преобразователя образуется по принципу многоуровневого ШИМ-преобразования и характеризуется низкими значениями пульсаций выходного напряжения и тока.

Количество получаемых уровней ШИМ при формировании фазного напряжения на выходе ВПЧА приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Количество получаемых уровней ШИМ при формировании фазного напряжения на выходе ВПЧА

Номинальное напряжение ВПЧА-Т-06/096-УХЛ4, кВ	Количество силовых блоков на фазу	Номинальное напряжение силового блока, В	Выходное фазное напряжение, В	Выходное линейное напряжение, В	Количество уровней ШИМ при формировании фазного напряжения
6	5	690	3450	6000	11

Схема сложения уровней напряжения на 6 кВ для ВПЧА приведена на рисунке 12

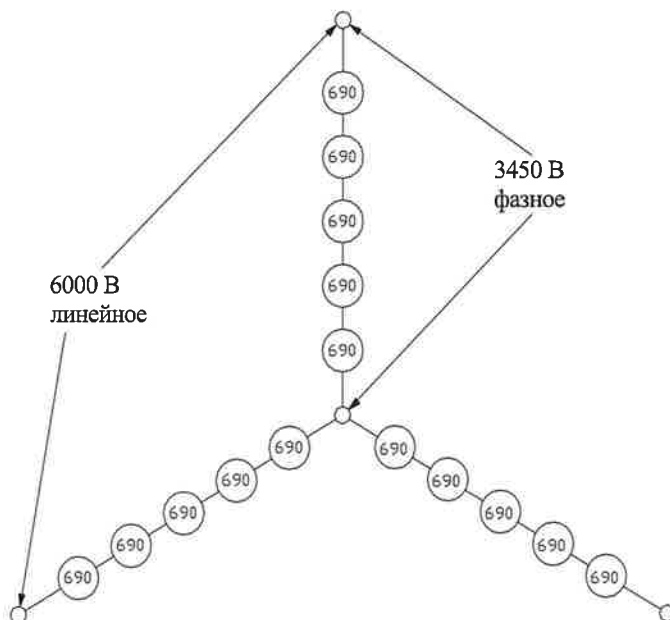


Рисунок 12 - Схема сложения уровней напряжения на 6 кВ для ВПЧА

На рисунке 13 приведен график выходного напряжения, полученного с силовых блоков преобразователя частоты 6 кВ и график отдельной фазы.

На рисунке 14 показан график линейного  $U_{ab}$  6 кВ напряжения преобразователя частоты с пятью силовыми блоками. В связи с тем, что на выходе напряжения подключена индуктивная нагрузка (электродвигатель), то более значим график тока.

На рисунке 15 приведен график выходного тока  $I_a$ . Увеличение количества уровней напряжения ШИМ позволяет существенно улучшить выходные характеристики ВПЧА по сравнению с одноуровневым ШИМ, график выходного тока практически приближается к синусоиде.

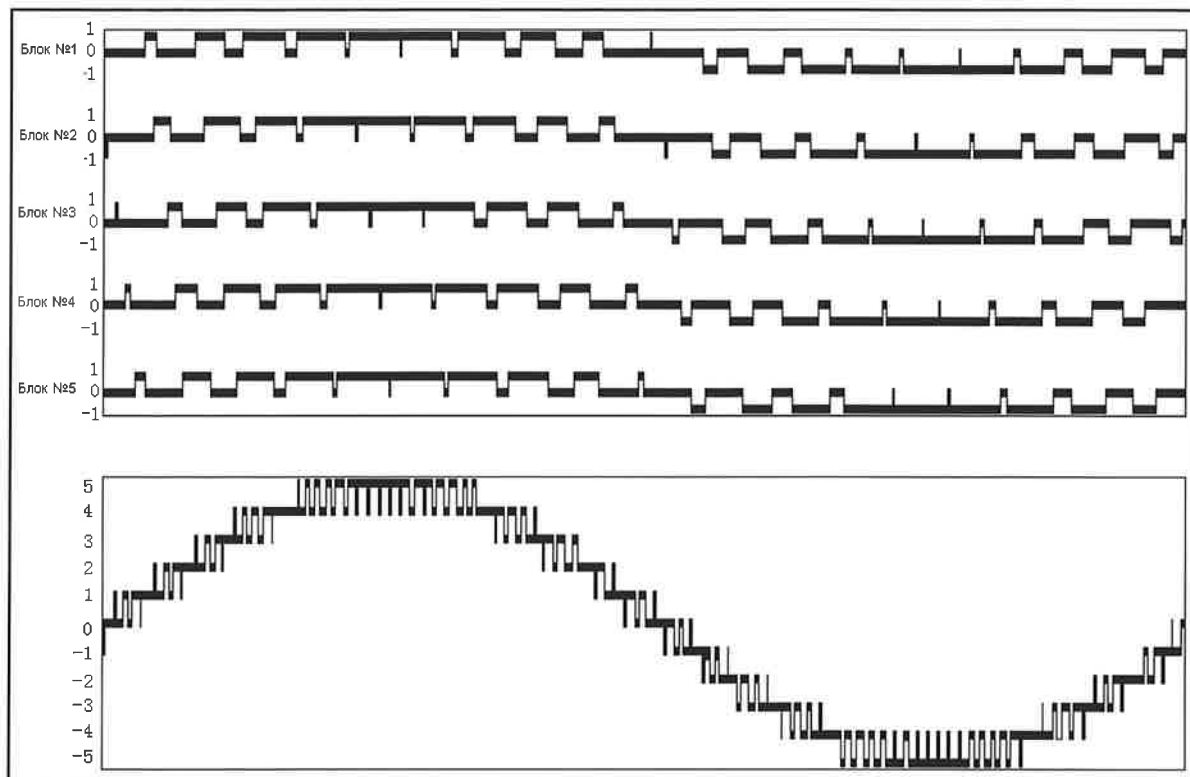


Рисунок 13 - График выходного напряжения с силовых блоков 6 кВ и график отдельной фазы

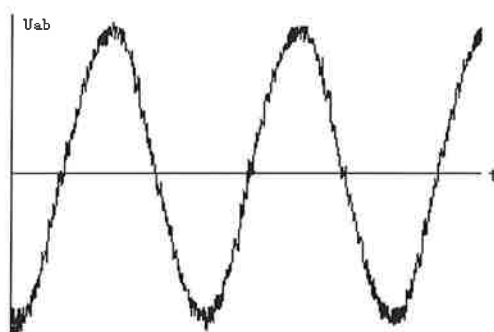


Рисунок 14 – График выходного напряжения ВПЧА

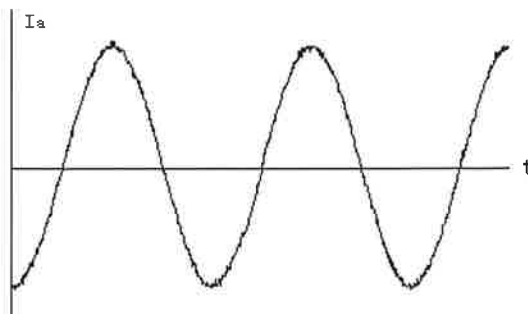


Рисунок 15 – График выходного тока ВПЧА

### 3.2 Силовые блоки

3.2.1 Структурная схема силовой части силового блока приведена на рисунке 16.

Входные цепи R, S, T подключаются к одной из групп вторичных обмоток трансформатора. Напряжение с трансформатора через диодный трехфазный выпрямитель заряжает конденсаторы. Накопленная электрическая энергия конденсаторов расходуется однофазным мостом, состоящим из ключей Q1-Q4 на IGBT-транзисторах, для формирования напряжения ШИМ на выходах L1, L2.

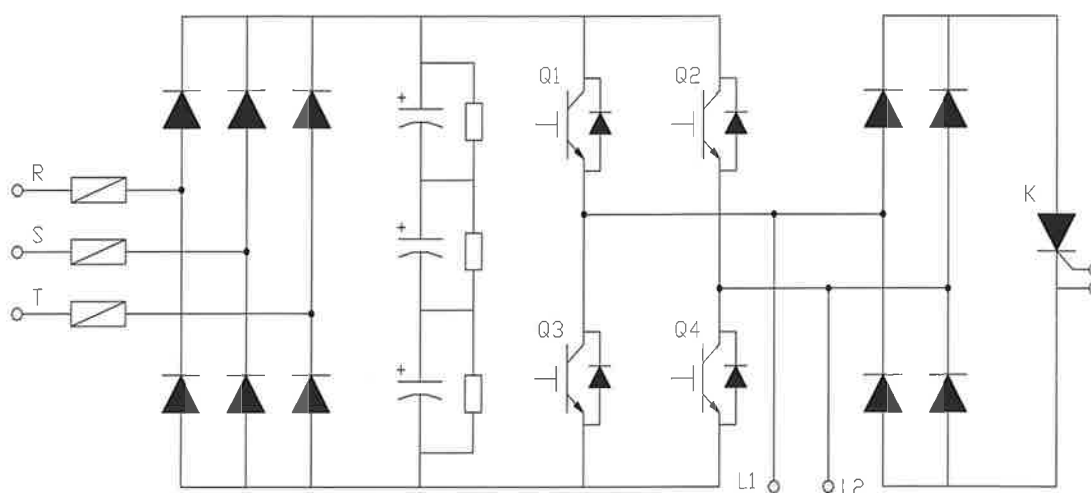


Рисунок 16 - Структурная схема силовой части силового блока

После подачи по оптоволоконному кабелю управляющего сигнала на открытие и закрытие IGBT-транзисторов Q1 – Q4, силовой блок формирует импульсы выходного напряжения различной ширины, используя метод ШИМ.

Каждый силовой блок может иметь только три значения выходного напряжения:

- при открытых Q1 и Q4 выходное напряжение L1 и L2 соответствует 1;
- при открытых Q2 и Q3 выходное напряжение L1 и L2 соответствует минус 1;
- при открытых Q1 и Q2 или Q3 и Q4 выходное напряжение L1 и L2 соответствует 0.

График выходного напряжения приведен на рисунке 13.

3.2.2 Силовые блоки при специальном заказе могут выполнять функцию «байпас». В случае возникновения в каком-либо силовом блоке неисправности: поломка или перегрев

IGBT-транзисторов, при которых невозможно дальнейшее продолжение работы, на данном силовом блоке и двух других блоках, работающих с ним в одной группе (в двух других фазах) в целях обеспечения дальнейшей работоспособности автоматически включается функция «байпас». Управляемый тиристор К открывается и подается сигнал о включении «байпаса». При включении «байпаса» силового блока, снижается номинальное выходное напряжение преобразователя частоты, так как количество силовых блоков на фазу оказывается меньше положенного. Если ВПЧА работает на низкой частоте (для ВПЧА - ниже 40 Гц), он автоматически повышает выходное напряжение работающих силовых блоков, и тем самым обеспечивает необходимые выходные значения. Таким образом, обеспечивается автоматическая работа ВПЧА без внешнего вмешательства.

Для нагрузки вентиляторов и насосов мощность на валу прямо пропорциональна кубу скорости. При включении функции «байпаса» одного силового блока на 6 кВ, преобразователь частоты сможет обеспечивать необходимые выходные параметры при максимальной выходной мощности до 80% и частоте до 46,4 Гц. При выборе преобразователя частоты рекомендуется обеспечивать определенный запас, таким образом, при срабатывании байпаса максимально возможная частота может быть выше. В случаях, когда при большой нагрузке преобразователь частоты не может обеспечить необходимые показатели на выходе при включении байпаса силового блока, система автоматически снижает частоту работы до уровня, при котором значение выходного тока будет находиться в разрешенных пределах (номинальных значениях). Характеристики включения функции «байпаса» одного силового блока приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Характеристики включения функции «байпаса» одного силового блока

Номинальное напряжение ВПЧА, кВ	Снижение мощности при полной нагрузке, %	Частота *, Гц	
		При нагрузке с постоянным моментом	При нагрузке вентиляторными и насосными системами
6	20	40	46,4
*При более низкой частоте выходные параметры изменяться не будут			

### 3.3 Система управления

3.3.1 Система управления ВПЧА состоит из маршрутизатора, промышленного компьютера CPLC, платы PLC, и сенсорного терминала.

Схема системы управления ВПЧА показана на рисунке 17.

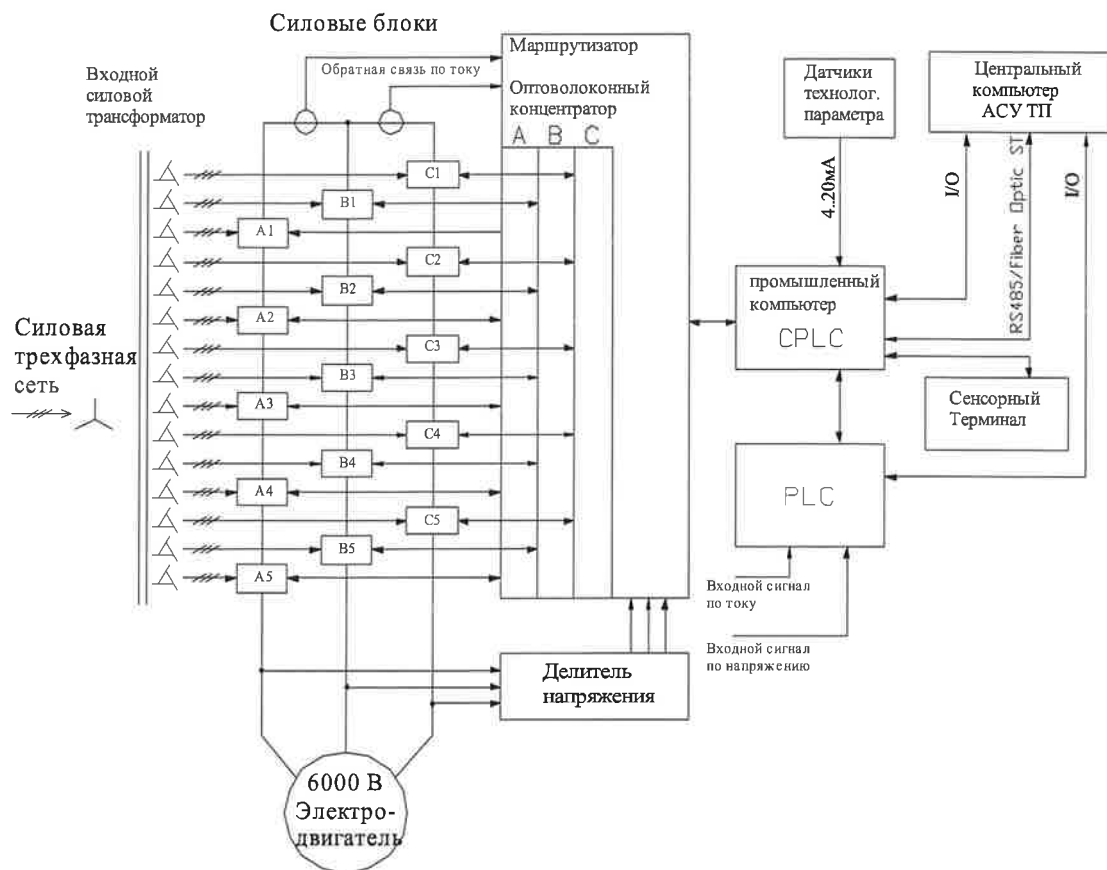


Рисунок 17 - Схема системы управления ВПЧА.

3.3.2 Маршрутизатор управляет через оптоволоконный концентратор силовыми блоками ВПЧА.

Промышленный компьютер CPLC осуществляет связь между всеми внутренними и внешними сигналами.

Модуль PLC осуществляет измерения и контроль периферии преобразователя частоты, а также прием и передачу внешних сигналов управления и контроля.

Сенсорный терминал обеспечивает удобный русскоязычный интерфейс с оператором, позволяет контролировать и изменять параметры преобразователя частоты, осуществляет управление ВПЧА в местном режиме.

3.3.3 Типовая схема подключения ВПЧА-Т, в том числе, к внешней системе управления приведена в приложение В.



### 3.4 Главное меню управления

3.4.1 Внешний вид окна с главным меню управления ВПЧА, с возможными значениями параметров приведен на рисунке 18.

Интерфейс пользователя позволяет оператору задавать функции, вводить данные, просматривать записи о работе ВПЧА, анализировать неисправности.

Непосредственно через главное меню оператор может запускать двигатель, задавать частоту выходного напряжения, медленно останавливать двигатель, останавливать его в режиме свободного останова.

При удаленном управлении функции **ОСТАНОВ**, **Медленный СТОП**, **Пуск**, **Увеличить**, **Уменьшить**, **Задание** с сенсорного экрана не работают. Ниже приведено описание функций каждой кнопки главного меню.

3.4.2 Кнопка **Увеличить** предназначена для увеличения заданной частоты. При каждом нажатии указанной кнопки частота увеличивается на 0,01 Гц.

Кнопка не действует во время медленного останова электродвигателя.

При работе в **замкнутом режиме** с помощью кнопки **Увеличить** можно увеличивать значение контрольного параметра при управлении с обратной связью.

3.4.3 Кнопка **Уменьшить** предназначена для уменьшения заданной частоты. При каждом нажатии указанной кнопки частота уменьшается на 0,01 Гц.

Кнопка не действует во время медленного останова двигателя.

При работе в **замкнутом режиме** с помощью кнопки **Уменьшить** можно уменьшать значение контрольного параметра при управлении с обратной связью.

3.4.4 Кнопка **Пуск** подает ВПЧА команду на пуск двигателя.

При удаленном управлении кнопка не действует.

3.4.5 Кнопка **Медленный СТОП** предназначена для команды на медленный останов двигателя.

Если в качестве режима управления (**Местный/Удаленный**) выбрано **Удаленное**, то данная кнопка работать не будет и команду на **Медленный СТОП** электродвигателя необходимо подавать дистанционно.

При **местном** управлении, если оператор подает команду на останов электродвигателя кнопкой **Медленный СТОП**, ВПЧА производит останов электродвигателя в течение установленного времени. В процессе останова оператор может нажатием кнопки **Пуск** подать команду на повторный запуск электродвигателя, не дожидаясь полного останова.

3.4.6 Кнопка **ОСТАНОВ** предназначена для мгновенного отключения питания электродвигателя и обнуления выходов с ВПЧА.

При нажатии кнопки, электродвигатель перестает получать питание и самостоятельно останавливается на режиме самовыбега.

Если в качестве режима управления (**Местный/Удаленный**) выбрано **Удаленный**, то данная кнопка действовать не будет.

В случае возникновения аварийной ситуации подачу высокого напряжения можно отключить напрямую с помощью кнопки «Отключить высокое напр.», расположенной на двери шкафа силовых блоков и управления.







