

Общество с ограниченной ответственностью

«Инженерное бюро «ЦЕВЛАП»

РУКОВОДСТВО ПО МОНТАЖУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ШКАФА УПРАВЛЕНИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИЕЙ

КИТ-ДХХ-10Х

Ростов-на-Дону  
2009



## Содержание

Комплект поставки.....	3
Маркировка.....	3
Меры безопасности.....	4
1. Назначение.....	5
2. Области применения.....	5
3. Принцип действия и функции .....	6
4. Состав ШУ.....	8
5. Органы управления и индикации.....	11
6. Дистанционное управление и сигнализация.....	13
7. Настройка параметров основных и защитных функций.....	14
8. Задание требуемого давления.....	19
9. Автоматический режим.....	20
10.Монтаж.....	23
11.Ввод в эксплуатацию.....	24
12.Периодический контроль и обслуживание .....	28
13.Демонтаж и утилизация.....	29
14.Технические характеристики.....	30



## Комплект поставки

В комплект поставки входят:

- шкаф управления 1 шт.;
- ключ от замка на дверце шкафа 1 шт.;
- руководство по монтажу и эксплуатации ШУ 1 экз.;
- руководство по эксплуатации преобразователя частоты 1 экз.;
- схема электрическая принципиальная 2 листа;
- схема внешних соединений 1 лист.

## Маркировка





## **Меры безопасности**

К работам по монтажу и обслуживанию шкафа управления должен допускаться квалифицированный персонал. Необходимо соблюдать требования «Межотраслевых правил по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок», «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил устройства электроустановок».

Перед выполнением работ необходимо изучить в полном объёме данный документ, прилагаемые схемы и дополнительные материалы, поставляемые вместе со шкафом управления.



## 1. Назначение

Шкафы управления (ШУ) серии КИТ-ДХХ-10Х предназначены для управления трехфазными асинхронными электродвигателями центробежных насосных агрегатов, входящих в состав насосных станций повышения давления. Основной задачей ШУ этой серии при работе в автоматическом режиме является поддержание заданного давления в напорном трубопроводе при переменных объемах потребления перекачиваемой жидкости и переменном давлении во всасывающем трубопроводе станции.

## 2. Области применения

ШУ серии КИТ-ДХХ-10Х применяются для управления насосными станциями в системах:

- хозяйственно-питьевого водоснабжения жилых и общественных зданий, жилых микрорайонов, населенных пунктов, промышленных предприятий;
- производственного водоснабжения предприятий;
- оборотного водоснабжения.

Все насосные агрегаты станции должны иметь одинаковые номинальные характеристики, а выходы насосов должны объединяться в один напорный трубопровод, в котором устанавливается датчик давления. Типовая гидравлическая схема насосной станции приведена на рисунке 1.

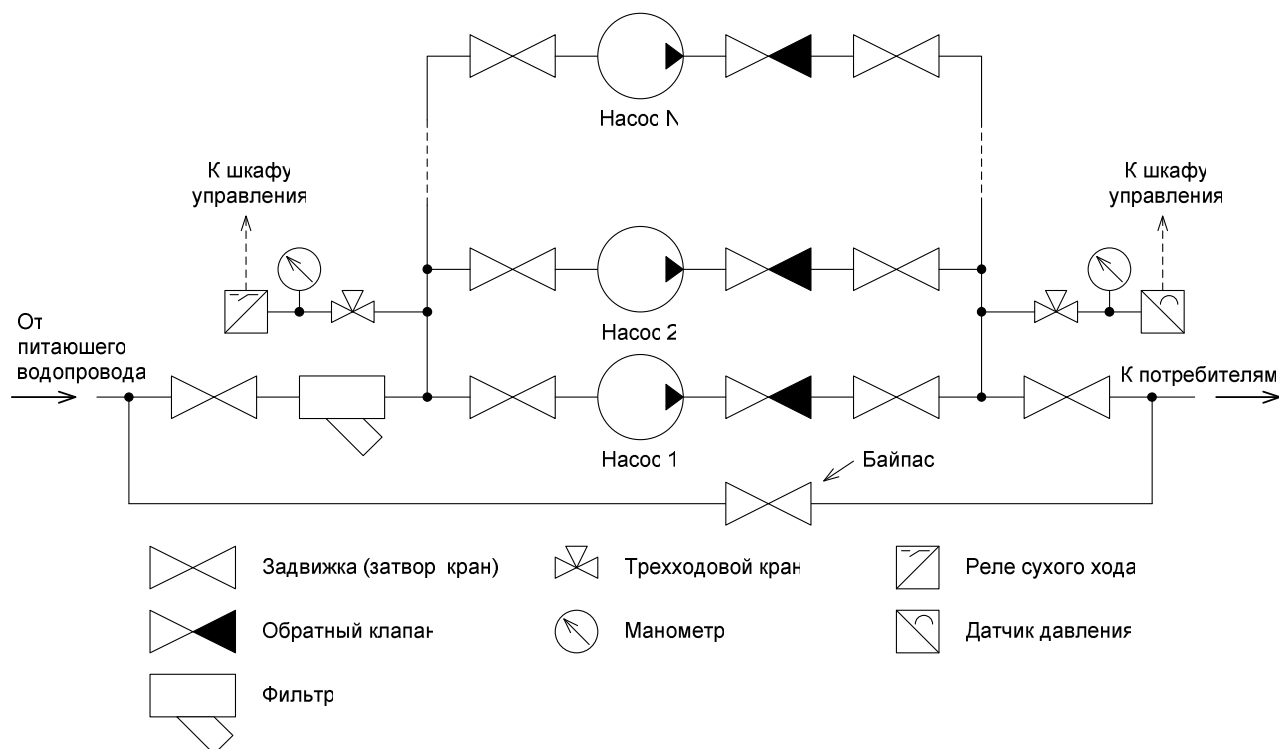


Рисунок 1. Типовая гидравлическая схема насосной станции повышения давления.