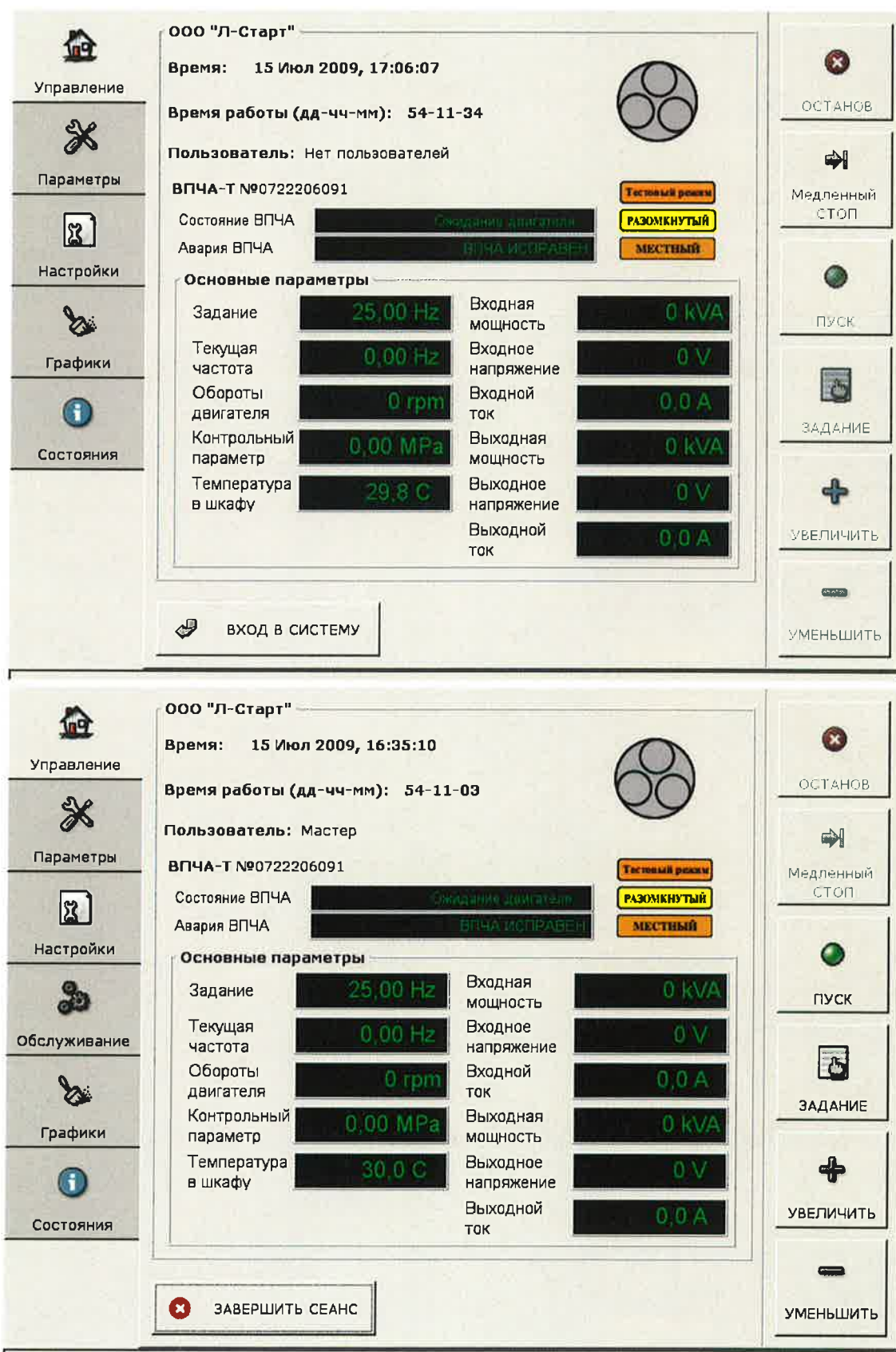


Рисунок 18 – Внешний вид окна с главным меню управления ВПЧА, с возможными значениями параметров

3.4.7 Кнопка **Настройки** открывает окно настройки режимов работы ВПЧА. Подробнее о настройке режимов системы см. п.3.5.

3.4.8 Кнопка **Параметры** предназначена для ввода параметров ВПЧА, двигателя, PID-регулятора, управляющих сигналов по входу, связи с центром управления.

Параметры ВПЧА и электродвигателя разрешено вводить и изменять только при остановленном двигателе. Подробнее о вводе данных см. п.3.6.

3.4.9 Кнопка **Обслуживание** открывает окно сервисных функций системы. Данная вкладка доступна только при входе в систему под паролем пользователя «Мастер». Подробнее об функциях обслуживания системы см. п.3.7.

3.4.10 Кнопка **Графики** открывает окно работы с графиками. Подробнее о функциях работы с графиками см. п.3.9.

3.4.11 Кнопка **Состояния** предназначена для просмотра текущего состояния ВПЧА, записей о текущих и возникших ранее неисправностях. В памяти может храниться до 999 случаев возникновения неисправностей. Подробнее о получении информации о неисправностях см. пп.3.6.44.

3.4.12 Кнопка **Задание** предназначена для задания выходной частоты работы ВПЧА с клавиатуры интерфейса.

При работе в замкнутом режиме данная кнопка применяется для задания управления с обратной связью. При выборе удаленного способа задания параметров управления, данная кнопка не действует, а задаваемое значение контрольного параметра определяется сигналом управления: аналоговым, цифровым, ступенчатым.

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ ИЗМЕНЯТЬ ЧАСТОТУ РАБОТЫ ВПЧА ПРИ ОСТАНОВЕ ДВИГАТЕЛЯ!**

При работе ВПЧА в разомкнутом режиме и выполнении команды «Медленный останов» кнопка **Задание** заблокирована на изменение выходной частоты ВПЧА.

3.4.13 Помимо вышеуказанных кнопок главного меню, интерфейс также отображает поле, где указываются 10 основных параметров работы ВПЧА и один контрольный параметр в режиме реального времени (см. рисунок 18).

3.4.14 Параметр **Задание** отображает значение заданной частоты. При этом частота задается при нажатии кнопки **Задание** или изменяется при помощи кнопок **Увеличить**, **Уменьшить**.

Параметр частоты может задаваться удаленно в соответствующем режиме управления.

При работе в замкнутом режиме отображается значение контрольного параметра.

3.4.15 Параметр **Текущая частота** отображает текущую выходную частоту ВПЧА.

Если работа ведется в разомкнутом режиме, то при увеличении/снижении частоты вращения двигателя, в связи с отставанием по времени, заданная частота может отличаться от рабочей частоты. После стабилизации частоты, значения вновь становятся равными.

При работе в замкнутом режиме, частота выходного напряжения ВПЧА задается автоматически.

3.4.16 Параметр **Обороты двигателя** отображает расчетную асинхронную скорость двигателя. Допускается отклонение от реальной скорости двигателя.

Единица измерения настоящего параметра - об/мин (r/min)







3.4.17 Параметр **Контрольный параметр** отображает значения различных контрольных параметров, например, давление воздуха, поток жидкости, температуру.

3.4.18 Параметр **Входной ток** отображает действующее значение тока на входе ВПЧА. Единица измерения настоящего параметра – ампер (А).

При отсутствии сигнала с датчика тока отображается 0.

3.4.19 Параметр **Выходной ток** отображает действующее значение тока на выходе ВПЧА.

Единица измерения настоящего параметра – ампер (А).

3.4.20 Параметр **Входное напряжение** отображает действующее значение линейного напряжения на входе ВПЧА.

Единица измерения настоящего параметра – вольт (В).

При отсутствии сигнала с датчика напряжения отображается 0.

3.4.21 Параметр **Выходное напряжение** отображает действующее значение линейного напряжения на выходе ВПЧА.

Единица измерения настоящего параметра – вольт (В).

3.4.22 Параметр **Входная мощность** отображает значение полной мощности потребляемой по входу ВПЧА.

Единица измерения настоящего параметра – кВА (kVA).

3.4.23 Параметр **Выходная мощность** отображает значение полной мощности выдаваемой с выхода ВПЧА в нагрузку.

Единица измерения настоящего параметра – кВА (kVA).

3.4.24 Параметр **Температура в шкафу** отображает значение температуры в шкафу силовых блоков и управления ВПЧА.

Единица измерения настоящего параметра – градус по шкале Цельсия (°C).

3.4.25 В поле **Текущее состояние** отображаются следующие параметры ВПЧА:

- **Время** (текущее время);
- **Время работы** (общее время);
- **Пользователь** (см. пп.3.4.26);
- **ВПЧА №** (серийный номер ВПЧА);
- **Состояние ВПЧА** (см. пп.3.4.27);
- **Авария ВПЧА** (см. пп.3.4.28).

3.4.26 Параметр **Пользователь** показывает допуск текущего пользователя к управлению/настройкам ВПЧА. Для того чтобы получить соответствующий допуск необходимо коснуться кнопки **Вход в систему**, после чего откроется окно для ввода зарегистрированного пароля.

Внешний вид окна для ввода пароля приведен на рисунке 19.

При успешном вводе пароля пользователь будет определен, после чего кнопки управления (правая колонка) будут активизированы.

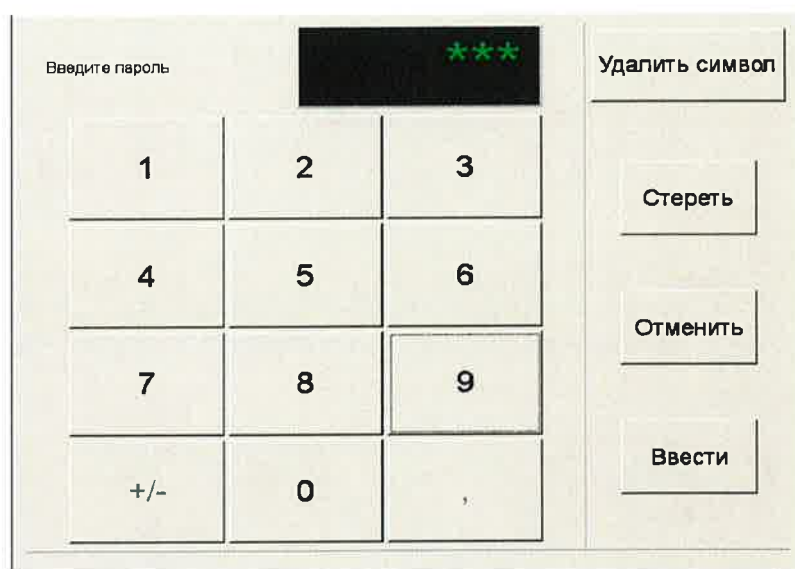


Рисунок 19 – Внешний вид окна для ввода пароля

Внешний вид окна после определения пользователя приведен на рисунке 20.

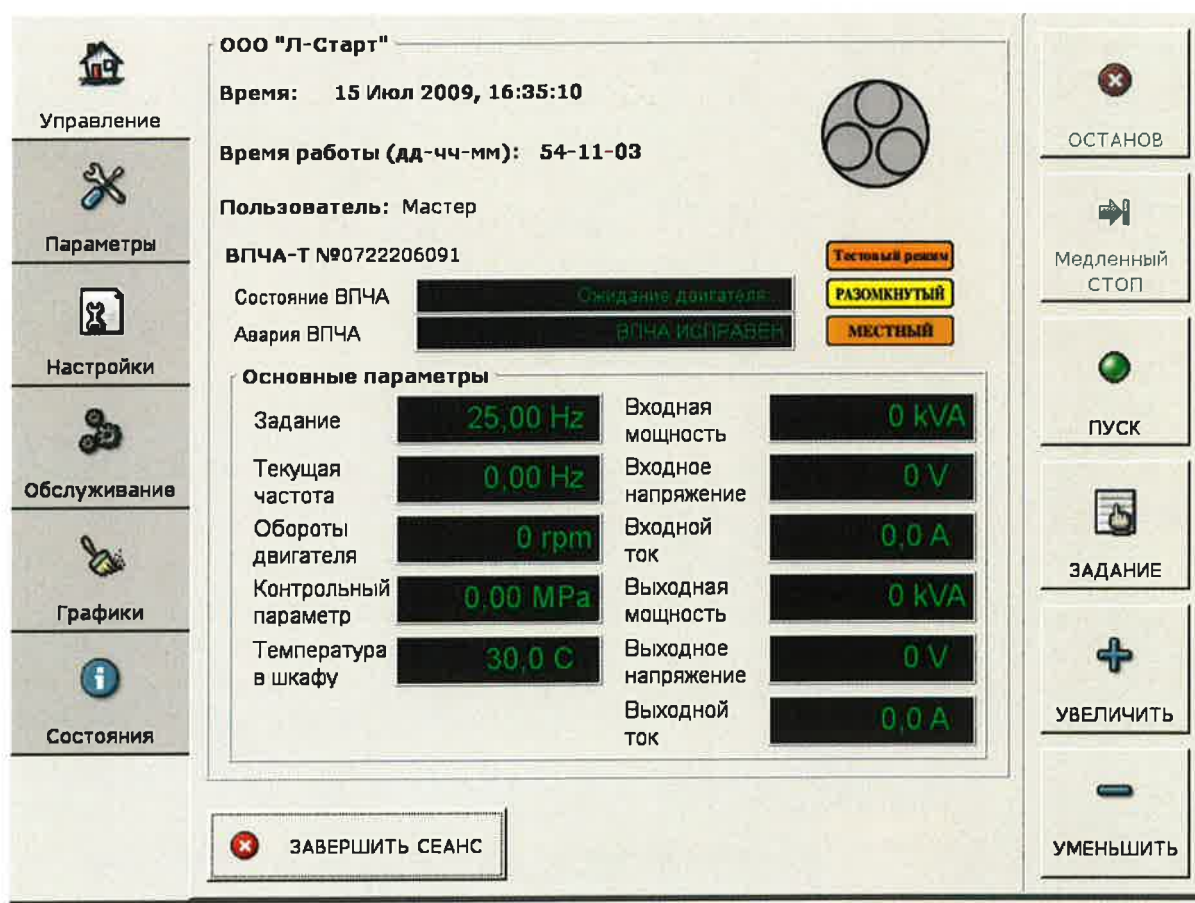


Рисунок 20 – Внешний вид окна после определения пользователя.

Возможные варианты параметра **Пользователь** приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Возможные варианты параметра **Пользователь**

Параметр <b>Пользователь</b>	Описание
Нет пользователей	Запрещено управлять, настраивать
Оператор	Разрешено управлять, запрещено настраивать
Мастер	Разрешено управлять, настраивать

Кнопка **Завершить сеанс** возвращает параметр **Пользователь** в состояние «Нет пользователей».

3.4.27 Параметр **Состояние ВПЧА** показывает текущее состояние ВПЧА.

Возможные варианты параметра **Состояние ВПЧА** приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Возможные варианты параметра **Состояние ВПЧА**

Параметр <b>Состояние ВПЧА</b>	Описание
Ожидание двигателя	ВПЧА готов к работе Высокое входное напряжение есть
Работа ПЧ	ВПЧА в работе Высокое выходное напряжение есть
Свободный останов	Двигатель на выбеге Высокого выходного напряжения нет
Нет высокого напряжения	ВПЧА не готов к работе Нет высокого напряжения на входе ВПЧА
Авария	ВПЧА не готов к работе Произошел аварийный отказ Необходимо устранить неисправность

3.4.28 Параметр **Авария ВПЧА** показывает текущие неисправности ВПЧА.

Возможные варианты параметра **Авария ВПЧА** приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Возможные варианты параметра **Авария ВПЧА**

<b>Параметр Авария ВПЧА</b>	<b>Описание</b>
Внешняя неисправность	Нажата кнопка «Отключить высокое напр.» на панели управления ВПЧА или пришел внешний сигнал неисправности на клеммы ВПЧА
Выпадение сигнала задания или обратной связи	Аналоговый сигнал 4-20 мА Задания или обратной связи стал меньше допустимого значения
Превышение выходного тока ВПЧА	Выходной ток ВПЧА более 150% от номинального значения
Серьезная неисправность силового блока	Силовой блок ВПЧА имеет неисправность несовместимую с дальнейшей работой ВПЧА
Перегрев трансформатора ( $\geq 150^{\circ}\text{C}$ )	Высоковольтный трансформатор ВПЧА нагрет выше допустимого значения $150^{\circ}\text{C}$
Перегрев шкафа силовых блоков ( $\geq 60^{\circ}\text{C}$ )	В шкафу силовых блоков ВПЧА температура выше допустимого значения $60^{\circ}\text{C}$
Нет связи с Controller	Неисправна связь с внутренним оборудованием ВПЧА (Controller)
Нет связи с PLC	Неисправна связь с внутренним оборудованием ВПЧА (PLC)
Пропадание главного источника питания	Высокое входное напряжение пропало на время более допустимого
<b>Отказ ВПЧА</b>	<b>Описание</b>
Перегрузка двигателя	Выходной ток ВПЧА превышает на заданный процент от номинального значения более заданного времени
Высокая температура в шкафу силовых блоков ( $\geq 55^{\circ}\text{C}$ )	Повышенная температура в шкафу силовых блоков и управления ВПЧА. Неэффективная работа системы вентиляции в шкафу силовых блоков и управления ВПЧА. Дальнейшая работа ВПЧА разрешена
Выпадение сигнала задания или обратной связи	Аналоговый сигнал 4-20 мА Задания или обратной связи стал меньше допустимого значения, удерживается последнее значение
ВПЧА ИСПРАВЕН	Неисправностей ВПЧА нет

При появлении аварии ВПЧА происходит мгновенное отключение питания электродвигателя и на экране терминала появляется транспарант красного цвета с описанием текущей неисправности.

При появлении отказа ВПЧА, отключение питания не происходит, а на экране появляется транспарант желтого цвета с описанием текущей неисправности.

3.4.29 Под мнемосхемой двигателя (см. рисунки 18 и 20) расположены поля, показывающие наименование текущего режима работы ВПЧА.

**Рабочий режим** - означает, что ВПЧА находится в рабочем режиме (нормальная работа).

**Тестовый режим** – означает, что ВПЧА находится в тестовом режиме работы. Запрещена подача высокого напряжения. Идет имитация рабочего режима.

**Разомкнутый** – означает, что тип управления выбран «Разомкнутый». Без обратной связи по технологическому параметру.

**Замкнутый** – означает, что тип управления выбран «Замкнутый». С обратной связью по технологическому параметру.

**Местный** – означает, что режим управления выбран «Местный». Все удаленное управление запрещено.

**Удаленный** – означает, что режим управления выбран «Удаленный». Управление и настройка параметров с помощью терминала запрещены.

### 3.5 Настройка режимов

3.5.1 При нажатии кнопки **Настройки**, открывается окно настройки режимов работы ВПЧА. Внешний вид окна **Настройки** приведен на рисунке 21.







 Управление	Режим настройки	Тип управления	Режим управления	Системный байпас
	<input checked="" type="radio"/> Рабочий режим <input type="radio"/> Тестовый режим	<input checked="" type="radio"/> Разомкнутый <input type="radio"/> Замкнутый	<input checked="" type="radio"/> Местный <input type="radio"/> Удаленный	<input type="radio"/> Выключено <input checked="" type="radio"/> Включено 1 <input type="radio"/> Включено 2
 Параметры	Канал Задания		Канал Обр. Связи	Блокировка меню <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;">Выключено</div>
	<input checked="" type="radio"/> Аналоговый 4-20мА <input type="radio"/> Цифровой <input type="radio"/> Ступенчатый		<input checked="" type="radio"/> Аналоговый 4-20мА <input type="radio"/> Цифровой	
 Настройки				
 Обслуживание				
 Графики				
 Состояния	Управление от АСУ <input checked="" type="radio"/> Выключено <input type="radio"/> Включено	Переключение на сеть <input type="radio"/> Не используется <input checked="" type="radio"/> По умолчанию <input type="radio"/> Разгон с остановом ПЧ <input type="radio"/> Синхронное		

Рисунок 21 – Внешний вид окна «Настройки».

3.5.2 Поле **Режим настройки** предназначено для подготовки системы к настройке. После выбора одного из ниже перечисленных режимов, система позволяет оператору вводить данные и настраивать систему без подачи высокого напряжения:

- **Рабочий режим** в большинстве случаев указывается по умолчанию, и подразумевает под собой стандартное управление силовыми блоками и их защитой;
- **Тестовый режим** позволяет осуществить основную настройку программного обеспечения ВПЧА вне зависимости от состояния силовых блоков, их наличия и поданного высокого напряжения. В режиме настройки автоматически блокируется функция включения высокого напряжения.

3.5.3 Поле **Тип управления** используется для выбора разомкнутого или замкнутого режима работы ВПЧА.

**Разомкнутый** параметр опции указывается по умолчанию. При выборе этого параметра частота работы ВПЧА задается непосредственно через главное меню или с внешнего пульта управления.

При выборе параметра **Замкнутый** оператор может устанавливать и настраивать ожидаемое значение контрольных технологических параметров (например, давление, температуру). ВПЧА должен регулировать выходную частоту автоматически, на основании сравнения фактических и ожидаемых значений технологических параметров **PID – регулятора** (ПИД), тем самым, приводя значения контрольных параметров к ожидаемым.

3.5.4 Поле **Режим управления** предназначено для задания типа управления ВПЧА в виде местного режима или удаленного.

При выборе опции **Местный** разрешается управление ВПЧА с его терминала, изменение параметров, настроек при остановленном двигателе.

Все удаленное управление запрещено.

При выборе опции **Удаленный** оператор разрешает удаленное управление ВПЧА.

Управление и настройка параметров с помощью терминала запрещены.

3.5.5 Поле **Управление от АСУ** предназначено для разрешения или запрещения управления и настройки ВПЧА от удаленной АСУ.

При выборе опции **Выключено** для удаленной АСУ запрещено управление и настройка ВПЧА.

При выборе опции **Включено** для удаленной АСУ разрешено управление и настройка ВПЧА.

3.5.6 Поле **Переключение на СЕТЬ** предназначено для выбора способа переключения двигателя с ВПЧА на СЕТЬ.

При выборе опции **Не используется** функция переключения на СЕТЬ отключена.

При выборе опции **По умолчанию** алгоритм переключения на СЕТЬ следующий: при поступлении данной команды, ВПЧА разгоняет двигатель до частоты переключения на СЕТЬ и устанавливает соответствующее реле (и соответствующий регистр).