### 3. Принцип действия и функции

Поддержание заданного давления в напорном трубопроводе насосной станции обеспечивается за счет регулирования производительности станции в соответствии с текущим потреблением перекачиваемой жидкости и давлением во всасывающем трубопроводе. Регулирование производительности станции осуществляется плавным регулированием производительности одного насоса при помощи преобразователя частоты (ПЧ) и дополнительным включением необходимого числа насосов на полную производительность. ПЧ может изменять частоту и напряжение питания электродвигателя одного насоса от нуля до номинальных значений, при этом изменяется скорость вращения рабочего колеса и производительность насоса. Регулировка производительности насоса выполняется на основе сигнала аналогового датчика давления, установленного в напорном трубопроводе. Выход датчика подключен к измерительному входу ПЧ. Регулировка производительности одного насоса осуществляется преобразователем частоты автоматически, однако, подключением двигателей насосов к ПЧ или питающей сети, а также включением и выключением ПЧ управляет



программируемый логический контроллер (ПЛК) согласно заложенной в нём программы. ПЛК считывает информацию о состоянии ПЧ, параметрах его работы и подаёт управляющие команды через цифровой интерфейс RS485. На входы контроллера подаются сигналы о положении переключателей на дверце ШУ, о состоянии автоматических выключателей защиты двигателей, сигналы внешних систем автоматики. Эти сигналы обрабатываются программой контроллера, которая управляет устройствами ШУ через выходные реле ПЛК. Подробно работа контроллера описана в пункте 9.

Основные функции ШУ в автоматическом режиме:

- автоматическое поддержание заданного давления;
- автоматическое подключение дополнительных насосов при недостаточной производительности работающих с использованием усовершенствованного алгоритма, снижающего колебания выходного давления;
- полная остановка насосов при достижении входным давлением требуемого выходного;
- автоматическая смена насосов через заданный интервал времени непрерывной работы для выравнивания износа;
- автоматическая смена насоса при аварийном отключении одного из работающих насосов.

Защитные функции:

- защита от КЗ в ШУ;
- защита от КЗ в двигателе насоса;
- защита от перегрузки двигателя по току;
- защита от КЗ в преобразователе частоты;
- защита от несоответствия параметров питающей сети допустимым нормам;
- возможность подключения внешних устройств для защиты насосов от работы всухую.



## 4. Состав ШУ

Конструктивно шкафы управления серии КИТ-ДХХ-10Х выполняются в виде металлического шкафа с открывающейся передней дверцей, на которой размещены переключатели управления и сигнальные индикаторы. Внутри шкафа на монтажной панели размещены защитные и коммутационные электрические аппараты, устройства автоматики, а также соединительные и конструктивные элементы. При номинальной мощности электродвигателя одного насоса выше 1,5 кВт в боковых стенках шкафа выполняются вентиляционные решетки. Дверца шкафа фиксируется в закрытом состоянии поворотным замком, ключ к которому входит в комплект поставки ШУ. Для ввода подключаемых кабелей в днище ШУ предусмотрены герметичные кабельные вводы. В задней стенке имеются отверстия для крепления шкафа к стене или специальной стойке.

Преобразователь частоты размещается в левой верхней части монтажной панели. В нижней части монтажной панели устанавливаются клеммные зажимы для подключения силовых и сигнальных кабелей. Подключение необходимо выполнять в соответствии со схемой подключения ШУ прилагаемой к руководству по эксплуатации.

Расположение остальных элементов ШУ может варьироваться в зависимости от мощности двигателей насосов, числа и габаритов используемых компонентов, требуемых условий их охлаждения, удобства монтажа и обслуживания. Типовое расположение элементов шкафа управления насосной станцией на базе трех насосов приведено на рисунке 3. Перечень компонентов и их назначение описаны в таблице 1.



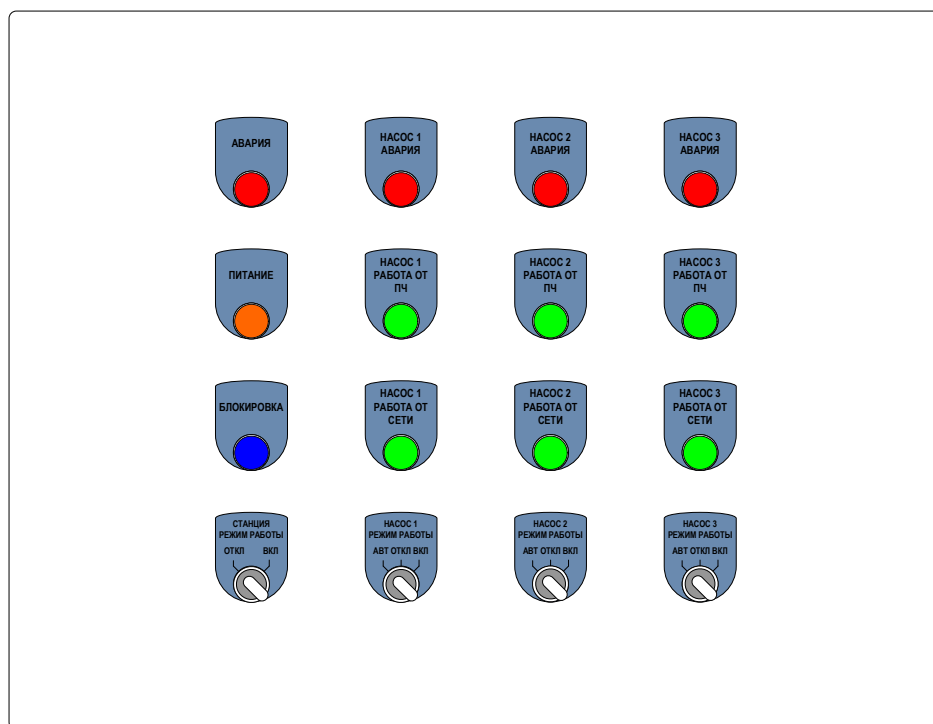


Рисунок 2. Внешний вид ШУ серии КИТ-Д33-103

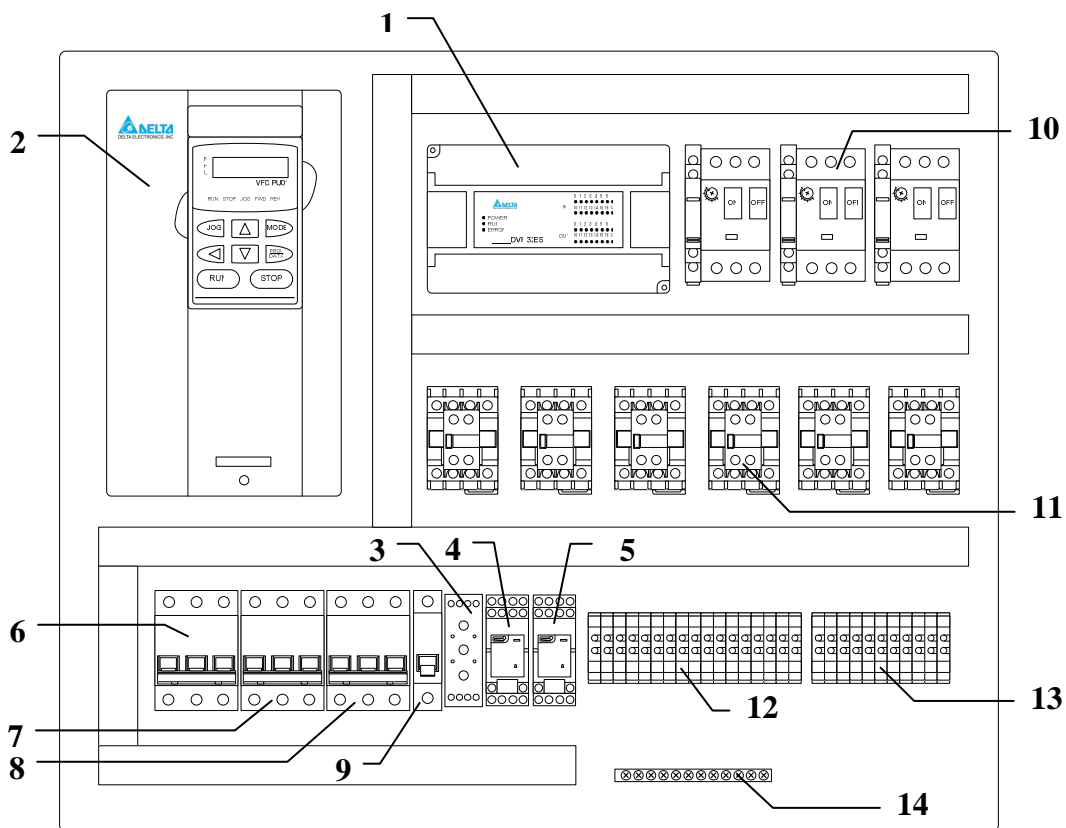


Рисунок 3. Типовое расположение элементов ШУ серии КИТ-Д33-103



Таблица 1. Назначение компонентов ШУ

Номер по рис. 3	Тип компонента	Позиционное обозначение	Назначение
1	Программируемый логический контроллер (ПЛК)	A3	Осуществляет управление элементами ШУ для выполнения функций ШУ в автоматическом режиме.
2	Преобразователь частоты (ПЧ)	A2	Управляет электродвигателем одного насоса на основе сигнала датчика обратной связи. Защищает подключенный электродвигатель от перегрузок по току и КЗ.
3	Реле контроля фаз (РКФ)	A1	Контролирует параметры питающей сети. При недопустимых отклонениях питания обесточивает цепи управления ШУ.
4	Промежуточное реле дистанционного включения станции	K1	Предназначено для разделения внешних цепей дистанционного управления и внутренних цепей ШУ.
5	Промежуточное реле дистанционной сигнализации аварии	K2	Обеспечивает отсутствие электрической связи между цепями ШУ и внешними цепями дистанционной сигнализации.
6	Вводной автоматический выключатель	QF1	Обеспечивает защиту питающей сети от перегрузок по току и КЗ в ШУ.
7	Автоматический выключатель защиты ПЧ	QF2	Защищает силовые цепи ЩУ от КЗ в ПЧ.
8	Автоматический выключатель защиты цепей управления	QF3	Обеспечивает защиту цепей ШУ от КЗ в цепях управления.
9	Автоматический выключатель защиты внешних устройств	QF4	Обеспечивает защиту цепей ШУ от КЗ и токовых перегрузок во внешних устройствах дистанционного управления и сигнализации.
10	Автоматические выключатели защиты двигателей	KK1 – KK3	Обеспечивают защиту электродвигателей и кабелей их питания от перегрузок по току и КЗ.
11	Электромагнитные контакторы	KM1 – KM6	Осуществляют коммутацию электродвигателей насосов к питающей сети или ПЧ.
12	Клеммная колодка силовых присоединений	X1	Предназначена для подключения кабеля питания ШУ, а также кабелей питания электродвигателей насосов.
13	Клеммная колодка сигнальных присоединений	X2	Предназначена для подключения сигнальных кабелей от внешних устройств автоматики.
14	Шина заземления РЕ	X3	Предназначена для объединения проводников цепи заземления.



## 5. Органы управления и индикации

ШУ имеет органы управления и индикации, которые помогают определить состояние всей насосной станции и насосных агрегатов в отдельности, а также управлять режимами их работы. Основные органы управления и индикации, которые наиболее часто необходимы при эксплуатации насосной станции, вынесены на дверцу шкафа и доступны снаружи при закрытой дверце. Также, некоторые устройства автоматики внутри шкафа имеют индикаторы состояния и средства управления, необходимые для настройки параметров основных и защитных функций ШУ.

Элементы на дверце ШУ сгруппированы в вертикальные столбцы (рисунок 2). В левом столбце сверху расположены световые индикаторы, отражающие общее состояние станции. Назначение индикаторов приведено в таблице 2. Внизу столбца установлен двухпозиционный переключатель включения всей станции. Переключатель имеет следующие положения:

«ОТКЛ.» - работа станции остановлена, все насосы отключены, светится индикатор «БЛОКИРОВКА»;

«ВКЛ.» - работа станции разрешена, насосы работают в соответствии с заданными режимами.

Остальные столбцы отражают состояние и позволяют задать режимы управления каждого насоса отдельно. Каждому насосу соответствует один столбец. Внизу столбца насоса расположен трехпозиционный переключатель выбора режима управления этим насосом. Положения переключателей имеют следующие значения:

«ОТКЛ.» - насос отключен;

«АВТ.» - насос разрешен к использованию в автоматическом режиме, включением насоса управляет ПЛК;

«ВКЛ.» - насос работает от сети на максимальной производительности независимо от работы других насосов и без контроля выходного давления, насос отключается при местной или дистанционной блокировке станции.



Таблица 2. Назначение световых индикаторов на дверце ШУ

Надпись на индикаторе	Цвет индикатора	Значение индикатора
АВАРИЯ	Красный	Аварийное состояние станции. Станция не может работать в автоматическом режиме.
ПИТАНИЕ	Оранжевый	Наличие питания цепей управления.
БЛОКИРОВКА	Синий	Работа станции заблокирована. Станция может быть заблокирована переключателем на дверце шкафа или дистанционно (см. пункт б).
АВАРИЯ НАСОСА X	Красный	Аварийное состояние насоса номер X. Насос отключен и не используется в автоматическом управлении.
РАБОТА НАСОСА X ОТ СЕТИ	Зеленый	Насос номер X работает от питающей сети на максимальной производительности.
РАБОТА НАСОСА X ОТ ПЧ	Зеленый	Насос номер X работает под управлением преобразователя частоты.