При выборе опции **Разгон с остановом ПЧ** алгоритм переключения на СЕТЬ следующий: при поступлении данной команды ВПЧА разгоняет двигатель до частоты переключения на СЕТЬ, снимает высокое напряжение с двигателя, выдерживается заданная временная пауза и устанавливает соответствующее реле (и соответствующий регистр).

3.5.7 Поле **Канал Задания** предназначен для выбора канала Задания при удаленном

управлении.

При выборе опции Аналоговый 4 – 20мА каналом Задания для ВПЧА является аналоговый 4-20 мА.

При выборе опции Цифровой каналом Задания для ВПЧА является Цифровой от удаленной АСУ (RS-485).

При выборе опции Ступенчатый каналом Задания для ВПЧА является Ступенчатый (Сухие контакты).

3.5.8 Поле Канал Обр.Связи предназначен для выбора канала обратной связи при удаленном управлении.

При выборе опции Аналоговый 4 – 20мА каналом обратной связи для ВПЧА является аналоговый 4-20 мА.

При выборе опции Цифровой каналом обратной связи для ВПЧА является Цифровой от удаленной АСУ (RS-485).

3.5.9 Поле Системный байпас предназначено для установки количества силовых блоков, для которых разрешается включение «байпаса».

Возможные количественные варианты – 0; 1; 2.

При возникновении неисправностей одного из силовых блоков (например, выгорание предохранителя, перегрев, неисправности IGBT-транзисторов), при которых силовой блок не может продолжать функционировать, для целей продолжения работы ВПЧА автоматически включается функция «байпас» данного силового блока и двух силовых блоков других фазных групп. Эти группы работают с ним в одном уровне. В этом случае также подается сигнал о неисправности. В связи с тем, что количество силовых блоков на фазу уменьшилось, снижается выходное напряжение, что приводит к занижению мощности, вырабатываемой ВПЧА.

Для преобразователя частоты на напряжение 6 кВ при отключении одного уровня силовых блоков номинальное выходное напряжение и номинальная выходная мощность снижаются примерно на 20%. Ниже описываются возможные варианты количества установки силовых блоков:

а) 0: установленное данное количество силовых блоков означает, что функция «байпаса» силовых блоков отключена. При возникновении неисправностей в одном из силовых блоков ВПЧА происходит моментальное отключение выходного напряжения, а двигатель будет останавливаться самостоятельно, или же двигатель будет переключен на сеть, что позволит не останавливать его работу (при включенной функции байпаса системы);

б) 1: данное количество означает установку одного силового блока с функцией «байпаса». Если при разрешении «байпаса» одного силового блока неисправности возникнут еще в одном блоке, то система управления ВПЧА заблокирует выходы и отключит преобразователь частоты;

в) 2: это максимально допустимое количество блоков, для которого возможен байпас.

3.5.10 Кнопка **Блокировка меню** предназначена для блокирования доступа ко всем элементам управления и настройки. В положении «Выключено» доступ разрешен, в положении «Включено» доступ запрещен.

### 3.6 Параметры

3.6.1 При нажатии кнопки **Параметры**, открывается окно с параметрами ВПЧА. Внешний вид окна **Параметры** приведен на рисунке 22.

	ВПЧА	Двигатель	ПИД	Ввод	Вывод	Прочее
Управление	ВПЧА					
Параметры	Базовая частота	50,00 Hz	Базовое напряжение ПЧ	5900 В		
Настройки	Стартовая частота	0,20 Hz	Номинальный ток ПЧ	230,0 А		
Обслуживание	Минимальная частота	25,00 Hz	Коэф. измер. входного тока	200		
Графики	Максимальная частота	50,00 Hz	Коэф. огранич. тока ПЧ	140 %		
Состояния	Перех. на ниж. огр. частоты 1	19,10 Hz	Время ускорения	5,0 s		
	Перех. на верх. огр. частоты 1	19,15 Hz	Время торможения	5,0 s		
	Перех. на ниж. огр. частоты 2	19,60 Hz	Повышение момента ПЧ	0 %		
	Перех. на верх. огр. частоты 2	19,65 Hz	Частота перекл. на сеть	51,50 Hz		

Рисунок 22 – Внешний вид окна «Параметры»

3.6.2 Для сохранения измененных текущих данных необходимо нажать кнопку **Сохранить на флэш**, а для загрузки сохраненных данных - **Загрузить на флэш**

3.6.3 Если ВПЧА находится в рабочем состоянии или установлен режим удаленного управления, изменять параметры ВПЧА нельзя.

3.6.4 Вводимые данные о ВПЧА индицируются в окне, которое появляется при нажатии кнопки с соответствующим параметром. После того как внесены все изменения, для сохранения данных, необходимо нажать кнопку **Сохранить на флэш**, для выхода без сохранения изменений необходимо перейти на любую другую закладку. После сохранения новых данных





система будет работать с учетом внесенных изменений.

3.6.5 Интерфейс меню ввода имеет следующие наименования параметров настройки:

- ВПЧА ;
- Двигатель ;
- ПИД ;
- Ввод;
- Вывод;
- Прочее .

3.6.6 **Базовая частота** - значение частоты, с которой работает ВПЧА при задании базового напряжения. В поле, расположенном напротив указанного параметра необходимо задать частоту источника питания, которая указана на двигателе.

Диапазон возможных значений: от 10,00 до 100,00 Гц, точность ввода - 0,01 Гц.

По умолчанию установлена частота 50 Гц.

3.6.7 **Базовое напряжение ПЧ** - значение напряжения, при котором двигатель работает с номинальной частотой. В поле, расположенном напротив указанного параметра, необходимо задать напряжение источника питания, которое указано на двигателе.

В ВПЧА-Т-06/096-УХЛ4, рассчитанным на 6 кВ, по умолчанию установлено значение 6000 В.

При работе ВПЧА с частотой выше базового значения выходное напряжение остается неизменным и равняется базовому значению напряжения.

График зависимости выходного напряжения от выходной частоты приведен на рисунке 23.

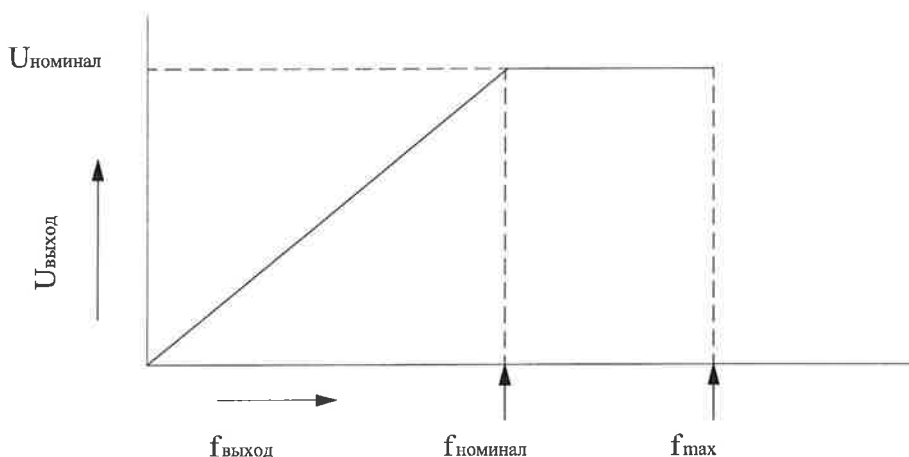


Рисунок 23 – График зависимости выходного напряжения от выходной частоты

3.6.8 **Стартовая частота** - значение частоты, с которой начинается пуск ВПЧА.

3.6.9 **Номинальный ток ПЧ** - устанавливается из паспортных данных ВПЧА.

3.6.10 **Коэф. измер. входного тока** - устанавливается из паспортных данных ВПЧА.

3.6.11 **Коэф. огранич. тока ПЧ** - максимальное значение номинального тока ВПЧА.

Принимается за 100%.

Диапазон установок составляет от 10 до 150. Данное значение установлено по умолчанию – 100%.

При превышении выходным током указанного ограничения система управления ВПЧА автоматически снижает выходную частоту и ток, при этом фактическая выходная частота ВПЧА-Т-06/096-УХЛ4 может не совпадать с заданной частотой. Когда значение выходного тока вернется в допустимые пределы, выходная частота также вернется к заданному уровню.

**ВНИМАНИЕ:** В ПРОЦЕССЕ РАЗГОНА ИЛИ ПРИ РЕЗКОМ УВЕЛИЧЕНИИ НАГРУЗКИ, ПРИ СЛИШКОМ КОРОТКОМ ВРЕМЕНИ РАЗГОНА ИЛИ ПРИ СЛИШКОМ БОЛЬШОМ УВЕЛИЧЕНИИ МОМЕНТА ВОЗМОЖНО СРАБАТЫВАНИЕ ЗАЩИТЫ ОТ ПРЕВЫШЕНИЯ ТОКА.

3.6.12 **Минимальная частота** - минимальное значение рабочего участка выходной частоты ВПЧА, является ограничением по заданию выходной частоты.

Диапазон значений от 0,01 до 60,00 Гц. Точность установки - 0,01 Гц.

По умолчанию установлено значение 2,00 Гц.

3.6.13 **Максимальная частота** - максимальное значение рабочего участка выходной частоты ВПЧА, является ограничением по заданию выходной частоты.

Диапазон значений: от 0,50 до 60,00 Гц. Точность установки - 0,01 Гц.

По умолчанию установлено значение 50 Гц.

Соотношение минимальной, максимальной и заданной частоты приведено на рисунке 24.

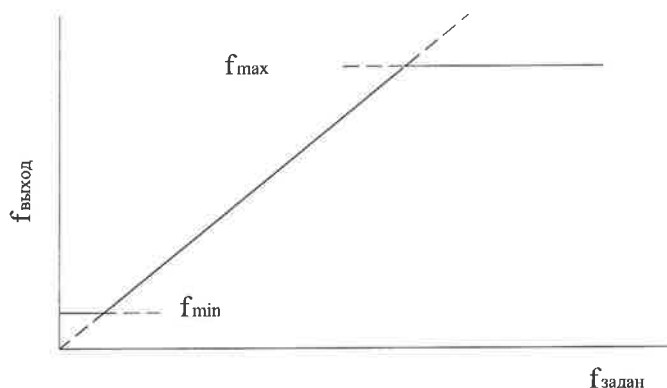


Рисунок 24 - Соотношение минимальной, максимальной и заданной частоты.

При попытке указать превышающее максимальное значение частоты (в том числе при цифровом задании данных и задании от входных цепей управления) система управления автоматически снизит его до максимального значения частоты. Аналогичным образом, частота ниже допустимой будет автоматически увеличена до минимального значения. Это необходи-

мо для того, чтобы избежать ошибок в работе ВПЧА и для предотвращения превышения возможностей оборудования и выхода его из строя. При этом, максимальное значение частоты не должно быть ниже минимального.

3.6.14 **Время ускорения** - время разгона двигателя из статического состояния до работы на базовой частоте.

Диапазон настроек: от 1 до 1600 с. Точность установки - 1с.

По умолчанию установлено 100 с.

**ВНИМАНИЕ:** ЕСЛИ ВРЕМЯ РАЗГОНА БУДЕТ СЛИШКОМ МАЛО, ТО ЗНАЧЕНИЕ ТОКА НА ВЫХОДЕ ИЗ ВПЧА МОЖЕТ БЫТЬ ЗАВЫШЕНО, ЧТО ПРИВЕДЕТ К СРАБАТЫВАНИЮ ФУНКЦИИ ОГРАНИЧЕНИЯ ТОКА, И РЕАЛЬНОЕ ВРЕМЯ ПУСКА МОЖЕТ ПРЕВЫСИТЬ ЗАДАННОЕ.

3.6.15 **Время торможения** - время торможения двигателя с базовой частоты до полного останова.

Диапазон настроек: от 1 до 1600 с. Точность установки - 1с.

По умолчанию установлено 100 с.

**ВНИМАНИЕ:** ЕСЛИ ВРЕМЯ ТОРМОЖЕНИЯ БУДЕТ СЛИШКОМ МАЛО, ТО ЭТО МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЮ ВПЧА.

3.6.16 **Повышение момента ПЧ** - опция означает, что повышение выходного напряжения в пределах соответствующей частоты для увеличения момента двигателя при работе на малой скорости устанавливается в пределах от 0 до 15.

При установке значения «0» момент не повышается, а при установке значения «15» момент будет увеличиваться максимально быстро.

Увеличение момента на графике зависимости  $U_{\text{вых}}$  от  $F_{\text{вых}}$  приведено на рисунке 25.

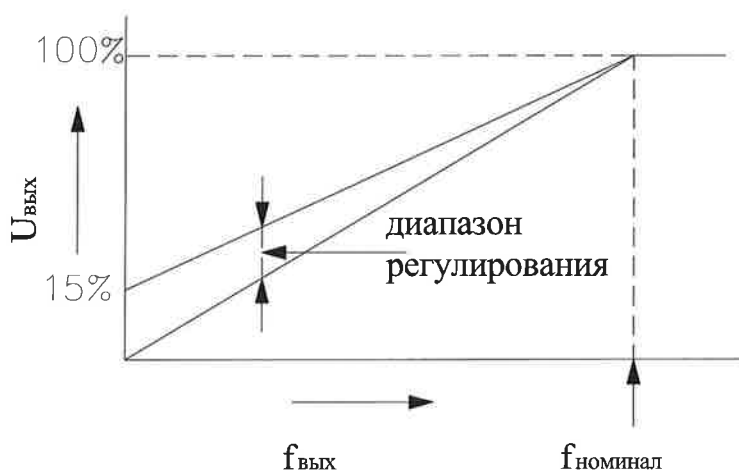
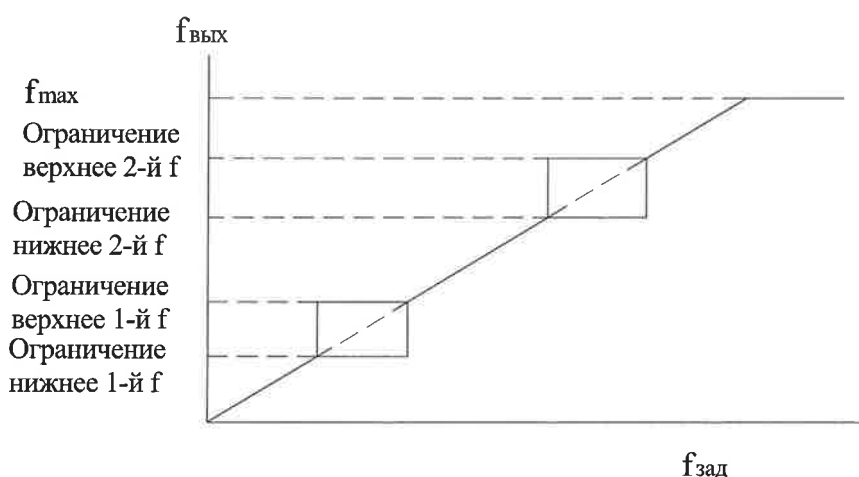


Рисунок 25 – Увеличение момента на графике зависимости  $U_{\text{вых}}$  от  $F_{\text{вых}}$

**ВНИМАНИЕ:** ЕСЛИ УВЕЛИЧЕНИЕ МОМЕНТА БУДЕТ СЛИШКОМ ВЕЛИКО, ТО ЗНАЧЕНИЕ ТОКА НА ВЫХОДЕ ВПЧА МОЖЕТ БЫТЬ ЗАВЫШЕНО, ЧТО ПРИВЕДЕТ К СРАБАТЫВАНИЮ ФУНКЦИИ ОГРАНИЧЕНИЯ ТОКА.

3.6.17 **Перех. на верх. огр частоты 1**, **Перех на ниж огр частоты 1**, **Перех. на верх. огр. частоты 2**, **Перех на ниж. огр. частоты 2** - в диапазоне значений рабочей частоты возможны ее значительные колебания. Для предотвращения данной проблемы в ВПЧА-Т-06/096-УХЛ4 задаются две ограниченные зоны колебаний частоты. Исключение составляют процесс пуска, разгона и торможения двигателя, во время которых частота не ограничивается пределами зон.

Границы колебаний частоты на графике зависимости выходной частоты от заданной приведены на рисунке 26.



Ограничение верхнее  $f$  – верхняя граница зоны колебаний частоты.

Ограничение нижнее  $f$  – нижняя граница зоны колебаний частоты.

Рисунок 26 - Границы колебаний частоты на графике зависимости выходной частоты от заданной

Если верхняя граница колебаний равна нижней границе колебаний, то данная функция отсутствует.

Диапазон значений от 2,00 до 60,00 Гц. Частота устанавливается с точностью 0,01 Гц.

Если значение заданной частоты находится в пределах зоны колебаний, выходная частота ВПЧА автоматически настраивается в пределах зоны колебаний.

3.6.18 **Частота перекл. на СЕТЬ** - диапазон значений от 2,00 до 60,00 Гц.

Точность установки - 0,01 Гц.

После получения команды переключения двигателя на СЕТЬ ВПЧА разгоняет двигатель до данной частоты.

3.6.19 Данные о двигателе отображаются на вкладке **Двигатель**.

Внешний вид вкладки «Двигатель» приведен на рисунке 27.

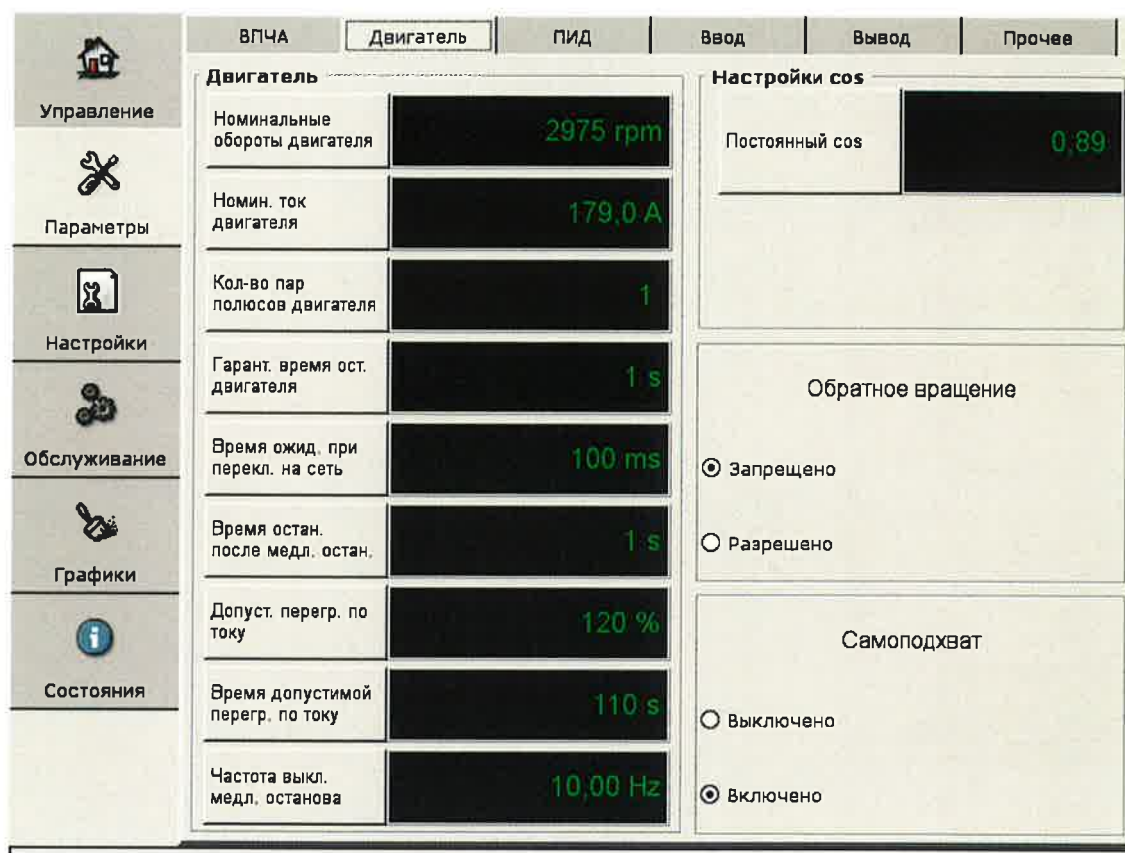


Рисунок 27 – Внешний вид вкладки «Двигатель».

3.6.20 **Номинальные обороты двигателя** - номинальные обороты приводного трехфазного высоковольтного двигателя. Указываются данные синхронной скорости двигателя.

3.6.21 **Кол-во пар полюсов двигателя** - количество пар полюсов приводного трехфазного высоковольтного двигателя. Указываются данные, которые имеет двигатель.