Автоматические выключатели защиты цепей ШУ имеют рукоятку взвода и отключения и могут использоваться для управления питанием всего ШУ или отдельных его цепей. Полное отключение ШУ может понадобиться при выполнении работ по обслуживанию или ремонту насосной станции. Отключение отдельных цепей ШУ помогает локализовать неисправность ШУ при возможном её возникновении. Отключенному состоянию автоматического выключателя соответствует нижнее положение его рукоятки, а включенному – верхнее.

Автоматические выключатели защиты двигателей имеют клавиши включения и выключения, а также поворотный движок для настройки уровня срабатывания защиты от перегрузки по току электродвигателя насоса.

Состояние питающей сети ШУ можно оценить по индикации на реле контроля фаз. Могут использоваться различные типы РКФ, поэтому описание конкретно типа РКФ, установленного в поставляемом ШУ, приводится в приложении.

На лицевой панели управляющего ПЛК имеются светодиодные индикаторы, которые отражают состояния входных линий и выходных реле, а также индикаторы «POWER» - питание контроллера, «RUN» - работа программы контроллера и «ERROR» - ошибка выполнения программы. Эти индикаторы



помогают контролировать правильность работы ПЛК и выявлять неисправности ШУ в случае их возникновения.

Наиболее развитую систему индикации и управления имеет преобразователь частоты. В ШУ серии КИТ-ДХХ-10Х в зависимости от мощности электродвигателей насосов применяются ПЧ производства фирмы Delta Electronics серий VFD-M и VFD-F. На лицевой панели ПЧ расположены цифровой индикатор и функциональные кнопки, а на панели ПЧ модели VFD-M дополнительно имеется ручка потенциометра задания выходного давления. Для более подробного изучения работы с ПЧ необходимо ознакомиться с прилагаемой инструкцией по эксплуатации установленного преобразователя.

## **6. Дистанционное управление и сигнализация**

Схемой ШУ предусмотрена возможность взаимодействия с внешними устройствами и системами автоматики. Все ШУ серии КИТ-ДХХ-10Х имеют возможность дистанционного управления включением станции и дистанционную сигнализацию аварийного режима и исчезновения питания станции. Дополнительно по заказу возможно оснащение ШУ средствами дистанционного управления и сигнализации работы и аварии каждого насоса отдельно.

Дистанционное управление осуществляется при помощи внешних беспотенциальных (не имеющих электрической связи с источниками напряжения) контактов, подключаемых к соответствующим клеммам ШУ. Если дистанционное управление не используется, то необходимо установить перемычки между соответствующими клеммами. Внешние контакты должны иметь коммутирующую способность не менее 0,1 А при ~250 В.

Для дистанционной сигнализации к клеммам ШУ подключены внутренние беспотенциальные контакты электрических аппаратов входящих в состав ШУ. Контакты способны коммутировать нагрузку с рабочим напряжением до 250 В



при переменном токе или до 30 В при постоянном. Рабочий ток нагрузки должен быть не более 3А.

Питание внешних устройств дистанционного управления и сигнализации может осуществляться от ШУ. Для этого имеются клеммы X2.1 L и X2.2 N. На клемму X2.1 L подано напряжение фазы А питающей линии ШУ через автоматический выключатель с номинальным током 1 А, а к клемме X2.2 N присоединен нулевой рабочий проводник. Заземление внешних устройств дистанционного управления и сигнализации при их питании от ШУ должно осуществляться от шины X3 PE шкафа управления, а сами устройства должны быть отключены от других источников питания.

## **7. Настройка параметров основных и защитных функций**

ШУ серии КИТ-ДХХ-10Х являются универсальными и предназначены для работы с насосными агрегатами различных типов при различных гидравлических схемах их соединения. Для правильной работы основных и защитных функций в условиях конкретной насосной станции при вводе её в эксплуатацию необходимо настроить соответствующие параметры. Настройка осуществляется органами настройки устройств ШУ отвечающих за выполнение этих функций.

ШУ и насосы работают от питающей сети в определенном интервале её напряжений. При выходе напряжения питания за допустимые пределы РКФ отключает цепи управления ШУ от питающей сети и станция останавливается. Также отключение происходит при исчезновении напряжения одной или нескольких фаз, опасном небалансе фаз или при неправильном их чередовании. РКФ позволяет настроить пределы допустимых отклонений электропитания и индицирует аварийное отключение нагрузки. Подробное описание установленного РКФ прилагается. При восстановлении нормального состояния питающей сети РКФ автоматически подает напряжение на цепи управления ШУ и работа станции возобновляется в заданном режиме.



Электродвигатели насосов различных типов могут отличаться по номинальному рабочему току. Для их качественной защиты от токовых перегрузок необходимо точно настроить величину уставки тепловой защиты на автоматах защиты двигателей. При помощи поворотного движка необходимо, ориентируясь по шкале вокруг него, задать ток срабатывания защиты равный номинальному току электродвигателя, используя отвёртку подходящего размера. Если при работе насоса будут происходить отключения автомата защиты двигателя, а замеры токов не выявят перегрузки, то необходимо увеличить уровень срабатывания тепловой защиты, до величины позволяющей работать насосу без ложных отключений. Следует помнить, что чрезмерное завышение уровня тепловой защиты электродвигателя может привести к его повреждению при перегрузке.

Преобразователи частоты входящие в состав ШУ серии КИТ-ДХХ-10Х – это сложные электронные устройства, которые могут применяться для решения широкого круга задач по управлению асинхронными электродвигателями в разных областях промышленности. Они имеют множество разнообразных функций, которые необходимо настроить при вводе насосной станции в эксплуатацию. Настройка работы осуществляется вводом значений программируемых параметров при помощи кнопок на панели ПЧ. Работа с панелью описана в прилагаемом руководстве по эксплуатации ПЧ. Часть программируемых параметров задаётся при изготовлении ШУ, но некоторые параметры должны настраиваться при первом запуске станции исходя из конкретных условий её работы. Значения параметров запоминаются преобразователем в энергонезависимой памяти и сохраняются при выключении питания ПЧ. Изменения необходимо производить при остановленной станции (перевести переключатель режима работы станции в положение «ОТКЛ.»). В случае если внесенные изменения в программируемые параметры ПЧ сложно проанализировать и станция работает некорректно, имеется возможность вернуть все параметры к значениям, устанавливаемым производителем ПЧ по умолчанию.





После этого необходимо восстановить значения параметров устанавливаемых при изготовлении ШУ и снова задать параметры, настраиваемые при запуске станции. В таблицах 3 и 4 приведены списки параметров и их значений, которые используются при работе ШУ в зависимости от серии установленного ПЧ.