3.6.22 **Номин. ток двигателя** - номинальный ток приводного трехфазного высоковольтного двигателя. Указываются данные, которые имеет двигатель.

При первом запуске двигателя, в особенности, если его номинальная мощность ниже номинальной мощности преобразователя частоты, данный параметр необходимо указать, чтобы обеспечить защиту двигателя от превышения тока со стороны ВПЧА.

3.6.23 **Гарант. время ост. двигателя** - время за которое останавливается двигатель в сцепленном с механизмом состоянии.

3.6.24 **Время ожид. при перекл. на сеть** – временная пауза необходимая до переключения на СЕТЬ.

3.6.25 **Время остан. после медл. остан.** – временная пауза необходимая для блокирования повторного пуска после выполнения команды «Медленный останов».

3.6.26 **Допуст. перегр по току** - указывается в диапазоне от 10 до 150%.

Допустимая перегрузка от номинального тока двигателя.

При превышении в течение заданного времени срабатывает защита по перегрузке двигателя.

3.6.27 **Время допустимой перегр. по току** – указывается время допустимой перегрузки по току для двигателя в диапазоне от 1 до 1000 с.

3.6.28 **Частота выкл. медл. останова** – указывает на какой частоте, при медленном останове, с электродвигателя снимется питающее напряжение и двигатель продолжает останов на выбеге.

3.6.29 **Постоянный cos** – следует внести данные cos  $\phi$  из паспортных данных на двигатель.

3.6.30 **Обратное вращение** – следует выбрать из предложенных вариантов.

Разрешение на обратное вращение разрешает задавать отрицательную частоту.

3.6.31 **Самоподхват** – при необходимости этой функции требуется активизировать её.

Функция позволяет производить автоматический подхват на выбеге электродвигателя с выводом на заданную частоту вращения.

3.6.32 Данные о PID-регуляторе (ПИД) отображаются на вкладке «ПИД».

Внешний вид вкладки «ПИД» приведен на рисунке 28.

Данные настройки действительны только при выборе замкнутого режима работы. Описание правил выбора и назначений параметров приведены в п. 3.6.33.

Параметр	Значение
Пропорцион. коэф.	1,00
Интегральный коэф.	6,2
Дифференц. коэф.	0,0
Шаг ПИД регулятора	1,500 сек

Рисунок 28 – Внешний вид вкладки «ПИД».

3.6.33 Задачей работы PID-регулятора является компенсация рассогласования между заданием  $P_z$  и контрольным параметром  $P$ , посредством вариаций текущей частоты  $f$ . Для этого через интервал времени  $T_s$  производится коррекция текущей частоты  $f$  на величину  $\Delta f$ , вычисляемую по формуле:

$$\Delta f = K_p \cdot (P_z - P) + (K_i \cdot S_i - f) + K_d \cdot [(P_z - P) - (P_z - P_{old})] / T_s,$$

где  $K_p$  – пропорциональный коэффициент;

$K_i$  – интегральный коэффициент;

$K_d$  – дифференциальный коэффициент;

$S_i$  – сумма рассогласований;

$(P_z - P)$  – текущее рассогласование контрольного параметра;

$(P_z - P_{old})$  – предыдущее рассогласование контрольного параметра;

Сумма рассогласований  $S_i$  рекуррентно уточняется через каждый интервал  $T_s$  по формуле:

$$S_i = S_i + (P_z - P)$$

Рекуррентное накопление суммы рассогласований не производится, если расчетная скорость увеличения/уменьшения частоты  $\Delta f / T_s$  превосходит возможности ВПЧА ограниченные параметрами времени разгона/ торможения. Кроме того, для ограничения интегрального перерегулирования, значение  $S_i$  оперативно изменяется (ускорение рекурсии) если знаки выражений  $(K_i \cdot S_i - f)$  и  $(P_z - P)$  различны. Значение  $S_i$  инициализируется при каждом переходе в замкнутый режим работы ВПЧА по формуле  $S_i = f / K_i$ , что разрешает переключения замкнутого/разомкнутого режимов регулирования частоты без остановки управляемого двигателя.

3.6.34 Рекомендации по начальному выбору значений коэффициентов регулятора:

$T_s$  – шаг PID-регулятора. Допустимый диапазон: от 0,1 до 3000. Рекомендуемое значение – не менее 1,5 с, что соответствует времени отклика ВПЧА.

Большие значения рекомендуется использовать при длительных откликах системы на изменение частоты питания двигателя (высокий момент инерции на валу двигателя, процессы теплопереноса, изменение расхода воды в магистрали высокой емкости и т.п.).

$K_p$  – пропорциональный коэффициент. Диапазон: от 0,00 до 300.

$K_i$  – интегральный коэффициент. Диапазон: от 0,1 до 3000.

Пропорциональный и интегральный коэффициенты должны быть достаточно малы, чтобы исключить режим генерации колебаний контрольного параметра. Для этого должно выполняться условие:

$$(K_p + K_i) < df/dP,$$

где  $dP$  – изменение контрольного параметра, выраженное в единицах, указанных в поле «контрольный параметр» на панели управления ВПЧА;

$df$  – изменение частоты питающего напряжения в Герцах, соответствующее изменению контрольного параметра на величину  $dP$ .

Определить величину  $df/dP$  можно экспериментально, или теоретическим расчетом.

Для экспериментального определения значения  $df/dP$ , следует изменить частоту питающего напряжения в разомкнутом режиме управления, зафиксировать соответствующее изменение контрольного параметра и разделить заданное изменение частоты на измеренное изменение контрольного параметра. Следует учитывать, что значение  $df/dP$  может быть



различным, в различных рабочих точках системы.

Например, при регулировке давления в магистрали сетевой воды одним из группы сетевых насосов, значение  $df/dP$  будет минимально при работе одного насоса на максимальной частоте и при максимальном давлении в магистрали.

Экспериментальное значение следует оценивать в режиме, когда значение  $df/dP$  минимально. В противном случае, завышенное значение суммы  $(K_p + K_i)$  приведет к возникновению колебаний контролируемого параметра в режиме с минимальным значением  $df/dP$ .

Возможность теоретического расчета значения  $df/dP$  зависит от наличия математической модели системы.

Например, для одиночного сетевого насоса, развиваемый перепад давления  $\Delta P$  зависит от частоты  $f$  и текущего значения расхода  $Q$  следующим образом:

$$\Delta P = K_f \cdot f^2 + K_q \cdot Q^2,$$

где  $K_f$  и  $K_q$  – постоянные коэффициенты, причем:

$$K_f = \Delta P_{50} / (50 \text{ Гц})^2,$$

где  $\Delta P_{50}$  – развиваемый насосом перепад давления при работе на частоте 50 Гц на закрытую напорную задвижку (без расхода).

Можно показать, что минимальное значение  $df/dP$  достигается при работе насоса на максимальной частоте в безрасходном режиме, тогда:

$$df/dP \geq 1 / (2 \cdot K_f \cdot 50 \text{ Гц}),$$

то есть  $df/dP \geq 25 / \Delta P_{50}$ .

Сумма  $(K_p + K_i)$  выбирается по значению  $df/dP$  с коэффициентом запаса. Коэффициент запаса рекомендуется принять равным двум  $((K_p + K_i) = (df/dP)/2)$ . Интегральный коэффициент рекомендуется принимать значительно больше или равным пропорциональному, чтобы эффективно использовать описанный выше алгоритм подавления перерегулирования.

$K_d$  – дифференциальный коэффициент. Допустимый диапазон: от 0,0 до 3000.

Рекомендуемое значение в большинстве случаев – 0.

### 3.6.35 Рекомендации по наладке работы регулятора.

Наладка регулятора заключается в проверке и оптимизации начальных значений коэффициентов по устойчивости / быстродействию системы регулирования и по величине перерегулирования. Наладка производится в три этапа:

- оценивается устойчивость системы в стационарном режиме. Для этого регулируемый агрегат вводится в работу с разомкнутой цепью обратной связи (ручным управлением задания частоты), после чего ВПЧА переводится в замкнутый режим работы. Регулятор подхватывает текущее значение контрольного параметра в качестве задания и пытается поддерживать контрольный параметр на уровне задания. Если выбранные значения коэффициентов регулятора оказались завышены, из-за небольших естественных флуктуаций контрольного параметра начинается нарастающее «качание» контрольного параметра около задания. В этом случае нужно вернуться в разомкнутый режим управления, восстановить требуемое значение контрольного параметра ручным подбором задания частоты, уменьшить значения коэффициентов регулятора  $K_p$ ,  $K_i$  в четыре раза и повторить попытку включения замкнутого режима. Процесс следует повторять до получения удовлетворительного уровня колебаний контрольного параметра, без явно выраженной периодичности колебаний. Если период колебаний превосходит величину  $4 \cdot T_s$ , то можно попытаться погасить колебания увеличением значения

$T_s$ , но это вызовет увеличение перерегулирования и (возможно) повлечет за собой необходимость снижения времен разгона и торможения в настройках параметров двигателя.

- оценивается запас устойчивости регулятора. Для этого коэффициенты  $K_p$ ,  $K_i$  временно увеличиваются в два раза, и проверяется отсутствие явного увеличения размаха естественных колебаний контрольного параметра. После эксперимента, значения коэффициентов восстанавливаются, или корректируются в сторону уменьшения. Следует учитывать, что изменение интегрального коэффициента  $K_i$  вызывает пропорциональный «скачок» контрольного параметра, поэтому изменять значение  $K_i$  следует только в разомкнутом режиме управления. Двукратный запас устойчивости обычно достаточен для текущего режима работы, но, при смене режима работы (для сетевых насосов это снижение общего расхода из магистрали, или повышение рабочего давления в магистрали) следует повторять оценку запаса устойчивости регулирования.

- оценивается величина перерегулирования при переходных процессах. Для этого следует включить двигатель агрегата в замкнутом режиме регулирования, при установленном задании контрольного параметра чуть большем текущего значения контрольного параметра. Если величина перерегулирования высока, ее можно сократить, уменьшая значения  $K_p$ ,  $K_i$  (одновременно уменьшается быстродействие регулятора), или увеличивая значение времени разгона ВПЧА.

Наладка считается оконченной при удовлетворительной работе регулятора во всех режимах работы регулятора. Как правило, ситуация на объекте не позволяет одновременно проверить работу регулятора во всех технологических режимах, по этому процесс наладки может длиться в течении года. В результате наладки может обозначиться необходимость варьировать значения коэффициентов в зависимости от сезонного режима работы, или от какого-либо технологического параметра. В этом случае, коэффициенты регулятора должны быть введены в режимную карту.

3.6.36 Данные о сигналах управления по входным цепям отображаются на вкладке **Ввод**.

Внешний вид вкладки **Ввод** приведен на рисунке 29.

	ВПЧА	Двигатель	ПИД	Ввод	Вывод	Прочее
<div>Управление</div> <div>Параметры</div> <div>Настройки</div> <div>Обслуживание</div> <div>Графики</div> <div>Состояния</div>	<b>Настройки тока</b>			<b>Настройки контрольного параметра</b>		
	Мин. значение Задания	4,00 mA		Минимум контр. параметра	0,00 MPa	
	Макс. значение Задания	18,00 mA		Макс. контр. параметра	2,50 MPa	
	Граница выпад. Задания	0,00 mA		<b>Настройки фильтра</b>		
	Мин. значение ОС	4,00 mA		Пост. времени фильтра Задания	1000 mS	
	Макс. значение ОС	20,00 mA		Пост. времени фильтра ОС	1000 mS	
	Граница выпадения ОС	0,00 mA		Аварийное выкл. токового сигн. <input checked="" type="radio"/> Нет <input type="radio"/> Да		
				Время выпад. токового сигн. АСУ	1,0	

Рисунок 29 - Внешний вид вкладки «Ввод».

3.6.37 Поле **Настройки тока**.

Настройка аналоговых каналов задания и обратной связи (ОС)

Параметры аналогового входа задания и обратной связи 4..20 мА.

**Мин. значение Задания** – минимальное значение тока, воспринимаемое ВПЧА как задание. Привязано в разомкнутом режиме управления к минимально допустимой выходной частоте ВПЧА, а в замкнутом режиме - к минимально заданному контрольному параметру.

**Макс. значение Задания** - максимальное значение тока воспринимаемое ВПЧА как задание. Привязано в разомкнутом режиме к максимально допустимой выходной частоте ВПЧА, а в замкнутом режиме к максимальному значению заданного контрольного параметра.

**Граница выпад Задания** – ниже данного тока задания считается как неисправность канала управления. ВПЧА переходит в Аварийный режим, высокое напряжение снимается с двигателя и ВПЧА.

**Мин. значение ОС** – минимальное значение тока обратной связи ниже, которого уже не воспринимается ВПЧА.

**Макс. значение ОС** – максимальное значение тока обратной связи выше, которого уже не воспринимается ВПЧА.

**Граница выпадения ОС** – ниже данного тока обратной связи считается как неисправность канала управления. ВПЧА переходит в Аварийный режим, высокое напряжение снимается с двигателя и ВПЧА.

3.6.38 Поле **Настройки контрольного параметра**.

**Минимум контр. параметра** – минимальное значение контрольного параметра допустимого для управления ВПЧА.

**Макс. контр. параметра** – максимальное значение контрольного параметра допустимого для управления ВПЧА.

3.6.39 Поле **Настройки фильтра** (цифровой фильтр).

**Пост. времени фильтра Задания** - устанавливается опытным путем по количеству и типу возможных помех по каналу задания.

Диапазон значений: от 0,001 до 30,000 с.

**Пост. времени фильтра ОС** – устанавливается опытным путем по количеству и типу возможных помех по каналу ОС. Диапазон значений: от 0,001 до 30,000 с.

3.6.40 Поле **Аварийное выкл. токового сигн.** - следует выбрать из предложенных вариантов.

При выборе опции **Да**, в случае пропадания сигнала задания, происходит мгновенное отключение питания электродвигателя.

При выборе опции **Нет**, в случае пропадания сигнала задания, ВПЧА считает последнее принятое значение задания текущим заданием, и продолжает работать, выдав сообщение об некритическом отказе - **Выпадение сигнала задания**.

3.6.41 Кнопка **Время выпад. токового сигн. АСУ**

**Время выпад. токового сигн. АСУ** - временной интервал, за который ВПЧА помнит последнее корректное значение задания сигнала от АСУ, и в случае выбора опции **Нет** в поле **Аварийное выкл. токового сигн.**, это значение будет использоваться как текущее значение сигнала задания по аналоговому каналу. Диапазон значений: от 0,1 до 10,000 с.

3.6.42 Параметры сигналов по выходным информационным цепям отображаются на вкладке **Вывод**.

Внешний вид вкладки **Вывод** приведен на рисунке 30.

В ВПЧА предусмотрено два канала 4..20 мА для выдачи информационных сигналов по выходным цепям. В поле **Параметры для каналов** можно задать тип выходного сигнала, а в поле **Диапазон каналов** - предельные значения для 4 мА и 20 мА соответственно.

Например: один канал выводит информацию о частоте выходного напряжения ВПЧА (4-20 мА, где уровень 4 мА соответствует минимальной заданной частоте, а 20 мА - максимальной заданной частоте) и выходной ток (4-20 мА, где уровень 4 мА соответствует току 0 А, а 20 мА – 150% от номинального тока ВПЧА).

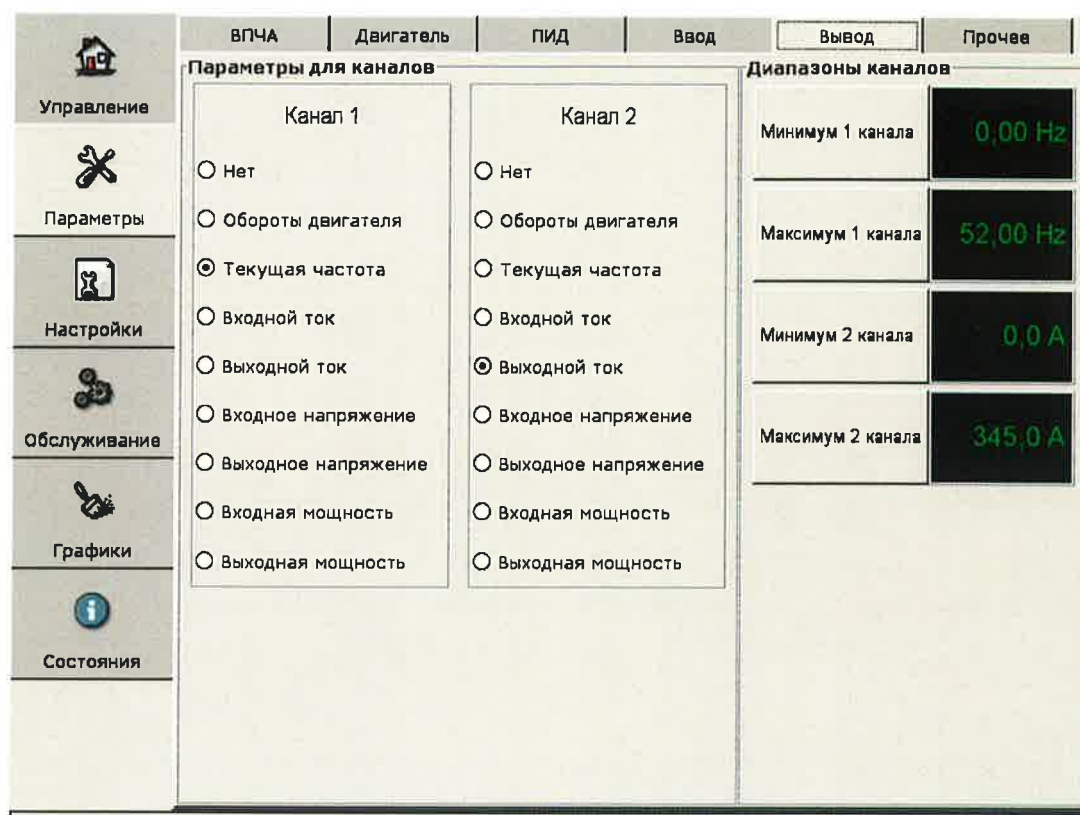


Рисунок 30 - Внешний вид вкладки «Вывод».

3.6.43 Прочие данные отображаются на вкладке **Прочее**.

Внешний вид вкладки **Прочие** приведен на рисунке 31.

В поле **Разное** отображается информация об установке параметров связи с удаленной АСУ.

**Адрес ПЧ** – адрес, по которому будет отвечать данный ВПЧА при работе по протоколу Modbus RTU. Диапазон: от 1 до 31.

**Скорость обмена с АСУ** - скорость обмена с удаленной АСУ выбирается в соответствии с протяженностью линии, наличием помех на линии, физической реализацией линии.

**Степень 1,2,3,4,5** – установка ступеней скорости для ступенчатого управления. Все ступени должны находиться в разрешенном диапазоне регулирования частоты ВПЧА.

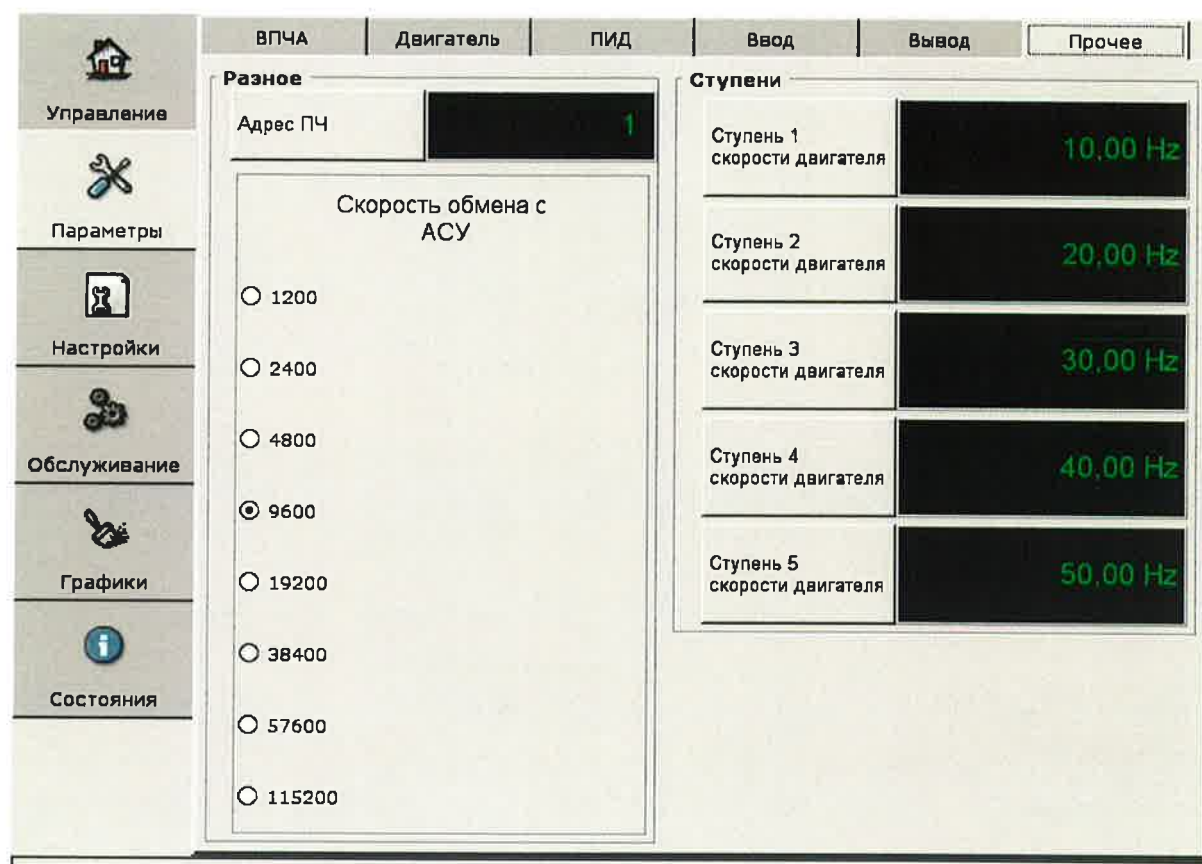


Рисунок 31 – Внешний вид вкладки «Прочее».

3.6.44 Окно **Состояние** имеет поле **Информация о силовых блоках**, **Состояния** и кнопку **Журнал аварий**.

Внешний вид окна **Состояние** приведен на рисунке 32.

В поле **Информация о силовых блоках** – отображается информация о текущем состоянии силовых блоков.

В поле **Состояния** - отображены результаты тестирования каналов связи, температурные режимы, перегрузки и другие контролируемые параметры.

Кнопка **Журнал аварий** - открывает журнал событий и неисправностей.

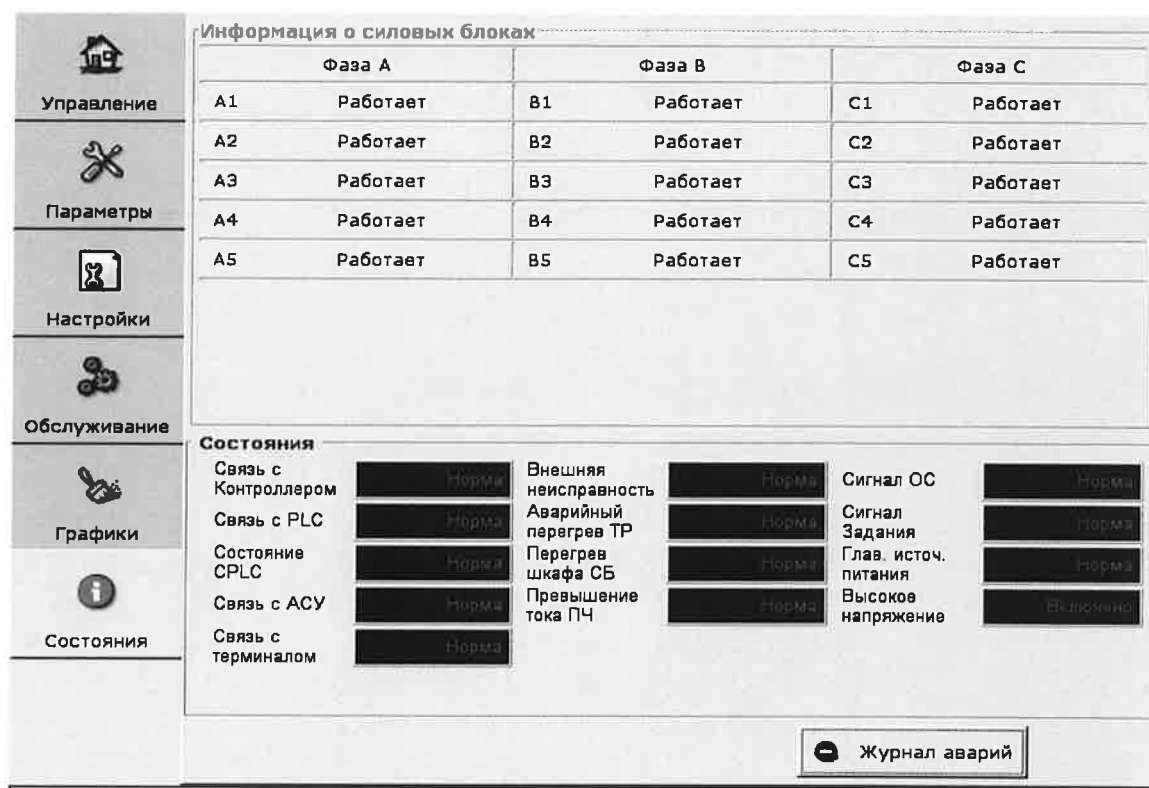


Рисунок 32 – Внешний вид окна «Состояние».

3.6.45 Перечень возможных сообщений о состоянии силовых блоков приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень возможных сообщений о состоянии силовых блоков

Сообщение	Содержание и возможная причина возникновения
Работает	Силовой блок исправен
Неисправность предохранителя	Перегорел предохранитель на силовом блоке. При отключении высокого напряжения данная неисправность может возникать при не вышедшем из строя предохранителе, после подачи высокого сбрасывается
Перегрев	Температура в силовом блоке высокая. Плохая вентиляция силового блока
Неисправность IGBT	Неисправен IGBT-транзистор в силовом блоке
Неисправность питания	Неисправен блок питания платы управления силового блока
Пропадание напряжения.	Питание силового блока пропало
Превышение напряжения.	Произошло перенапряжение на силовом блоке. Происходит из-за повышения выше допустимого значения напряжения на шине постоянного тока силового блока
Неисправность оптоволоконной связи.	Оптоволоконная связь с силовым блоком нарушена
Нет данных	ВПЧА не может определить состояние силового блока. Не подано высокое входное напряжение

3.6.46 Внешний вид вкладки **Журнал аварий** приведен на рисунке 33.

В журнале содержится информация обо всех неисправностях ВПЧА. Указывается время возникновения неисправности, тип, состояние функциональных блоков ВПЧА, состояние силовых блоков. Кнопками **Следующая**, **Предыдущая** осуществляется пролистывание неисправностей. Кнопкой **Обновить** позволяет обновить текущее состояние журнала. Кнопка **Удалить все** удаляет все неисправности из журнала (при авторизации Мастер). Кнопка **Выход** позволяет закрыть журнал. Кнопка **Запись №** позволяет перейти на нужную неисправность.

Дата и время записи: 15 Июл 2009, 17:53:05

Авария ВПЧА Внешняя неисправность

Коп-во записей 12

Информация о силовых блоках					
Фаза А		Фаза В		Фаза С	
A1	Работает	B1	Работает	C1	Работает
A2	Работает	B2	Работает	C2	Работает
A3	Работает	B3	Работает	C3	Работает
A4	Работает	B4	Работает	C4	Работает
A5	Работает	B5	Работает	C5	Работает

Запись № 12

➔ Следующая

⬅ Предыдущая

Состояния					
Связь с Контроллером	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Норма</span>	Состояние двигателя	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Норма</span>	Сигнал ОС	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Норма</span>
Связь с PLC	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Норма</span>	Аварийный перегрев ТР	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Норма</span>	Сигнал Задания	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Норма</span>
Состояние CPLC	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Норма</span>	Перегрев шкафа СБ	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Норма</span>	Глав. источ. питания	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Норма</span>
Связь с АСУ	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Норма</span>	Превышение тока ПЧ	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Норма</span>	Высокое напряжение	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Включено</span>
Связь с терминалом	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Норма</span>	Внешняя неисправность	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Ошибка</span>		

🔄 Обновить

➔ Выход

Рисунок 33 – Внешний вид вкладки «Журнал аварий»



### 3.7 Обслуживание

3.7.1 При нажатии кнопки **Обслуживание** открывается окно **Обслуживание**, в котором можно осуществить следующие функции:

- установка пароля;
- установка времени;
- обновление ПО с флэш-носителя;
- текущие настройки, проверки и копирование.

В окне **Обслуживание** изменения доступны только зарегистрированному пользователю «Мастер». Для входа в систему с правами пользователя «Мастер» необходимо указать пароль при входе в систему «369». В дальнейшем пароль пользователя «Мастер» можно изменить.

Внешний вид окна **Обслуживание** приведен на рисунке 34.

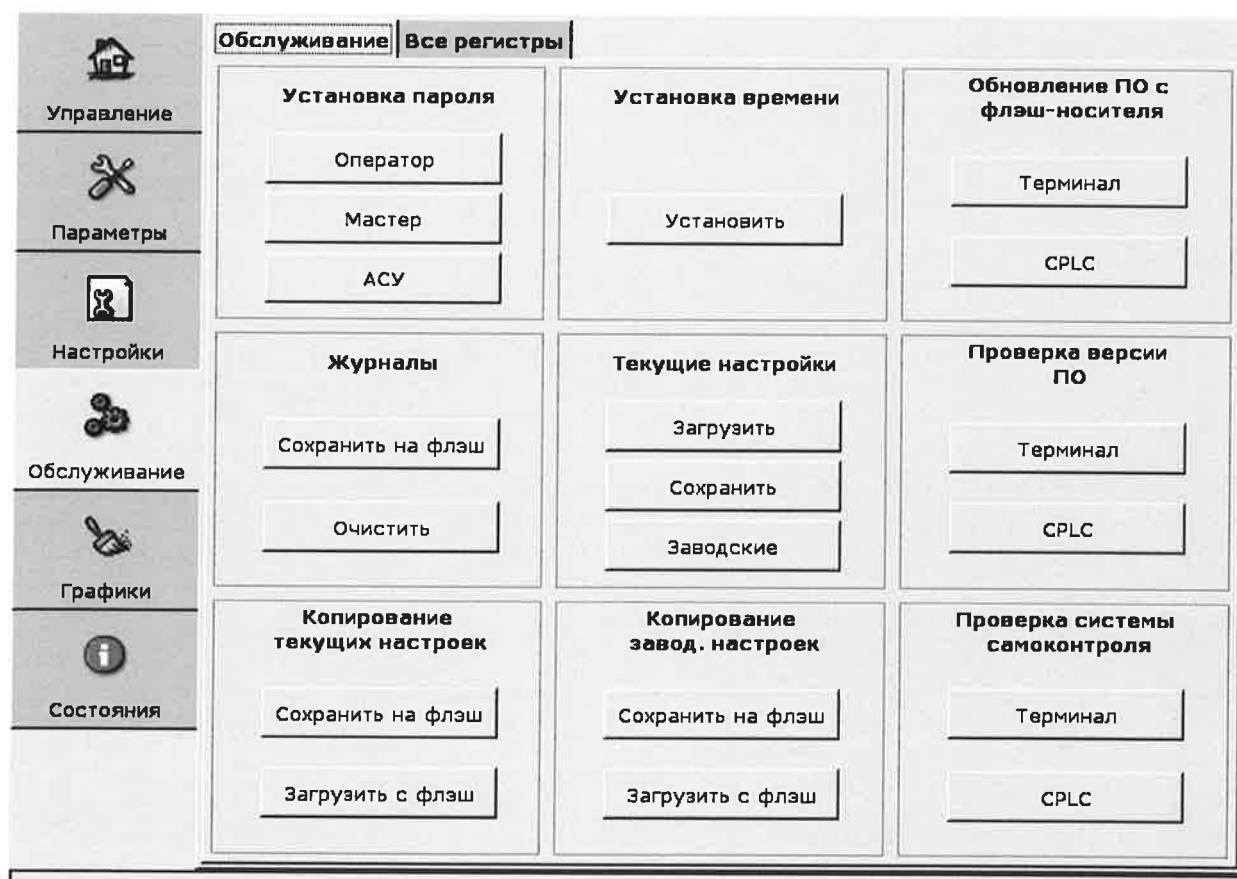


Рисунок 34 – Внешний вид окна «Обслуживание»

3.7.2 Поля **Текущие настройки**, **Копирование текущих настроек** и **Копирование завод.настроек** предназначены для сохранения и загрузки текущих параметров в виде отдельного файла на флэш-носителе (данные ПЧ, двигателя, PID-регулятора, управление по входу, управление по выходу, связи с центральным компьютером, настройки функций).

Для загрузки данных необходимо установить флэш-носитель в гнездо USB блока CPLC. При нажатии кнопок будут появляться диалоговые окна.

Внешний вид диалоговых окон при загрузке и сохранении настроек приведен на рисунке 35.



Рисунок 35 – Внешний вид диалоговых окон при загрузке и сохранении настроек.

3.7.3 В поле **Установка пароля** можно изменять пароли доступа для пользователей Оператор, Мастер, удаленная АСУ.

Внешний вид диалогового окна при установке нового пароля приведен на рисунке 36.



Рисунок 36 – Внешний вид диалогового окна при установке нового пароля.

3.7.4 В поле **Установка времени** можно устанавливать и изменять отображаемое текущее время.

Внешний вид диалоговых окон приведен на рисунках 37 и 38.

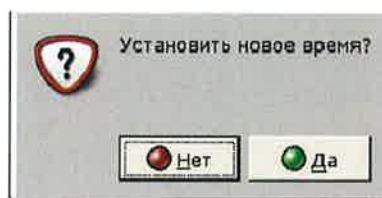


Рисунок 37 – Внешний вид диалогового окна при смене времени.

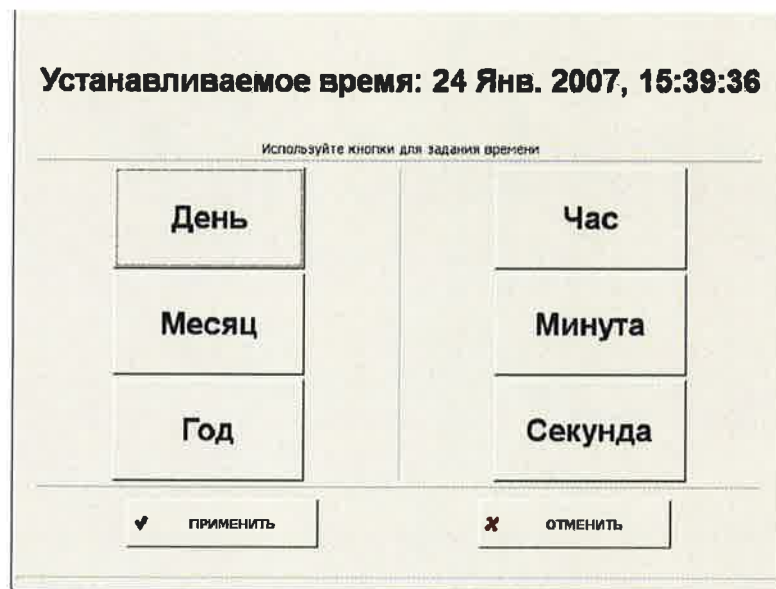


Рисунок 38 – Внешний вид диалогового окна при установке времени.

3.7.5 Остальные поля окна **Обслуживание** однозначно соответствуют своим наименованиям.

Внешний вид возможных диалоговых окон приведен на рисунке 39.

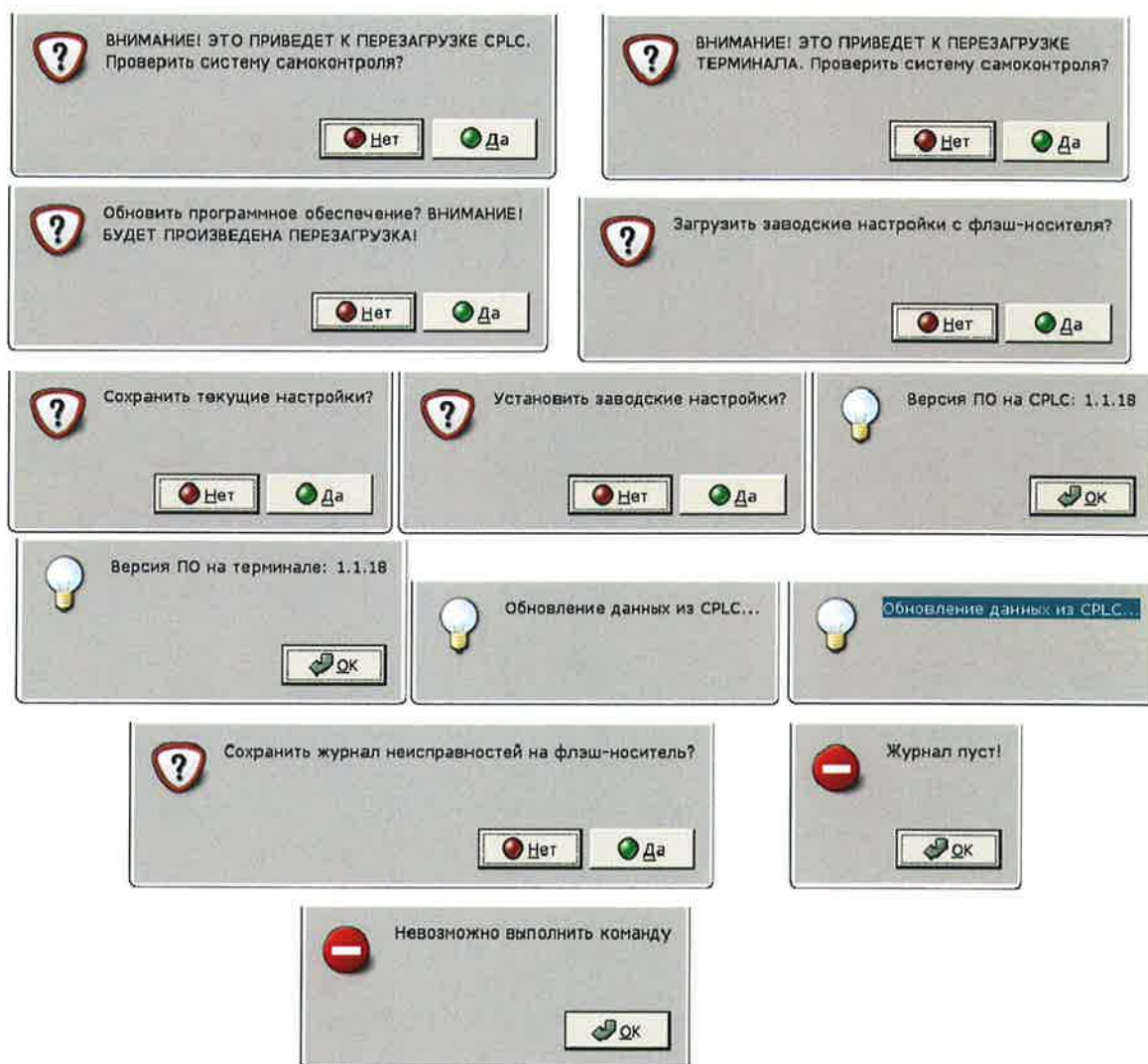


Рисунок 39 – Внешний вид диалоговых окон.

3.7.6 Окно **Все регистры** используется при отладке ВПЧА персоналом организации, выполняющей пуско-наладочные работы.

Внешний вид окна **Все регистры** приведен на рисунке 40.