Таблица 3. Используемые программируемые параметры ПЧ серии VFD-M

Номер парам.	Название параметра	Диапазон допустимых значений	Значение заводской установки ПЧ	Значение, установленное при изготовлении ШУ	Значение, устанавливаемое при запуске
00	Источник задания выходного давления	00: давление задаётся с цифровой клавиатуры; 04: давление задаётся потенциометром с панели.	00	04	00 или 04
01	Источник управления ПЧ	03: управление через цифровой интерфейс RS485.	00	03	03
02	Способ остановки двигателя	01: мгновенное отключение питания двигателя и остановка на выбеге	00	01	01
03	Максимальная выходная частота	50,0 – 400,0 Гц	60	50	50
10	Время разгона двигателя	0,1 – 600,0 сек.	10,0	10,0	
36	Верхний предел ограничения выходной частоты	0,1 – 400,0 Гц	400	50	50
52	Номинальный ток двигателя	30 – 120 % от ном. тока ПЧ	85	85	Задать в % от пар. 57
57	Номинальный выходной ток ПЧ	Только чтение	##.# ампер		
58	Выбор режима электронного теплового реле	00: стандартный самовентилируемый двигатель; 01: специальный двигатель с независимой вентиляцией; 02: тепловое реле отключено.	02	00	00
59	Характеристика теплового реле. Время в течении которого двигатель может работать с перегрузкой 150%.	30 – 300 сек.	60	30	30
76	Сброс настроек пользователя	00 – 08: не используются; 09: сброс настроек пользователя и возвращение к заводским уставкам (для 50Гц, 380В).	00		Установить 09 для сброса параметров
88	Коммуникационный адрес ПЧ по интерфейсу RS485	01 – 254	01	02	02
89	Скорость передачи данных по интерфейсу RS485	00: 4800 бод; 01: 9600 бод; 02: 19200 бод; 03: 38400 бод.	01	03	03
90	Реакция на потерю связи по интерфейсу RS485	02: обесточивание двигателя и вывод на дисплей «CE10»	00	02	02
91	Время обнаружения потери связи	00: потеря связи не контролируется; 01 – 20 сек.	00	03	03
92	Протокол коммуникации	01: 7, E, 1, Modbus ASCII	00	01	01
114	Режим работы вентилятора	00: выключение через 1 мин.	00	00	





		после остановки ПЧ; 01: включается при пуске, выключается при остановке ПЧ; 02: работает всегда.			
115	Выбор источника сигнала задания ПИД регулятора	01: выбирается в параметре 00	00	01	01
116	Выбор входного терминала для сигнала обратной связи	03: отрицательный сигнал обратной связи, токовый терминал 4...20 мА	00	03	03
117	Коэффициент передачи пропорциональной составляющей ПИД регулятора	0,0 - 10,0	1,0	1,0	
118	Коэффициент передачи интегральной составляющей ПИД регулятора	0,0 - 100,0 сек.	1,0	1,0	
119	Коэффициент передачи дифференциальной составляющей ПИД регулятора	0,0 - 1,0 сек	00	00	
137	Частота вхождения в «спящий» режим	0,0 – 400 Гц	0,0	15	15
138	Частота выхода из «спящего» режима	0,0 – 400 Гц	0,0	15	15

Таблица 4. Используемые программируемые параметры ПЧ серии VFD-F

Номер парам.	Название параметра	Диапазон допустимых значений	Значение заводской установки ПЧ	Значение, установленное при изготовлении ШУ	Значение, устанавливаемое при запуске
1-00	Максимальная выходная частота	50,0 – 120,0 Гц	60	50	50
1-07	Верхний предел выходной частоты	0,0 – 120,0 Гц	60	50	50
1-09	Время разгона двигателя	0,1 – 3600 сек.	10,0	10,0	
2-00	Источник задания выходной частоты	0: цифровая клавиатура	0	0	0
2-01	Источник управления ПЧ	03: управление через цифровой интерфейс RS485.	0	3	3
2-02	Способ остановки двигателя	01: мгновенное отключение питания двигателя и остановка на выбеге	0	1	1
3-15	Режим работы вентилятора ПЧ	0: вентилятор работает всегда; 1: вентилятор работает во время работы двигателя; 2: вентилятор включается при включении двигателя, а выключается через 1 мин. после остановки двигателя; 3: вентилятор работает при температуре радиатора ПЧ выше 60 °С.	0	1	
6-06	Выбор режима электронного теплового реле	0: тепловое реле отключено; 1: стандартный самовентилируемый двигатель; 2: специальный двигатель с независимой вентиляцией.	0	1	1
6-07	Характеристика теплового	30 – 600 сек.	60	30	30



	реле. Время в течении которого двигатель может работать с перегрузкой 150%.				
7-01	Номинальный ток преобразователя	Только чтения	### ампер		
7-02	Номинальный ток двигателя	30 – 120 % от ном. тока ПЧ	100	100	Задать в % от пар. 7-01
9-00	Коммуникационный адрес ПЧ по интерфейсу RS485	1 – 254	1	2	2
9-01	Скорость передачи данных по интерфейсу RS485	0: 4800 бод; 1: 9600 бод; 2: 19200 бод; 3: 38400 бод.	1	3	3
9-02	Реакция на потерю связи по интерфейсу RS485	2: обесточивание двигателя и вывод на дисплей «сЕ10»	0	2	2
9-03	Время обнаружения потери связи	0: потеря связи не контролируется; 1 – 20 сек.	0	3	3
9-04	Протокол коммуникации	0: 7 бит АСЦП	0	0	0
9-05	Проверка четности и стоповые биты	4: проверка четности и 1 стоповый бит	0	4	4
10-00	Выбор входного терминала для сигнала обратной связи	2: токовый терминал АСП1, 4...20 мА	0	2	2
10-03	Коэффициент передачи пропорциональной составляющей ПИД регулятора	0,0 - 10,0	1,0	1,0	
10-04	Коэффициент передачи интегральной составляющей ПИД регулятора	0,00 - 100,0 сек.	1,0	1,0	
10-05	Коэффициент передачи дифференциальной составляющей ПИД регулятора	0,00 - 1,00 сек	0	0	
10-08	Ограничение выходной частоты ПИД регулятора	0,01 – 120 Гц	60	50	50
11-08	Частота вхождения в «спящий» режим	0,0 – 120 Гц	0,0	15	15
11-09	Частота выхода из «спящего» режима	0,0 – 120 Гц	0,0	15	15

ПЧ имеет ряд функций, которые не используются и отключены в ШУ серии КИТ-ДХХ-10Х, но параметры для настройки этих функций доступны для просмотра и изменения с панели ПЧ. Изменение этих параметров не влияет на работу ПЧ в данном применении, однако, значения этих параметров могут быть считаны ПЛК по цифровому интерфейсу. Таким образом, имеется возможность без применения дополнительных аппаратных средств обеспечить настройку режимов работы ПЛК, используя панель ПЧ. Список параметров настройки



режимов работы ПЛК приведен в таблице 5. Подробное описание этих параметров приведено в пункте 9.