	Обслуживание		Все регистры																	
Управление	0x100	0x204	0x250	0x268	0x2a9	0x2c3	0x300	0x317	0x501											
	0x101	0x205	0x251	0x270	0x2aa	0x2cc	0x301	0x318												
	0x102	0x206	0x252	0x271	0x2ab	0x2d1	0x302	0x319												
	0x103	0x207	0x253	0x272	0x2ac	0x2d2	0x303	0x31a												
Параметры	0x104	0x208	0x254	0x273	0x2ae	0x2d3	0x304	0x31b												
	0x105	0x209	0x255	0x281	0x2af	0x2d4	0x305	0x31c												
	0x106	0x20a	0x256	0x282	0x2b0	0x2d5	0x306	0x31d												
	0x107	0x20b	0x257	0x283	0x2b1	0x2d6	0x307	0x31e												
Настройки	0x108	0x20c	0x258	0x284	0x2b3	0x2e1	0x308	0x31f												
	0x109	0x20d	0x259	0x285	0x2b4	0x2e2	0x309	0x320												
	0x10a	0x20e	0x25a	0x286	0x2b5	0x2e3	0x30a	0x321												
	0x10b	0x210	0x25b	0x288	0x2b6	0x2e4	0x30b	0x322												
Обслуживание	0x10c	0x211	0x25c	0x296	0x2b7	0x2e5	0x30c	0x323												
	0x10d	0x230	0x25d	0x297	0x2b8	0x2e6	0x30d	0x401												
	0x10e	0x231	0x25e	0x2a0	0x2b9	0x2e7	0x30e	0x402												
	0x114	0x232	0x260	0x2a1	0x2ba	0x2e8	0x30f	0x403												
Графики	0x11a	0x233	0x261	0x2a2	0x2bb	0x2e9	0x310	0x404												
	0x11b	0x234	0x262	0x2a3	0x2bd	0x2ea	0x311	0x405												
	0x11c	0x235	0x263	0x2a4	0x2be	0x2ec	0x312	0x406												
	0x11d	0x236	0x264	0x2a5	0x2bf	0x2ed	0x313	0x407												
Состояния	0x200	0x24d	0x265	0x2a6	0x2c0	0x2ef	0x314	0x408												
	0x201	0x24e	0x266	0x2a7	0x2c1	0x2f0	0x315	0x409												
	0x202	0x24f	0x267	0x2a8	0x2c2	0x2f1	0x316	0x40a												

Рисунок 40 – Внешний вид окна «Все регистры».

### 3.8 Всплывающие окна и другие сообщения

3.8.1 При возникновении аварийного останова на экране появляется всплывающее окно, где сообщается тип неисправности, метод устранения.

Внешний вид всплывающих окон приведен на рисунке 41 и рисунке 42.

Для закрытия окна необходимо нажать кнопку **ПРИНЯТЬ** и нажать кнопку на панели управления ВПЧА «Сброс неисправности».



Рисунок 41 – Внешний вид всплывающих окон.





Рисунок 42– Внешний вид всплывающих окон.

3.8.2 При переходе в тестовый режим на экране появляется окно, внешний вид которого приведен на рисунке 43.

Для закрытия окна и перехода в тестовый режим необходимо нажать кнопку **ПРИНЯТЬ** и нажать кнопку на панели управления ВПЧА «Сброс неисправности».

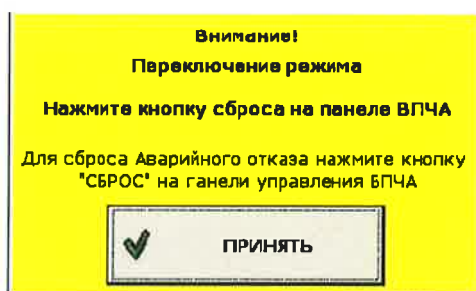


Рисунок 43 – Внешний вид всплывающего окна.

3.8.3 При попытке изменить какой-либо параметр или настройку системы на мониторе терминала отображается окно настройки интересующего параметра. Внешний вид окна изменения параметров, на примере изменения задания по частоте, приведен на рисунке 44.



Рисунок 44 – Внешний вид окна изменения параметров, на примере изменения задания по частоте.

### 3.9 Графики

3.9.1 При выборе окна **Графики** открывается окно, в котором можно осуществить следующие функции:

- установка времени дискретности построения графиков;
- выбор параметров для построения графиков;
- управление построением графиков;
- масштабирование графиков;
- сохранение графиков на флеш - накопитель.

Внешний вид окна **Графики** приведен на рисунке 45.

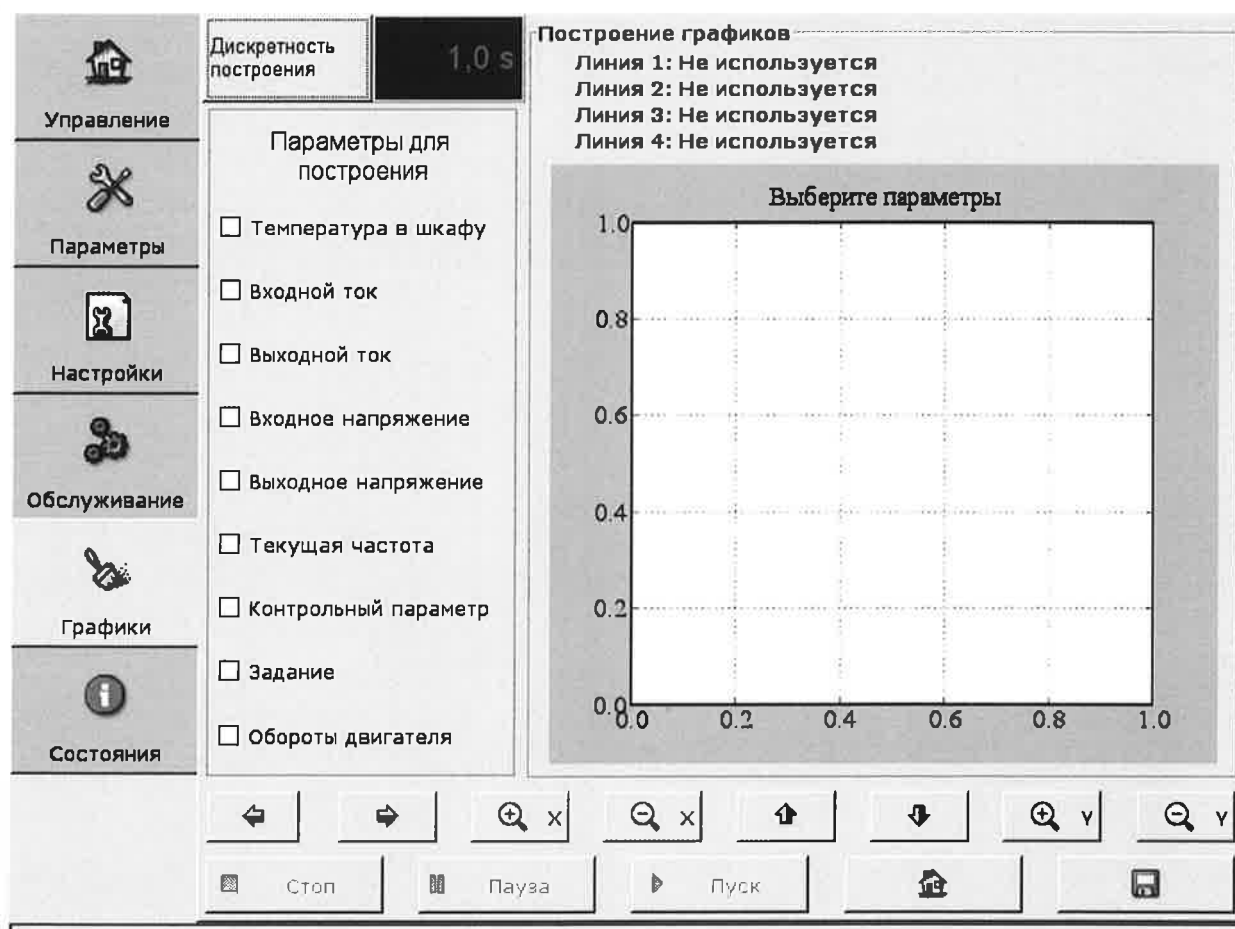


Рисунок 45 - Внешний вид окна «Графики».

Поскольку практически все параметры имеют различные масштабы и единицы измерения, на графиках показаны только их относительные значения в процентах от номинального значения.

Длина графика по времени может меняться в зависимости от заданной дискретности построения.



При нажатии на кнопку **Пауза** в окне построения графиков останавливается только перерисовка области с графиками, снятие данных продолжается. При нажатии на кнопку **Стоп** останавливается и перерисовка, и снятие данных.

При нажатии на кнопку **Сохранить**, создаются два файла: сохраняется видимая в данный момент область построения графиков в файл с растровой графикой, и сохраняются в текстовый файл, совместимый с программой MS Excel, значения массивов со временем и сигналами.

Для загрузки полученных файлов необходимо установить флеш-носитель в гнездо USB блока терминала. При копировании файлов появляются окна, внешний вид которых, приведен на рисунке 46.

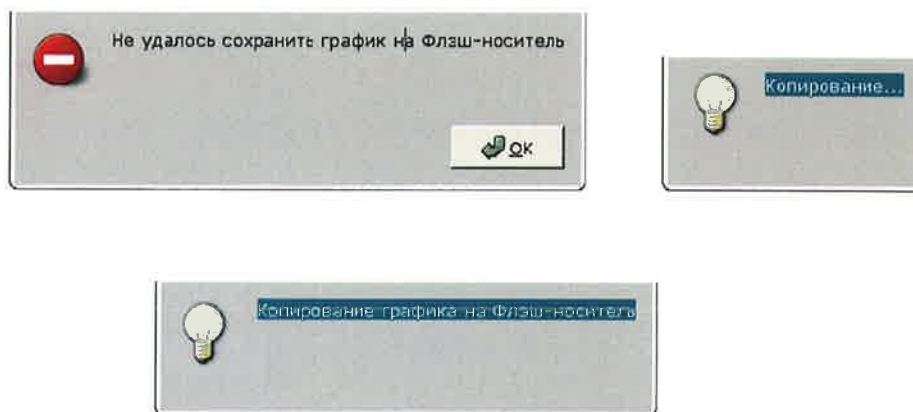


Рисунок 46 - Окна при копировании файлов с графиками.

### 3.10 Клеммы

Типовая схема подключения серии ВПЧА-Т приведена в приложение В.

Описание работы, параметры, назначение цепей колодок ХТ1-Л и ХТ2-Л приведено в приложение Г.

Подключение ВПЧА-Т-06/096-УХЛ4 с внешним оборудованием и системами управления выполнено через клеммы колодок ХТ1-Л и ХТ2-Л, приложение Д.

## **4 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ**

### **4.1 Эксплуатационные ограничения и меры безопасности**

**ВНИМАНИЕ:** КРОМЕ ТЕХНИЧЕСКИХ МЕР ДОЛЖНЫ ПРИМЕНЯТЬСЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА.

4.1.1 К эксплуатации ВПЧА может быть допущен только квалифицированный обслуживающий персонал, имеющий группу по электробезопасности не ниже IV, предусмотренную действующими правилами охраны труда при эксплуатации электроустановок.

Этот персонал должен внимательно ознакомиться со всеми предупреждениями и процедурами управления, приведенными в настоящем руководстве по эксплуатации.

С целью исключения несанкционированного использования ВПЧА и во избежание работы с ВПЧА посторонних лиц, разрешается снимать блокировку интерфейса пользователя ВПЧА только на время непосредственной работы оператора. В остальное время интерфейс пользователя ВПЧА должен быть заблокирован.

4.1.2 **ЗАПРЕЩАЕТСЯ** ПРОНИКАТЬ В ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ОТСЕКИ ШКАФОВ КОМПЛЕКСА И ПРОИЗВОДИТЬ В НИХ КАКИЕ-ЛИБО РАБОТЫ БЕЗ СНЯТИЯ НАПРЯЖЕНИЯ С ШИН И БЕЗ ИХ ЗАЗЕМЛЕНИЯ. РАБОТЫ В ЛЮБОМ ОТСЕКЕ ШКАФА ОБОРУДОВАНИЯ РАЗРЕШЕНО ПРОВОДИТЬ ТОЛЬКО ПРИ ПОЛНОСТЬЮ ОБЕСТОЧЕННОМ ШКАФЕ.

4.1.3 **ЗАПРЕЩАЕТСЯ** ОТКЛЮЧАТЬ ПИТАНИЕ ЦЕПЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ВПЧА РАНЕЕ, ЧЕМ ЧЕРЕЗ 20 МИНУТ ПОСЛЕ ОТКЛЮЧЕНИЯ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ОТ ВПЧА, ЛИБО ПРИ СВЕТАЩИХСЯ ИНДИКАТОРАХ НА СИЛОВЫХ БЛОКАХ.

4.1.4 **ЗАПРЕЩАЕТСЯ** РАЗМЕЩЕНИЕ В ПРОХОДАХ И В НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ БЛИЗОСТИ К ШКАФАМ ВПЧА ПРЕДМЕТОВ, ЗАТРУДНЯЮЩИХ ДОСТУП К ОБОРУДОВАНИЮ И НАРУШАЮЩИХ УСЛОВИЯ ВЕНТИЛЯЦИИ МОДУЛЬНОГО ЗДАНИЯ.

4.1.5 Конструкция ВПЧА обеспечивает безопасность монтажа, эксплуатации и обслуживания. Элементами, обеспечивающими безопасность ВПЧА, являются:

- блокировка дверей, предотвращающая возможность доступа к токоведущим элементам силовой части. При работе под напряжением доступ возможен только к системе управления;

- функции защиты, предотвращающие возникновение опасных режимов работы и повреждение ВПЧА.

4.1.6 При функционировании блокировок и защит эксплуатация ВПЧА безопасна, тем не менее имеются зоны потенциально опасные при несоблюдении следующих требований по технике безопасности:

- при монтаже оборудования необходимо убедиться в том, что кран, тросы и крепежи достаточно надежны для проведения монтажных работ;

- ВПЧА надежно заземлен, сопротивление заземления должно быть не более 4 Ом;

- не допускается касаться внутренних элементов ВПЧА не убедившись в том, что они не

представляют опасности термического ожога и не находятся под напряжением;

- после снятия напряжения с токоведущих частей в силовых блоках может сохраняться остаточное напряжение опасное для здоровья и жизни;
- запрещается выполнять любые виды работ с двигателем или кабелями, находящимися под напряжением;
- при проведении замеров и измерений внутри шкафов ВПЧА необходимо быть предельно осторожным;
- запрещается открывать шкафы при работе ВПЧА;
- с целью исключения несанкционированного использования ВПЧА и во избежание внесения посторонними лицами каких-либо изменений, блокировку интерфейса пользователя следует снимать лишь на время непосредственной работы оператора. На протяжении всего остального времени интерфейс пользователя следует блокировать;
- при работе ВПЧА под высоким напряжением запрещается отключать питание управления, т.к. это может привести к выходу ВПЧА из строя;
- после отключения питания главной цепи необходимо дождаться, чтобы индикаторы на силовых блоках погасли, подождать 20 минут, и только после этого можно отключать питание управления.

4.1.7 При работе с сенсорным экраном не допускается постукивание по нему ногтями или другими твердыми предметами. Во избежание повреждения экрана, следует слегка касаться его кончиками пальцев.

4.1.8 Предметы находящиеся рядом или соприкасающиеся с составными частями ВПЧА не должны иметь статического напряжения

4.1.9 При эксплуатации ВПЧА следует поддерживать в помещении температурно-влажностный режим:

- температура воздуха в диапазоне от плюс1 до плюс 40 °С ;
- относительная влажность воздуха не более 80%.

4.1.10 В шкафах ВПЧА реализовано принудительное воздушное охлаждение. Расположение отверстий для забора и выброса воздуха указано на рисунке А.1 в приложении А.

При установке ВПЧА в помещение может потребоваться проектирование системы вентиляции помещения. Система вентиляции помещения является критически важной для эксплуатации и безаварийной работы преобразователей частоты в рабочем режиме.

Ниже приведены данные для проектирования системы вентиляции помещения при использовании ВПЧА-Т-06/096-УХЛ4:

- система вентиляции ВПЧА-Т-06/096-УХЛ4 - встроенная
- тип встроенных вентиляторов – ЕВМ PAPST R4D 400-AB 04-05;
- максимальный расход одного встроенного вентилятора - 8320 м<sup>3</sup>/ч;
- число вентиляторов, встроенных в шкаф трансформатора - 1;
- число вентиляторов, встроенных в шкаф силовых блоков - 2;

Рассеиваемая мощность ВПЧА при работе в номинальном режиме не более 4 % от номинальной мощности ВПЧА.

Вид климатического исполнения ВПЧА – УХЛ4 по ГОСТ 15150-69.

Целесообразно применять для регулирования температуры в помещении специализированный контроллер.

4.1.11 По бесперебойности электроснабжения собственных нужд ВПЧА относится к электроприемникам I категории. Параметры энергоснабжения собственных нужд: переменное напряжение 220В(-15% + 10%); 50Гц; мощность не более 400Вт.

Питание собственных нужд рекомендуется подключать к ВПЧА через источник бесперебойного питания с функцией «ON-LINE» и функцией «горячей» замены аккумуляторной батареи (без перерыва в электроснабжении собственных нужд ВПЧА). Рекомендуется располагать источник бесперебойного питания в непосредственной близости к ВПЧ.

## **4.2 Подготовка к использованию**

4.2.1 Перед использованием ВПЧА должны быть проведены подготовительные и пусконаладочные работы.

Работы по монтажу и наладке следует производить в соответствии с технической документацией предприятия-изготовителя ВПЧА.

4.2.2 Подготовку к монтажу и пуску ВПЧА, как сложного электротехнического устройства, следует проводить в соответствии со СНиП 3.05.06-85 «Электротехнические устройства» и указаниями, изложенными ниже.

4.2.3 ВПЧА следует транспортировать к месту монтажа только в вертикальном положении. При перемещении, подъеме и установке шкафов должны быть приняты меры по их защите от повреждений. Стропить шкафы следует только за предусмотренные для этой цели элементы, указанные предприятием-изготовителем ВПЧА.

Для предотвращения деформации шкафов угол между стропами и поверхностями шкафов должен быть не менее 60°.

Для перемещения шкафов ВПЧА необходимо использовать подъемное механизированное оборудование типа кран-балки. В случае отсутствия указанного оборудования допускается производить перемещение шкафов посредством автопогрузчика грузоподъемностью не менее 10 тонн.

4.2.4 При установке необходимо избегать ударов и толчков оборудования. Шкафы не допускается переворачивать. Максимальный допустимый наклон шкафов не должен превышать 30°.

На дне шкафа трансформатора жестко закреплен трансформатор, поэтому при монтаже указанного шкафа не допускается использовать погрузочные петли в верхней части шкафа, а только специальные отверстия для погрузки в корпусе трансформатора.

4.2.5 Размещение шкафов следует проводить согласно приложению А.

Для обеспечения стабильной работы рекомендуется схему расположения шкафов согласовать с предприятием-изготовителем ВПЧА.

4.2.6 Место установки ВПЧА должно быть сухим и чистым. Должна быть зарезервирована рабочая зона, обеспечивающая свободное открывание дверей шкафов ВПЧА.

4.2.7 До начала монтажа необходимо проверить соответствие размеров строительного основания размерам основания ВПЧА, правильность выполнения закладных элементов при их наличии в конструкции строительного основания, соответствие размеров и расположение

проемов для прохода силовых и контрольных кабелей в строительном основании размерам и расположению отверстий для прохода кабелей в основаниях шкафов ВПЧА.

Закладные элементы строительного основания должны быть заземлены.

4.2.8 При установке ВПЧА должны выполняться требования по наличию свободного доступа к оборудованию в соответствии с данными, приведенными в таблице 8. Указанные размеры не включают пространство, необходимое для перемещения ВПЧА-Т-06/096-УХЛ4 и подвода кабелей.

Таблица 8 - Требования по наличию свободного доступа к оборудованию

Сверху *, мм	Спереди, мм	Сзади, мм
не менее 800	не менее 1500	не менее 800
Пр и м е ч а н и е: * Размер указан относительно вентиляционной системы		

4.2.9 При приемке ВПЧА в монтаж необходимо произвести осмотр шкафов, проверить соответствие комплектности паспортным данным, наличие и срок действия гарантий предприятия-изготовителя ВПЧА.

Устранение дефектов и повреждений, обнаруженных при приемке ВПЧА следует осуществлять в соответствии с условиями договора на поставку.

ВПЧА с истекшим сроком хранения, указанным в паспорте, следует принимать в монтаж только после проведения предмонтажной ревизии с составлением акта и передачи его предприятию-изготовителю ВПЧА.

#### 4.2.10 Строительная часть и монтаж шкафов ВПЧА.

Установка ВПЧА может осуществляться на бетонное (железобетонное), металлическое строительное основание (фундамент), каркас из металлоконструкций либо на строительное основание, выполненное с использованием закладных элементов. При всех способах установки должен быть обеспечен механический контакт поверхности строительного основания с опорными поверхностями длинных сторон шкафов ВПЧА по всей площади этих поверхностей. Допускается отсутствие механического контакта коротких сторон периметра основания любого или всех шкафов ВПЧА со строительным основанием.

Строительное основание, используемое для установки шкафа трансформатора ВПЧА, должно предусматривать установку шкафа непосредственно на указанное основание без катков (катков) и рельс.

Строительное основание шкафов ВПЧА должно обеспечивать установку шкафов без перекосов и исключать возникновение недопустимых вибраций.

Должна быть обеспечена неплоскостность строительного основания либо его опорных поверхностей не превышающая 5 мм на площади одного шкафа ВПЧА .

При использовании в качестве опорных поверхностей строительного основания металлоконструкций, в качестве таковых должны быть применены стальной швеллер по ГОСТ 8240-89 и/или двутавр по ГОСТ8239-89 не ниже десятого номера.

Допускается покрытие всей поверхности строительного основания листом стальным рифленным по ГОСТ 8568-77 толщиной 4 мм и более.

Не допускается размещение шкафов ВПЧА под помещениями производств с мокрым технологическим процессом, под душевыми, ванными и т.п.;

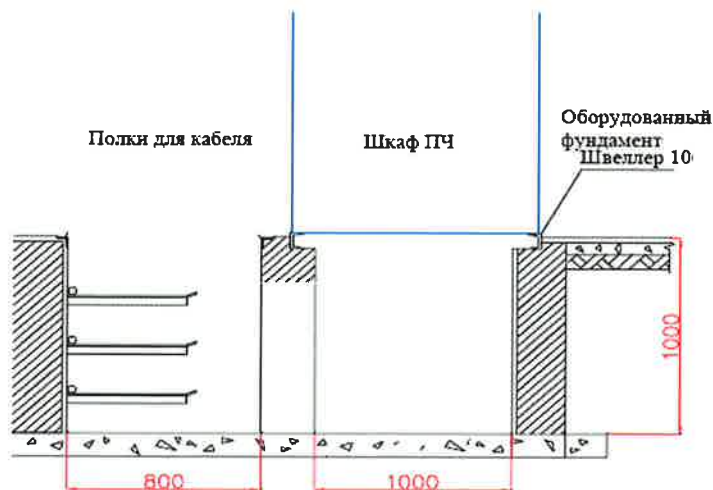


Рисунок 47 - Установка шкафа ВПЧА на основание (фундамент)

На рисунке 47 приведен пример установки шкафа ВПЧА на основание (фундамент) с закладными металлоконструкциями из стального швеллера №10.

4.2.11 Взаимное расположение шкафов приведено в приложении А. Изменять взаимное расположение шкафов при установке не допускается.

Шкафы должны быть жестко закреплены на закладных элементах строительного основания. Допускается соединение закладных элементов строительного основания с основанием шкафов ВПЧА посредством сварки по длинным сторонам периметра основания шкафов ВПЧА. В фундаменте должны быть выполнены кабельные каналы для ввода высоковольтного и контрольного кабеля под вводные отверстия ВПЧА, согласно приложению А.

#### 4.2.12 Требования и рекомендации к подводящим и отходящим кабелям ВПЧА

4.2.12.1 Для обеспечения функционирования высоковольтного преобразователя частоты необходимо обеспечить его подключение к источникам силового электропитания, источнику собственных нужд и к внешней системе управления (при необходимости). Для этого должны применяться кабели различного назначения соответствующие следующим требованиям и рекомендациям:

**кабели силовые 3 /6 /10 кВ:** достоинством преобразователя частоты серии ВПЧА является то, что у него нет ограничений на длину силового кабеля, нет специальных требований к согласованию волнового сопротивления кабеля и нагрузки, нет дополнительных специальных требований к прочности изоляции. Для подключения преобразователя частоты, как со стороны входа так и со стороны выхода, могут быть использованы все применяемые кабели на рабочее напряжение 3, 6, 10 кВ с медными и алюминиевыми жилами, как одножильные так и многожильные. В местах подключения кабеля к входным и выходным клеммам высоковольтного преобразователя частоты кабель должен быть разделан, а его жилы должны быть оконцованы муфтами под болтовое соединение. Кабели как подводящие, так и отходящие должны быть закреплены предусмотренными хомутами в местах кабельного ввода/вывода

высоковольтного преобразователя частоты.

Кабели для подключения к первичным обмоткам трансформатора ВПЧА должны быть выбраны по напряжению первичной обмотки, мощности трансформатора и желаемым настройкам защит, должны учитывать коэффициент запаса в соответствии с максимальной температурой окружающей среды, коэффициент заполнения кабельного канала, а также требования местных норм и правил;

Кабели для подключения к двигателю должны быть выбраны по напряжению и мощности электродвигателя и желаемым настройкам защит, и должны учитывать коэффициент запаса в соответствии с максимальной температурой окружающей среды, коэффициент заполнения кабельного канала, а так же требования местных норм и правил;

**кабель питания собственных нужд ВПЧА:** в качестве питающего кабеля могут быть использованы любые как экранированные так и не экранированные кабели медные одножильные или многожильные, с однопроволочными или многопроволочными жилами, на рабочее напряжение 660, 1000В сечением не менее  $1,5 \text{ мм}^2$ . Кабели с многопроволочными жилами должны быть оконцованы штыревыми наконечниками. Ограничения по длине зависят только от электрических потерь в кабеле и определяются проектировщиком самостоятельно. Клеммы ВПЧА предназначенные для подключения собственных нужд рассчитаны на провода сечением не более  $2,5 \text{ мм}^2$

**кабели контрольные ВПЧА:** В качестве контрольных кабелей могут быть применены гибкие, медные, многожильные, с однопроволочными или многопроволочными жилами, экранированные кабели с рабочим напряжением 660, 1000В. Клеммы ВПЧА предназначенные для подключения контрольных кабелей рассчитаны на провода сечением не более  $2,5 \text{ мм}^2$

4.2.12.2 Для прокладки аналоговых сигналов рекомендуется использовать гибкие, медные, многожильные кабели содержащие отдельные экранированные витые пары. Кабели с многопроволочными жилами должны быть оконцованы штыревыми наконечниками. Ограничение по длине контрольных кабелей определяет проектировщик исходя из конкретных условий проектирования.

4.2.12.3 Для надежной работы высоковольтного преобразователя частоты необходимо, чтобы были выполнены следующие рекомендации к прокладке и подключению кабелей:

- подключение силовых кабелей 3 /6 /10 кВ длиной от 2 км и больше, должно быть согласовано с производителем высоковольтного преобразователя частоты;
- отдельная прокладка по лоткам или металлическим коробам кабелей силовых, контрольных и питания собственных нужд;

- экраны всех контрольных кабелей должны быть заземлены;
- не допускается совместная передача аналоговых сигналов/дискретных сигналов постоянного оперативного тока 24, 220 В/дискретных сигналов переменного оперативного тока 220 В по одному многожильному кабелю.

4.2.13 Шкафы ВПЧА имеют нижний подвод кабелей. В случае наличия сплошного покрытия пола помещения под шкафами ВПЧА подвод кабелей осуществляется через проходки в полу, выполненные в виде отрезков стальной трубы диаметром 50-100 мм.

4.2.14 Отверстия для ввода высоковольтного кабеля питания ВПЧА расположено в шкафу трансформатора, в его нижней части. Выходные клеммы ВПЧА располагаются в выходном отсеке шкафа силовых блоков и управления, в нижней части шкафа. Выходное напряжение ВПЧА с управляемой частотой подается с его выходных клемм через выходной кабель непосредственно на двигатель. Порядок подключения фаз необходимо согласовывать с направлением вращения двигателя.

Не допускается располагать кабели питания и кабели управления параллельно друг другу и на близком расстоянии.

В том случае, если избежать этого невозможно следует располагать кабели между собой на расстоянии не менее 150 мм в отдельных металлических лотках.

4.2.15 На рисунке 48 приведен выходной отсек шкафа силовых блоков и показаны клеммы для подключения выходного кабеля, питающего двигатель.



Выходные клеммы ВПЧА

Рисунок 48 -Вывод силового кабеля питания двигателя.



4.2.16 В отсеке вторичных коммутаций шкафа силовых блоков и управления установлены блоки контактных колодок. Назначение и нумерация показана на схеме электрической соединений и подключений (Схема электрическая соединений и подключений поставляется с оборудованием в виде отдельного альбома).

**4.2.17 ВНИМАНИЕ: ПОДАЧА ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ТОЛЬКО ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ!**

4.2.18 При проведении пусконаладочных работ следует руководствоваться требованиями Правил устройства электроустановок (ПУЭ), СНиП 3.05.06-85 «Электротехнические устройства»

4.2.19 Полный объем и условия выполнения пусконаладочных работ, в том числе продолжительность периода комплексного опробования, количество эксплуатационного персонала, ресурсов и т.п. устанавливаются в договоре между эксплуатирующей организацией и организацией, выполняющей пусконаладочные работы.

4.2.20 Пусконаладочные работы считаются законченными после подписания акта приемки пусконаладочных работ и выполнением условий договора между эксплуатирующей организацией и предприятием-изготовителем ВПЧА.

### **4.3 Использование по назначению**

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРИ ПОДКЛЮЧЕНИИ ВПЧА К ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ, ПРИКАСАТЬСЯ К ОБОРУДОВАНИЮ, КОТОРОЕ НАХОДИТСЯ ПОД ВЫСОКИМ НАПРЯЖЕНИЕМ И ПРОИЗВОДИТЬ КАКИЕ-ЛИБО РАБОТЫ С ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЧАСТОТЫ!**

**ВНИМАНИЕ: ПОСЛЕ ОТКЛЮЧЕНИЯ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ НЕОБХОДИМО ДОЖДАТЬСЯ, ПОКА ПОГАСНУТ СИГНАЛЬНЫЕ ИНДИКАТОРЫ СИЛОВЫХ БЛОКОВ, И ТОЛЬКО ПОСЛЕ ЭТОГО РАЗРЕШАЕТСЯ КАСАТЬСЯ УСТАНОВЛЕННОГО В ШКАФУ ОБОРУДОВАНИЯ.**

#### **4.3.1 Подача питания на шкаф силовых блоков и управления**

Перед подачей питания необходимо убедиться в том, что выключатель питания собственных нужд ВПЧА находится в состоянии «Отключено».

Далее необходимо выполнить следующие действия:

- а) убедиться в том, что вводной выключатель высокого напряжения находится в контрольном положении (выкачен, разъединено).
- б) подать питание на шкаф управления и силовых блоков;
- в) проверить тестером наличие необходимого напряжения на входных цепях выключателя питания собственных нужд ВПЧА;
- г) включить выключатель питания собственных нужд ВПЧА;
- е) удостовериться, что промышленный компьютер CPLC, маршрутизатор, модуль PLC и датчик температуры трансформатора включены;
- ж) убедиться в отсутствии сообщений о неисправностях;
- и) проверить работу всех каналов связи;
- к) просмотреть показания датчика температуры трансформатора на двери шкафа транс-

форматора;

- л) проверить кнопки выключения аварийного отключения и отключения вводного выключателя высокого напряжения не менее пяти (5) раз;
- м) проверить введенные параметры в меню настройки функций «Режим настройки» и в установке всех функций дистанционного управления;
- н) если требуется функция задания данных от внешнего управления, необходимо ее включить, проверив правильность указанных значений частоты управления;
- п) проверить соответствие установленного оборудования эксплуатационным требованиям;
- р) проверить установленные параметры, особенно, номинальное напряжение, номинальный ток и другие важные параметры;
- с) задать время разгона и останова двигателя, увеличение момента, ограничение тока в соответствии с требованиями двигателя и нагрузки;

#### **4.3.2 Подача высокого напряжения**

Подача высокого напряжения осуществляется только после проведения всех подготовительных работ, указанных выше.

**ВНИМАНИЕ: НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ПРИСУТСТВИЕ ПОСТОРОННИХ ЛИЦ В ЗОНЕ ОБСЛУЖИВАНИЯ ВПЧА.**

**РАЗРЕШЕНО НАХОДИТЬСЯ В НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ БЛИЗОСТИ К ОБОРУДОВАНИЮ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ ПЕРСОНАЛУ, ИМЕЮЩЕМУ ДОПУСК ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТ НА СООТВЕТСТВУЮЩЕМ ОБОРУДОВАНИИ.**

Для подачи высокого напряжения на ВПЧА необходимо выполнить последовательно следующее действия:

- а) удостовериться в выполнении всех условий, разрешающих пуск системы;
- б) отжать кнопку отключения высокого напряжения в шкафу силовых блоков и управления, установить «Рабочий режим» работы ВПЧА;
- в) собрать высоковольтную схему питания ВПЧА, выхода ВПЧА на нагрузку;
- г) включить высоковольтный вводной выключатель распределительного устройства 6 кВ, питания ВПЧА;
- д) после подачи напряжения, визуально убедиться в том, что все сигнальные индикаторы силовых блоков загорелись (не открывая шкафов СБ);
- е) проверить работу вентиляторов. Для этого необходимо на закрытие двери, приложить лист бумаги формата А4 и проверить вытягивающее усилие на всех вентиляционных отверстиях;
- ж) если система в норме, то на экране появиться надпись «Ожидание двигателя».

#### **4.3.3 Проверка работы ВПЧА на холостом ходу**

Для проверки работы ВПЧА без нагрузки необходимо произвести следующие действия:

- а) ВПЧА должен быть подключен к высокому напряжению и отключен от нагрузки;
- б) выбрать тип управления Местное;
- в) выбрать в меню функцию задания данных компьютером;
- г) выбрать работу ВПЧА в разомкнутом режиме управления;

- д) задать частоту работы 5 Гц;
- е) произвести пуск двигателя в меню интерфейса;
- ж) постепенно увеличивать частоту с шагом 5 Гц. При каждом увеличении частоты проверять графики входного и выходного напряжений. Проверку осуществлять до значения частоты 50 Гц;
- и) произвести медленный останов двигателя с помощью интерфейса пользователя, при этом удостовериться, что процесс прошел нормально;
- к) задать значение частоты 50 Гц. Произвести запуск повторно, убедившись, что ВПЧА корректно поднял частоту до 50 Гц.
- л) произвести останов.

#### **4.3.4 Проверка работы ВПЧА с двигателем**

Прежде чем, запустить в работу ВПЧА с нагруженным двигателем требуется проверить возможность данного режима по технологии, закрыты ли заслонки и клапаны нагрузки, другие элементы оборудования, обеспечивающие загруженность привода, расцеплена ли муфта. ВПЧА должен быть подключен к высокому напряжению и подключен к двигателю.

Далее необходимо выполнить последовательно следующее действия:

- а) выбрать режим управления **Местное**;
- б) выбрать в меню функцию задания данных компьютером;
- в) задать частоту работы 5 Гц;
- г) выбрать работу ВПЧА в разомкнутом режиме;
- д) произвести запуск двигателя в меню интерфейса;
- е) удостовериться в нормальной работе двигателя. В противном случае, его необходимо остановить и отключить высокое напряжение, после чего снова проверить все подключения и подать высокое напряжение;
- ж) увеличивать частоту с шагом 5 Гц.
- з) проверить наличие критических моментов (шум, вибрация) при разгоне двигателя. Если таковые возникают, сделать запись об этом для того, чтобы, остановив двигатель, внести необходимые изменения в настройки ВПЧА и избежать работы оборудования в критических условиях;
- и) произвести медленный останов двигателя посредством меню интерфейса. Убедиться в отсутствии отклонений в процессе останова. Если они есть, то необходимо внести соответствующие корректировки в настройки времени останова;
- к) задать значение частоты 50 Гц;
- л) произвести запуск повторно, убедившись, что ВПЧА постепенно поднял частоту до 50 Гц. Если нет, внести соответствующие корректировки в установки времени разгона;
- м) остановить двигатель;
- н) настроить функции ВПЧА в соответствии с конкретными требованиями условий эксплуатации.

#### **4.3.5 Порядок работы при подаче высокого напряжения**

Для подачи питающего напряжения на ВПЧА необходимо выполнить последовательно следующее действия:

- а) подать питающее напряжение собственных нужд ВПЧА 220 В на ВПЧА;
- б) дожидаться загрузки управляющей программы на терминале, на экране появится сообщение **Нет высокого напряжения**, при этом сообщения о неисправностях должны отсутствовать. В случае появления неисправности, необходимо сразу определить причину ее появления и принять все возможные меры по ее устранению. Затем восстановить систему, путем нажатия на кнопку «Сброс неисправности», установленной на двери шкафа.
- в) просмотреть настройки и параметры ВПЧА, убедиться в их соответствии требованиям технологического режима, и перейти в главное меню «Управление».
- г) включить высоковольтный выключатель, подав высокое напряжение на вход ВПЧА, при этом система должна перейти в состояние «Ожидание двигателя»;
- д) произвести пуск двигателя и задать требуемую частоту;
- е) в процессе свободного останова двигателя необходимо дожидаться полной остановки двигателя и только после этого производить повторный запуск в режиме отключенного самоподхвата. При медленном останове двигателя запуск разрешается осуществлять, не дожидаясь его полной остановки.
- ж) в процессе работы системы допускается блокировать меню для того, чтобы избежать, внесения изменений в работу системы посторонними лицами.

#### 4.3.6 Порядок работы при останове двигателя и полного отключения питания ВПЧА

Если в процессе работы возникла аварийная ситуация, необходимо немедленно отключить высокое напряжение кнопкой отключения, установленной на двери шкафа силовых блоков и управления.

Штатный останов двигателя следует производить кнопками **Медленный стоп** и **Останов**.

Для останова двигателя необходимо выполнить последовательно следующее действия:

- а) отключить высокое напряжение на вводе ВПЧА;
- б) через 20 минут после отключения высокого напряжения, и после рассасывания остаточных электрических зарядов в силовых блоках отключить питание собственных нужд ВПЧА выключателем QF3.

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ ОТКЛЮЧАТЬ ПИТАНИЕ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ПРИ ВКЛЮЧЕННОМ ВЫСОКОМ НАПРЯЖЕНИИ ИЛИ ПРИ ГОРЯЩИХ ИНДИКАТОРАХ СИЛОВЫХ БЛОКОВ.**

#### 4.3.7 Режимы управления

4.3.7.1 ВПЧА имеет следующие режимы управления:

- Местный;
- Удаленный;
- Управление от внешней системы (АСУ ТП, ПТК) через цифровой порт.

4.3.7.2 Местное управление представляет собой управление ВПЧА посредством главного меню дисплея и аппаратуры, установленной на двери шкафа силовых блоков и управления. Например, кнопки главного меню **Медленный стоп** и **Останов** будут выполнять свои

функции только при выборе управления местное.

4.3.7.3 Удаленное управление позволяет управлять ВПЧА по дискретным и аналоговым сигналам 4...20 мА. Управление с экрана ВПЧА заблокировано, возможен только просмотр состояния ВПЧА.

4.3.7.4 Управление от внешней системы по цифровому порту позволяет полностью управлять и контролировать ВПЧА. Цифровой порт доступен в любом режиме для контроля состояния ВПЧА.

#### 4.3.8 Управление интерфейсом пользователя

4.3.8.1 Управление интерфейсом осуществляется оператором через сенсорный экран, установленный на передней двери шкафа силовых блоков и управления. Через главное меню оператор задает параметры работы, функции, анализировать неисправности, отображать графики и выполнять другие операции.

При работе с сенсорным экраном не допускается постукивание по нему ногтями или другими твердыми предметами. Во избежание повреждения экрана необходимо слегка касаться его кончиками пальцев.

4.3.8.2 Ниже приводится описание кнопок, задействованных при управлении интерфейсом.

а) **Пуск**: проверив готовность всех компонентов, система выводит на экран сообщение **Ожидание двигателя**. В этом состоянии разрешается произвести запуск двигателя нажатием кнопки **Пуск**. В процессе медленного останова двигателя также допускается запускать двигатель;

б) **Медленный стоп** и **Останов** Кнопки будут выполнять свои функции только при выборе управления на месте. Если в процессе дистанционного управления необходимо остановить двигатель посредством управления с двери шкафа силовых блоков и управления, то необходимо в главном меню переключить режим управления на «Местное», и потом останавливать двигатель. В экстренной ситуации допускается отключать высокое напряжение специальной кнопкой с фиксацией **Отключить высокое напряжение** на двери ВПЧА. При этом двигатель остановится самостоятельно на выбеге;

в) кнопка **Отключить высокого напр.** предназначена для отключения высоковольтного питания ВПЧА. Кнопка имеет фиксацию положения. При ее нажатии происходит разрыв питающей цепи, при котором нельзя будет подать высокое напряжение на вход ВПЧА.

В случае возникновения внештатной ситуации с ВПЧА, двигателем или нагрузкой необходимо нажать кнопку «Отключение высокого напряжения» и обесточить ВПЧА, обеспечив тем самым безопасность оборудования и персонала.

Во время проведения обслуживания или ремонта ВПЧА требуется установить данную кнопку в положение «Отключено» в целях обеспечения безопасности.