Таблица 5. Параметры настройки режимов работы ПЛК

Номер параметра ПЛК	Название параметра	Номер используемого параметра ПЧ серии		Значение, установленное при изготовлении ШУ (ед. измер.)
		VFD-M	VFD-F	
1	Выдержка времени перед началом работы станции	81	5-17	30 (0,1 сек)
2	Частота подключения дополнительного насоса	82	5-18	5000 (0,01 Гц)
3	Выдержка времени перед подключением дополнительного насоса	83	5-19	150 (0,1 сек)
4	Выдержка времени перед отключением дополнительного насоса	84	5-20	50 (0,1 сек)
5	Максимальное время непрерывной работы одного насоса	85	5-21	24 (час)
6	Допустимое отклонение сигнала обратной связи	86	5-22	80 (отн. ед.)

## 8. Задание требуемого давления

При первоначальном запуске насосной станции и во время её эксплуатации может возникнуть необходимость изменения номинального выходного давления.

Номинальное давление задается с панели управления ПЧ в относительных единицах, в соответствии с используемым датчиком выходного давления. Датчик должен иметь стандартный токовый выход 4 – 20 мА. Величина, задаваемая преобразователю частоты, вычисляется по формуле:

$$P_{\text{ном. отн.}} = P_{\text{ном.}} / P_{\text{дат.}} * K,$$

где  $P_{\text{ном.}}$  – необходимое номинальное давление,  $P_{\text{дат.}}$  – диапазон измерения датчика выходного давления,  $K$  – коэффициент пересчета.

Коэффициент пересчета  $K$  зависит от типа ПЧ. Для ПЧ серии VFD-M коэффициент  $K = 50$ , а для ПЧ серий VFD-F и VFD-B коэффициент  $K = 1000$ .



## 9. Автоматический режим

Основные функции обеспечиваются ШУ при работе в автоматическом режиме. Автоматический режим включается при выполнении следующих условий:

- включены вводной автоматический выключатель, автоматический выключатель защиты ПЧ и автоматический выключатель защиты цепей управления;
- напряжение питания ШУ находится в допустимых пределах (сработало РКФ);
- ПЧ готов к работе (есть индикация и отсутствуют сообщения об ошибках);
- есть насосы (хотя бы один) готовые к работе в автоматическом режиме, то есть, включены автоматы защиты их двигателей, переключатели режимов работы этих насосов переведены в положение «АВТ.» и не светятся соответствующие индикаторы аварий;
- не светится индикатор «БЛОКИРОВКА» (переключатель включения станции переведен в положение «ВКЛ.» и замкнуты внешние контакты дистанционного управления включением станции).

После включения автоматического режима ПЛК выдерживает паузу, длительность которой определяется значением параметра 1 настройки ПЛК (Таблица 5). Эта задержка необходима для предотвращения запуска насосов при ошибочных действиях оператора или некорректных кратковременных срабатываниях внешних устройств дистанционного управления включением станции.

Далее ПЛК подключает один из насосов к ПЧ и запускает сам ПЧ. Для включения всегда выбирается насос, который дольше других находится в отключенном состоянии. ПЧ анализирует сигнал датчика выходного давления



станции и регулирует скорость вращения насоса для поддержания требуемого давления.

Если в процессе регулирования выходная частота ПЧ достигает значения заданного параметром 2 (Таблица 5), то ПЛК считает, что подключенный к ПЧ насос работает с максимальной производительностью и необходимо подключить дополнительный насос для увеличения производительности станции. Так как подключение дополнительного насоса сопровождается кратковременным снижением выходного давления, то, для уменьшения числа переключений при частых колебаниях расхода воды, ПЛК выполняет выдержку времени перед подключением дополнительного насоса. Длительность этой выдержки определяется параметром 3 настройки ПЛК. Если при отсчете выдержки выходная частота ПЧ снизилась, то отсчитанное время обнуляется. Дополнительным условием подключения очередного насоса является снижение выходного давления от заданного на величину значения параметра 6 настройки ПЛК. После выполнения этих условий ПЛК останавливает ПЧ, который мгновенно обесточивает двигатель насоса. Затем ПЛК отключает насос от ПЧ, подключает его к питающей сети, подключает следующий насос к ПЧ и запускает его работу в режиме регулирования. Таким образом, производительность станции равна сумме максимальной производительности одного насоса работающего от сети и производительности дополнительного насоса, которая регулируется ПЧ.

Аналогичным образом подключаются следующие насосы в случае превышения текущим расходом жидкости суммарной максимальной производительности работающих насосов. Это происходит до тех пор, пока все готовые к работе в автоматическом режиме насосы не будут включены или производительность насосной станции не достигнет уровня текущего потребления.

При уменьшении расхода жидкости ПЧ снижает выходную частоту питающего напряжения подключенного к нему насоса до минимального уровня, а при дальнейшем уменьшении расхода ПЧ переходит в «спящий» режим и



обесточивает двигатель насоса. Переход ПЧ в «спящий» режим означает для ПЛК, что станция работает с избыточной производительностью. Если нет насосов работающих от сети, то ПЛК оставляет подключенным к ПЧ один насос, который продолжит работу после увеличения расхода и автоматического выхода ПЧ из «спящего» режима. Если один или более насосов работали от сети при переходе ПЧ в «спящий» режим, то ПЛК отключает один из этих насосов после выдержки времени, длительностью заданной параметром 4, и возрастания выходного давления на величину допустимого отклонения (параметр 6 настройки ПЛК). Для отключения ПЛК выбирает насос, который дольше всех работает. Отключение работающего от сети насоса означает резкое снижение производительности станции. ПЧ увеличивает частоту подключенного к нему насоса, компенсируя недостаток производительности. Так как разгон насоса происходит в течение некоторого времени, то может наблюдаться кратковременное снижение выходного давления станции.

При срабатывании (отключении) автомата защиты электродвигателя соответствующий насос отключается и исключается из автоматического режима, а на дверце ШУ включается сигнальный индикатор аварии этого насоса.

Электродвигатель насоса работающего под управлением ПЧ защищается самим ПЧ с использованием встроенных функций. При выявлении аварии электродвигателя ПЧ мгновенно обесточивает его и индицирует код неисправности. ПЛК считывает этот код по цифровому интерфейсу, отключает насос от ПЧ и сигнализирует об аварии свечением индикатора аварии этого насоса на дверце ШУ. Аварийное состояние насоса запоминается ПЛК в энергонезависимой памяти и не сбрасывается при выключении питания. Для снятия запомненного аварийного состояния насоса необходимо перевести переключатель режима работы этого насоса в положение «ОТКЛ.». После отключения аварийного насоса ПЛК подключает к ПЧ другой неработающий насос из числа готовых к работе в автоматическом режиме. Если таких насосов нет, но есть насосы, работающие от сети в автоматическом режиме, то ПЛК



отключает один из них и подключает его к ПЧ. Если нет ни одного насоса, который может работать в автоматическом режиме, станция останавливается и включается сигнальный индикатор «АВАРИЯ».

При выводе насоса из режима автоматического регулирования соответствующим переключателем на дверце ШУ выполняются действия аналогичные отключению насоса в случае выявления его аварии при работе от сети или от ПЧ за исключением индикации аварии насоса.

Алгоритм программы ПЛК обеспечивает смену насосов при переключениях для выравнивания их износа. Так же в ПЛК реализована дополнительная функция смены насосов, в случае если изменения расхода воды не приводили к переключениям. ПЛК отсчитывает время непрерывной работы каждого насоса. Если оно превышает время, заданное в параметре 5 (Таблица 5), то насос считается долго работающим непрерывно и подлежит смене. Для смены этого насоса выбирается насос из числа готовых для работы в автоматическом режиме, который не работает в течение 20% времени определенном параметром 5. Если таких насосов нет, то работающий долго насос продолжает работу до их появления. Также смена долго работающего насоса блокируется на 10 минут после любых переключений.

## 10. Монтаж

Монтаж ШУ включает в себя установку ШУ на заранее подготовленное место и подключение подведенных кабелей. Монтаж должен осуществляться квалифицированными специалистами с соблюдением необходимых мер безопасности.

ШУ должен устанавливаться в вертикальном положении и крепиться к стене или специальной стойке. Для крепления шкафа в его задней стенке имеются отверстия. ШУ необходимо устанавливать в месте удобном для обслуживания. Место установки необходимо также выбирать таким образом, чтобы избежать



попадания влаги (конденсата, брызг воды) на поверхность шкафа, а также исключить возможность затопления шкафа.

Ввод подведенных кабелей выполняется через герметичные кабельные вводы, установленные в днище шкафа, а подключать кабели необходимо к клеммам ШУ в соответствии со схемой подключения. Неправильное подключение ШУ может привести к выходу из строя его элементов, повреждению внешнего оборудования, а также нанести ущерб здоровью людей.

Особое внимание следует уделить правильному выполнению заземления шкафа управления и насосов. Заземление выполняется в зависимости от системы электроснабжения насосной станции в соответствии с ПУЭ.

Сечения проводников подключаемых кабелей необходимо выбирать исходя из номинальных значений протекающих по ним токов с учетом типов кабелей и условий их прокладки.

## 11. Ввод в эксплуатацию

Перед вводом насосной станции в эксплуатацию необходимо выполнить следующие мероприятия.

1) Проверить гидравлическую часть насосной станции:

- герметичность соединений;
- правильность переключений запорной арматуры;
- давление в трубопроводах (давление во всасывающем трубопроводе должно быть больше минимально допустимого для нормальной работы насосов, а давление в напорном трубопроводе – меньше номинального);
- отсутствие воздуха в насосных агрегатах и трубопроводах;
- исправность манометров во всасывающем и напорном трубопроводах.

2) Проверить правильность электромонтажа ШУ и подключенного к нему оборудования.





- 3) Настроить и привести в готовность устройства внешней автоматики, используемые для дистанционного управления и сигнализации (реле «сухого хода», поплавковые переключатели, звонки и т.п.).
- 4) Отключить все автоматические выключатели защиты цепей ШУ и автоматические выключатели защиты двигателей насосов.
- 5) Перевести все переключатели на дверце ШУ в положение «ОТКЛ.».
- 6) Настроить РКФ и автоматические выключатели защиты двигателей насосов.

Первый запуск насосной станции необходимо выполнять в следующей последовательности.

- 1) Подать напряжение питания ШУ.
- 2) Проверить напряжение питания, используя измерительные приборы.
- 3) Включить вводной автоматический выключатель.
- 4) Включить автоматический выключатель защиты цепей управления.
- 5) Проконтролировать срабатывание РКФ. При необходимости привести параметры электропитания ШУ к допустимым нормам. Если РКФ сигнализирует о неправильном чередовании фаз, то необходимо снять напряжение питания ШУ, выключить автоматические выключатели, поменять местами два любых фазных проводника кабеля питания со стороны ШУ и повторить действия с пункта 1.
- 6) Проверить индикацию ПЛК. Должны светиться светодиоды «POWER» и «RUN». Индикаторы состояний входов и выходов анализировать не нужно.
- 7) Проверить индикацию на дверце ШУ. Должны светиться индикаторы «АВАРИЯ», «ПИТАНИЕ», «БЛОКИРОВКА», а также индикаторы аварии всех насосов.
- 8) Привести в рабочее состояние устройства внешней автоматики дистанционного управления и сигнализации.
- 9) Перевести тумблер включения станции в положение «ВКЛ.». Должен погаснуть сигнальный индикатор «БЛОКИРОВКА». Если этого не



произошло, то необходимо проверить работу внешних устройств автоматики дистанционного управления включением станции (реле «сухого хода», поплавковые переключатели и т.п.) с соблюдением мер безопасности.

10) Включить автоматический выключатель защиты электродвигателя насоса 1. Должен погаснуть индикатор «АВАРИЯ НАСОСА 1».

11) Проверить направление вращения насоса 1. Для этого перевести переключатель выбора режима насоса 1 в положение «ВКЛ.». Насос включится в работу от сети и засветится индикатор «РАБОТА НАСОСА 1 ОТ СЕТИ». Затем нужно определить направление вращения насоса 1 и отключить его, переведя переключатель режима в положение «ОТКЛ.». Необходимо минимизировать время работы насоса при проверке направления вращения, однако перед отключением необходимо дождаться завершения разгона насоса. Также при работе насоса от сети необходимо контролировать давление в напорном трубопроводе станции. При его превышении номинального уровня немедленно отключить насос. Для уменьшения давления нагнетаемого насосом можно частично закрыть кран (затвор, задвижку) на выходе насоса или открыть кран байпасной линии, если такая линия имеется.