При нажатии кнопки **Отключить высокого напр.** в процессе работы ВПЧА двигатель останавливается самостоятельно. Для обычной ситуации не допускается использовать данную кнопку для останова двигателя. В данном случае, необходимо пользоваться функцией главного меню свободный останов двигателя или **Медленный стоп**. В процессе медленного останова ВПЧА управляет двигателем и его можно запустить повторно.

4.3.8.3 Если появился сигнал о серьезной неисправности, то система отключает высокое напряжение и останавливает двигатель. ВПЧА автоматически входит в состояние защиты от неисправности, при этом блокируется возможность пуска двигателя. После самоустранения неисправности или устранения ее персоналом необходимо восстановить систему. Для этого требуется нажать кнопку **Сброс неисправности** на передней двери. В результате система разблокируется. Когда на панели появится надпись **Ожидание двигателя**, запуск можно производить повторно.

#### **4.3.9 Управление с центрального компьютера АСУ ТП**

Управление ВПЧА-Т-06/096 также возможно с центрального компьютера АСУ ТП. Связь с центральным компьютером обеспечивается через порт RS-485 по протоколу обмена Modbus RTU. Максимальное расстояние составляет 1200 м.

Центральный компьютер может одновременно управлять не более чем тридцатью двумя ВПЧА. Выбрав в меню опцию управления центральным компьютером АСУ, можно вести мониторинг состояния ВПЧА.

Если включить функцию разрешения внесения изменений в данные с центрального компьютера, то любые параметры можно будет задать непосредственно с центрального компьютера АСУ. Если активизировать функцию задания данных с центрального компьютера АСУ, то с центрального компьютера АСУ можно будет регулировать скорость и останавливать двигатель.

#### **4.3.10 Сигналы управления и блокировки для работы ВПЧА с вводной высоковольтной ячейкой**

4.3.10.1 В ВПЧА предусмотрены сигналы управления и блокировок «Разрешение на подачу высокого» и «Сигнал на отключение высокого напряжения».

Данные сигналы и блокировки предназначены для защиты ВПЧА и персонала при возникновении аварийных ситуаций, нештатной работы оборудования.

##### **4.3.10.2 Разрешение на подачу высокого:**

Сухой контакт на клеммах 11 и 12 разъема ХТ2-Л нормально разомкнут (параметры коммутации приведены в приложение Г), что соответствует запрещению подачи входного высокого напряжения на ввод ВПЧА.

Данный сухой контакт должен быть заведен в цепь включения вводной высоковольтной ячейки, последовательно, для блокировки ее включения.

Блокировка на включение ячейки устанавливается, если ВПЧА находится в аварии либо в тестовом режиме.

##### **4.3.10.3 Сигнал на отключение высокого напряжения:**

Сухой контакт на клеммах 13 и 14 разъема ХТ2-Л нормально замкнут (параметры коммутации приведены в приложение Г), что соответствует сигналу на отключение вводной высоковольтной ячейки.

Данный сухой контакт заводится параллельно в цепь выключения вводной ячейки. Сигнал устанавливается для выключения вводной ячейки при нахождении ВПЧА в аварии либо в тестовом режиме.

##### **4.3.10.4 Без реализации выше перечисленных блокировок и управляющих сигналов в**

вводной ячейке ВПЧА подача высокого напряжения на ввод ВПЧА запрещена. Перед подачей высокого напряжения на ввод ВПЧА обязательно произвести проверку срабатывания всех блокировок и защит вводной ячейки путем проведения испытаний.

#### **4.3.11 Возможные неисправности и действия при их возникновении**

4.3.11.1 Неисправности, которые возникают во время эксплуатации ВПЧА, выявляются системой самодиагностики, при этом на экране дисплея или на клеммах ВПЧА выдается соответствующее сообщение. В большинстве случаев неисправности, возникшие при работе, подразделяются на два типа по степени тяжести:

- легкие неисправности;
- серьезные неисправности (запрещающие эксплуатацию оборудования)

##### **4.3.11.2 Сигнализация легких неисправностей и методы их устранения.**

Сообщение сигнализации выдается при возникновении нештатной ситуации, при которой не требуется немедленной остановки двигателя, а именно при:

- включение байпаса силового блока;
- сигнализация перегрева трансформатора;
- незакрытые двери;
- перегрузка двигателя;
- отключение автоматических выключателей вентиляторов;
- неисправности панельного компьютера.

Система управления не производит запись о возникновении некоторых легких неисправностей: сигнализация перегрева трансформатора, незакрытые двери, отключение автоматических выключателей вентиляторов, неисправности панельного компьютера. Оповещение о других неисправностях в текущем состоянии системы осуществляется с помощью мигания индикатора «Неисправность», расположенного на дверце шкафа силовых блоков и управления, и/или мигания лампы температурного контроллера в шкафу трансформатора.

Если неисправность устранилась, то сигнализация отключается автоматически.

4.3.11.3 В случае возникновения легких неисправностей система не производит мгновенного останова двигателя. Если подобные неисправности возникают при остановленном двигателе, то оператору разрешается произвести запуск двигателя с последующим выявлением неисправности (дефекта) и его устранением.

4.3.11.4 Сигнализация серьезных неисправностей (запрещающих эксплуатацию оборудования).

Возникновение неисправностей, которые ведут к автоматическому отключению двигателя:

- внешняя неисправность;
- неисправность силового блока;
- превышение тока ВПЧА;
- перегрузка двигателя;
- аварийный нагрев трансформатора;
- пропадание главного источника питания;
- потеря сигнала задания в течение установленного времени при работе в удаленном режиме;

- потеря обратного сигнала технологического параметра при работе в замкнутом режиме.

При возникновении серьезных неисправностей система выдает сообщение о неисправности снимает выходное напряжение ВПЧА, и подает команду на снятие входного высокого напряжения выдачей команды на выключение вводной высоковольтной ячейки. Система делает соответствующую запись в журнале аварий.

4.3.11.5 Во время возникновения серьезных неисправностей система мгновенно сигнализирует об этом и автоматически отключает высокое напряжение. При этом двигатель останавливается самостоятельно, и причина неисправности записывается. Если неисправность самоустранилась, сообщение о неисправности и команда на отключение высокого напряжения продолжают сохраняться. Только при полном устранении неисправности и восстановлении функциональности, квитировании неисправности (при помощи кнопки **Сброс неисправности**), система возвращается в режим ожидания двигателя и разрешает его запуск.

В том случае, когда по какой-либо причине высокое напряжение не отключилось, то оператор может сделать это вручную при помощи кнопки ручного управления **Отключить высокое напр.**, расположенной на двери шкафа силовых блоков и управления.

4.3.11.6 Диагностика и возможные методы устранения неисправностей ВПЧА.

Система управления ВПЧА имеет систему диагностики неисправностей. Она четко определяет место возникновения неисправностей и выдает справку об этом на терминале панельного компьютера. Оператор может, на основании предоставленных ВПЧА данных, предпринять меры по устранению неисправностей.

Перечень неисправностей, устранение которых возможно произвести в процессе технического обслуживания, приведен в таблице 10.

#### 4.4 Действия в экстремальных условиях

4.4.1 При неполадках или отказе отдельных функциональных узлов ВПЧА срабатывает световая сигнализация индикатор «Неисправность» на лицевой панели шкафа силовых блоков и управления. ВПЧА снимает выходное напряжение и дает команду входной высоковольтной ячейке на включение входного напряжения ВПЧА

4.4.2 При возникновении аварийных условий эксплуатации необходимо осуществить аварийный останов двигателя.

Аварийный останов двигателя осуществляется в следующих случаях:

- авария ВПЧА;
- нажата кнопка **Отключить высокое напр.** на ВПЧА;
- нажата кнопка **Аварийное отключение** расположенная в непосредственной близости от двигателя.

При аварийном останове автоматически снимается напряжение с двигателя, снимается напряжение с ВПЧА и загорается индикатор «Неисправность» на дверце шкафа силовых блоков и управления.

4.4.3 В случае возникновения необходимости экстренной эвакуации обслуживающего



персонала следует:

- отключить по возможности ВПЧА в соответствии с принятыми в эксплуатирующей организации инструкциям;
- предпринять меры по ликвидации чрезвычайной ситуации в соответствии с нормативными документами и внутренним распорядком предприятия;
- эвакуировать персонал с места, представляющего опасность для жизни человека.

## 5 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

### 5.1 Меры безопасности при техническом обслуживании

**ВНИМАНИЕ:** КРОМЕ ТЕХНИЧЕСКИХ МЕР ДОЛЖНЫ ПРИМЕНЯТЬСЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА.

5.1.1 К техническому обслуживанию ВПЧА может быть допущен только квалифицированный обслуживающий персонал, имеющий группу по электробезопасности не ниже IV, предусмотренную действующими правилами охраны труда при техническом обслуживании электроустановок.

Этот персонал должен внимательно ознакомиться со всеми предупреждениями и процедурами управления, приведенными в настоящем руководстве по эксплуатации

5.1.2 Техническое обслуживание следует производить только после отключения напряжения. Вывода ВПЧА в ремонт.

5.1.3 Предметы, находящиеся рядом, или соприкасающиеся с аппаратурой, установленной в шкафы, не должны иметь статического напряжения.

5.1.4 **ВНИМАНИЕ:** ЗАПРЕЩАЕТСЯ ОТКЛЮЧАТЬ ПИТАНИЕ ШКАФА УПРАВЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ ВПЧА, ТАК КАК ЭТО МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ВЫХОДУ ИЗ СТРОЯ СИЛОВЫХ БЛОКОВ.

5.1.5 ЗАПРЕЩАЕТСЯ СКЛАДИРОВАТЬ В ШКАФАХ ВПЧА ИЛИ В НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ БЛИЗОСТИ ОТ НИХ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИЕСЯ И ВЗРЫВООПАСНЫЕ ВЕЩЕСТВА.

5.1.6 При техническом обслуживании рекомендуется убедиться в том, внутренние агрегаты не горячие и не несут на себе электрических зарядов, прежде чем к ним прикасаться.

5.1.7 **ВНИМАНИЕ:** НЕОБХОДИМО УЧИТЫВАТЬ, ЧТО ПРИ ОТКЛЮЧЕНИИ ПИТАНИЯ НАПРЯЖЕНИЕ В ШКАФУ ОСТАЕТСЯ НА ШИНАХ ГЛАВНЫХ ЦЕПЕЙ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ.

5.1.8 При техническом обслуживании необходимо соблюдать принцип работы одной рукой.

5.1.9 Обслуживающий персонал, проводящий техническое обслуживание в целях безопасности должен носить защитную обувь.

5.1.10 ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПОДСОЕДИНЯТЬ ИЛИ РАЗМЫКАТЬ ДАТЧИКИ, КАБЕЛИ, ОПТОВОЛОКОННЫЕ КАБЕЛИ, НАХОДЯЩИЕСЯ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ.

5.1.11 При техническом обслуживании или замене силового блока необходимо отключить высокое напряжение, ВПЧА должен быть выведен в ремонт, только после этого разрешается открывать дверь шкафа и, удостоверившись, что погасли сигнальные лампы силовых блоков, приступить к отключению силового блока.

5.1.12 Не допускается подключение вводного высоковольтного питания на выходные концы ВПЧА, т.к. это повлечет за собой серьезные неисправности ВПЧА.

5.1.13 Не допускается проверять параметры изоляции выходных выводов ВПЧА высоковольтным прибором, так как это может привести к выходу из строя полупроводниковых элементов силовых блоков.

## 5.2 Технический осмотр

5.2.1 Технический осмотр состояния шкафов ВПЧА и установленного в них оборудования необходимо производить не реже одного раза в год, а также после каждого отключения из-за возникновения серьезных неисправностей.

Во время осмотров необходимо выполнять мероприятия, указанные в таблице 9.

5.2.2 Перечень неисправностей, устранение которых возможно произвести в процессе технического осмотра, приведен в таблице 10.

Таблица 9 - Мероприятия, выполняемые во время осмотров

Вид работ	Периодичность	Описание работ, требования, рекомендации
Проверка температуры окружающей среды	Ежедневно	Проверить температуру и состояние вентиляции в помещении, где установлен ВПЧА. Температура в помещении должна быть от плюс 1 до плюс 40 °С.
Поддержка чистоты помещения	Ежедневно	Влажная уборка в помещении
Проверка стабильности работы ВПЧА	Ежедневно	Убедиться в отсутствии ненормальных шумов и вибраций, а так же запахов перегретого оборудования; проверить вытяжку фильтра вентиляции
Отчистка внутри шкафов	Не реже одного раза в полгода	Произвести отчистку пола внутри шкафов пылесосом
Отчистка печатных плат	Не реже одного раза в полгода	Произвести аккуратную отчистку внутри шкафов пылесосом. Рекомендуется пользоваться пластмассовым наконечником, чтобы не повредить оборудование
Проверка контактных соединений	Через 1 месяц после ввода в эксплуатацию, затем не реже одного раз в год	Подтянуть крепления входящих и выходящих контактов трансформатора, силовых блоков, питания управления
Отчистка/замена воздушных фильтров	При необходимости	Прочистить/заменить фильтры шкафов
Замена вентиляторов	При наработке более 30000 часов	Заменить вентиляторы
Проверка изоляции	Каждые 2 года	Проверить электрическое сопротивление
Проверка заземления	Каждые 2 года	Проверить заземление корпусов шкафов, дверей, клемм заземления внутри шкафов

Окончание таблицы 9

Вид работ	Периодичность	Описание работ, требования, рекомендации
Сохранение параметров	После изменения параметров настройки системы	Произвести записи параметров настройки системы
Запись неисправностей	При необходимости	Делать записи о работе ВПЧА в журнале учета сбоев и неисправностей

Таблица 10 - Перечень неисправностей, устранение которых возможно произвести в процессе технического осмотра

Неисправность	Способ устранения	Примечание
Неисправность предохранителя силового блока	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проверить надежность крепления подводящих проводов на входных контактах силового блока;</li> <li>- проверить целостность входного предохранителя силового блока</li> </ul>	
Перенапряжение в шине постоянного тока питания силовых блоков	Увеличить время торможения в меню параметров ВПЧА	
Перегрев силового блока	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проверить температуру окружающей среды: не выходит ли она за рамки рабочего диапазона окружающей среды в месте эксплуатации;</li> <li>- проверить работу вентиляторов охлаждения в шкафу силовых блоков: нет ли препятствий в каналах охлаждения по входу и выходу воздушного потока;</li> <li>- удостовериться в том, что ВПЧА не работает на протяжении долгого времени в режиме перегрузки;</li> <li>- проверить состояние разъема от датчика температуры силового блока</li> </ul>	

Продолжение таблицы 10

Неисправность	Способ устранения	Примечание
Неисправность IGBT-транзисторов силового блока	<ul style="list-style-type: none"> <li>- удостовериться в отсутствии короткого замыкания между выходными контактами силового блока L1 и L2;</li> <li>- проверить целостность изоляции на двигателе;</li> <li>- убедиться в том, что система не работает в режиме перегрузки;</li> <li>- убедиться в том, что отсутствуют механические неисправности в нагрузке</li> </ul>	
Мигание индикатора «Неисправность»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проверить плотность закрытия дверей;</li> <li>- проверить исправность датчиков закрытия дверей;</li> <li>- проверить контакты датчиков;</li> <li>- проверить состояние автоматических выключателей по цепям питания вентиляторов</li> </ul>	
Превышение тока двигателя	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проверить работу двигателя, рабочего механизма;</li> <li>- проверить состояние изоляции обмотки двигателя и проводов;</li> <li>- проверить напряжение источника питания (величину силового напряжения)</li> </ul>	
ВПЧА не запускает двигатель	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проверить параметры настройки ВПЧА;</li> <li>- удостовериться, что высокое напряжение включено;</li> <li>- удостовериться, что силовая схема собрана правильно</li> </ul>	
Перегрев трансформатора	<ul style="list-style-type: none"> <li>- убедиться, что подключены цепи защиты от перегрева силового трансформатора;</li> <li>- проверить целостность изоляции на выходных проводах трансформатора;</li> <li>- проверить выходы вторичных обмоток трансформатора на предмет КЗ;</li> <li>- убедиться в том, что ВПЧА работает без перегрузки;</li> <li>- проверить исправность датчиков температуры;</li> <li>- проверить температуру окружающей среды на допустимую норму;</li> <li>- проверить исправность вентиляторов охлаждения трансформатора;</li> </ul>	По умолчанию сигнал о повышенном нагреве трансформатора будет подаваться при температуре более 130°C

Окончание таблицы 10

Неисправность	Способ устранения	Примечание
	- проверить настройки сигнализации повышенного нагрева трансформатора	
Сгорел предохранитель на силовом блоке	заменить силовой блок	Возможна работа ВПЧА в режиме с байпасом силового блока при предварительной активации данной функции в меню

## 6 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

6.1 Текущий ремонт ВПЧА рекомендуется проводить один раз в год.

6.2 При текущем ремонте необходимо устранить дефекты, обнаруженные при техническом осмотре, а также выявить элементы, требующие текущего ремонта.

6.3 Силовые блоки в шкафу силовых блоков и управления идентичные и взаимозаменяемые. В случае, если какой-то силовой блок выйдет из строя, его можно заменить.

Для замены силового блока необходимо выполнить последовательно следующее действие:

- а) остановить двигатель;
- б) вывести ВПЧА из состояния работы;
- в) отключить высокое напряжение;
- г) перевести вводную ячейку ВПЧА в состояние, исключающее возможность подачи высокого напряжения на ВПЧА, нажать и зафиксировать кнопку ручного отключения высокого напряжения на двери шкафа силовых блоков и управления, перевести ВПЧА в ремонт;
- д) открыть дверь шкафа силовых блоков и управления;
- е) дождаться, пока погаснут сигнальные индикаторы силовых блоков;
- ж) отключить оптоволоконные кабели от разъемов ХТ и ХР вышедшего из строя силового блока;
- з) открутить ключом входные контакты R, S и T и выходные контакты L1 и L2;
- и) отсоединить входные и выходные кабели от вышедшего из строя силового блока;
- к) освободить крепежные болты вышедшего из строя силового блока;
- л) снять (не прикладывая больших усилий) с направляющих вышедший из строя силовой блок;
- м) установить запасной силовой блок;
- н) выполнить вышеуказанные операции в обратном порядке.

После окончания работ по замене силового блока вывести ВПЧА из ремонта, подать питание и начать работу ВПЧА.

6.4 После замены силового блока следует составить акт с подробным описанием выявленной неисправности и сообщить сервисной службе изготовителя ВПЧА о необходимости ремонта силового блока.

## **7 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ**

7.1 Условное обозначение сочетания транспортной тары с внутренней упаковкой - К/ВУ-ПА-2 по ГОСТ 23216-78.

7.2 Условия транспортирования ВПЧА в транспортной таре в части воздействия механических факторов – С по ГОСТ 23216-78, кроме воздушного транспорта, включая транспортирование морем.

Крепление в транспортных средствах и транспортирование ВПЧА должно осуществляться в соответствии с правилами, действующими на транспорте данного вида.

7.3 Условия транспортирования ВПЧА в транспортной таре в части воздействия климатических факторов – 5 (ОЖ4) по ГОСТ 15150-69.

7.4 Срок транспортирования ВПЧА – не более 3 месяцев.

7.5 Условия хранения комплекта поставки ВПЧА-Т-06/130-УХЛ4:

- шкаф трансформатора, шкаф силовых блоков и управления – в неотапливаемом закрытом помещении при температуре не ниже минус 40 °С.

- комплект элементов системы управления, силовые блоки, комплект ЗИП – в закрытом отапливаемом помещении при температуре от плюс 5 до плюс 40 °С

7.6 Срок хранения ВПЧА в упаковке, выполненной изготовителем ВПЧА, до ввода в эксплуатацию – 1 год.

7.7 При хранении ВПЧА более установленного срока хранения, потребитель обязан провести переконсервацию своими силами в соответствии с требованиями ГОСТ 9.014-78.

7.8 Попадание атмосферных осадков на любые поверхности ВПЧА не допускается.



## **8 УТИЛИЗАЦИЯ**

По истечении срока эксплуатации ВПЧА необходимо провести его демонтаж с последующей утилизацией.

Демонтаж ВПЧА включает в себя разборку металлоконструкции, крепежных элементов, монтажных токопроводов и проводников, комплектующей аппаратуры.

Демонтированный ВПЧА не содержит элементов представляющих опасность для жизни человека и окружающей среды, поэтому специальных требования к проведению утилизации не устанавливаются.

Утилизацию провести любым методом, не оказывающим отрицательного экологического воздействия на окружающую среду.