12) Пункты 10 и 11 повторить для всех насосов.

13) При выявлении неправильного направления вращения насосов необходимо выключить ШУ и отключить его питающее напряжение. Затем необходимо переподключить кабели питания неправильно вращающихся насосов, поменяв местами два фазных проводника каждого кабеля с конца ШУ или двигателя насоса (но не с обоих концов). Для продолжения запуска необходимо перевести органы управления ШУ в исходное состояние и повторить пункты 1 – 13.

14) Перевести переключатель включения станции в положение «ОТКЛ.».

15) Включить автоматический выключатель защиты ПЧ и дождаться начала индикации на его панели управления.



- 16) Настроить ПЧ согласно разделу 7 данного руководства.
- 17) Задать номинальное рабочее давление в соответствии с разделом 8.
- 18) Перевести переключатель включения станции в положение «ВКЛ.».
- 19) Перевести переключатель выбора режима работы насоса 1 в положение «АВТ.». Должен погаснуть индикатор «АВАРИЯ» и станция начнет работу в автоматическом режиме с одним насосом, а на дверце ШУ засветится индикатор «РАБОТА НАСОСА 1 ОТ ПЧ». Работа насоса от ПЧ может сопровождаться высокочастотным звуком, исходящим от двигателя насоса.
- 20) Проверить направление вращения насоса. Оно должно быть правильным. Если направление обратное, то необходимо связаться с поставщиком ШУ для консультации.
- 21) Отключить насос 1 переключателем выбора режима его работы и повторить пункты 19 – 21 для остальных насосов.
- 22) Открыть полностью краны на выходах насосов и закрыть полностью кран байпасной линии (если ограничивалось давление нагнетания насосов).
- 23) Перевести переключатели режимов работы всех насосов в положение «АВТ.» для начала работы станции в автоматическом режиме.
- 24) Необходимо проконтролировать работу насосной станции. Особое внимание необходимо уделить следующим моментам:
  - соответствию установленным параметрам значений выдержек времени перед подключением первого насоса и при переключениях;
  - установившемуся значению выходного давления;
  - колебаниям выходного давления при подключении и отключении дополнительных насосов;
  - рабочим токам электродвигателей;
  - корректной работе устройств внешней автоматики дистанционного управления и сигнализации;
  - давлению во всасывающем трубопроводе;
  - вибрации и звуку работы насосов;



- нагреву элементов ШУ, подключенных кабелей и насосов.

При выявлении недостатков работы ШУ необходимо их устранить, руководствуясь данным документом, а если это невозможно – связаться с поставщиком.

## 12. Периодический контроль и обслуживание

ШУ серии КИТ-ДХХ-10Х могут работать в автоматическом режиме без постоянного присутствия обслуживающего персонала. Однако, для обеспечения максимально длительного срока эксплуатации ШУ, необходимо периодически контролировать работу самого ШУ и подключенного к нему оборудования станции. Интервал выполнения периодического контроля должен выбираться исходя из условий эксплуатации ШУ, интенсивности его работы и требований к надежности насосной станции. Рекомендуется проводить периодический контроль при непрерывной работе станции не реже одного раза в неделю. Периодический контроль должен включать в себя:

- внешний осмотр ШУ с контролем свободного доступа воздуха к вентиляционным отверстиям, отсутствия механических повреждений, влаги и загрязнений на поверхности шкафа;
- проверку положений переключателей и состояний световых индикаторов на дверце шкафа;
- проверку нагрева корпуса ШУ;
- внутренний осмотр ШУ с контролем отсутствия механических повреждений элементов, влаги, загрязнений, посторонних предметов, искрений, задымления, нарушения электрических соединений;
- контроль отсутствия нетипичных звуков, повышенного шума вентиляторов охлаждения ПЧ;
- проверку состояний органов управления и индикации элементов ШУ;



- контроль режима работы ПЧ (выходного тока, частоты, сигнала обратной связи, нагрева, отсутствия ошибок);
- контроль величины заданного давления.

При выявлении недостатков необходимо определить причины их появления и принять меры по их устранению с соблюдением правил безопасности.

Один раз в год, а также при выявлении повышенного нагрева аппаратов ШУ и подходящих к ним проводов, необходимо проверять затяжку клеммных соединений аппаратов ШУ. Для этого необходимо отключить напряжение линии питания ШУ и провести подтяжку винтов клемм аппаратов.

Для вывода насоса из эксплуатации и выполнения работ по его обслуживанию необходимо, помимо перевода соответствующего переключателя на дверце шкафа в положение «ОТКЛ.», отключить автомат защиты электродвигателя этого насоса.

### **13. Демонтаж и утилизация**

Перед демонтажем ШУ необходимо его полностью обесточить. Особое внимание следует уделить отсутствию напряжения на кабеле электропитания ШУ, а также отсутствию напряжений во внешних цепях дистанционного управления и сигнализации. Цепи заземления ШУ должны отключаться после отключения всех остальных присоединений.

ШУ не содержит опасных и драгоценных материалов и может утилизироваться способом, принятым в эксплуатирующей организации для подобного оборудования.



## 14. Технические характеристики

Таблица 6. Технические характеристики

Модель КИТ-ДХХ-10Х-	015-43А	030-43А	045-43А	075-43А	110-43А	150-43А	220-43А	
Мощность одного двигателя, кВт	0,75	1,5	2,2	3,7	5,5	7,5	11	
Ток одного двигателя, А	1,5	3	4,5	7,5	11	15	22	
Потребляемая мощность, кВт	КИТ-Д22-102	1,5	3	4,5	7,5	11	15	22
	КИТ-Д33-103	2,5	4,5	6,6	11,1	16,5	22,5	33
	КИТ-Д44-104	3	6	9	15	22	30	44
Суммарный потребляемый ток, А	КИТ-Д22-102	2,5	4,5	6,6	11,1	16,5	22,5	33
	КИТ-Д33-103	3	6	9	15	22	30	44
	КИТ-Д44-104	6	12	18	30	44	60	88
Номинальное напряжение питания	380В переменного тока							
Вход подключения датчика давления	4 ... 20мА							
Вход дистанционного управления	220В переменного тока; номинальный потребляемый ток 0,1А							
Выход сигнализации	30В постоянного тока, 220В переменного тока; максимальный коммутируемый ток 3А							
Класс защиты	IP22							
Рабочая температура, °С	-10 ... +40							
Температура хранения, °С	-20 ... +60							
Относительная влажность	не более 90% без образования конденсата							