



ООО «ГЛОБУС»

**Шкафы управления насосами серии
Пульсар-М (Control-GL)**

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ



ООО "Глобус"
344013, г. Ростов-на-Дону, ул. Мечникова, д.112
тел. +7 (863) 308-90-90
e-mail: info@globe-it.ru
www.globe-it.ru

Содержание

1.	Введение.....	3
1.1.	Указания по технике безопасности. Общие требования.....	3
1.1.1	Квалификация и обучение обслуживающего персонала.....	4
1.1.2	Опасные последствия несоблюдения указаний по технике безопасности	4
1.1.3	Указания по технике безопасности для потребителя или обслуживающего персонала ...	4
1.1.4	Указания по технике безопасности при выполнении технического обслуживания, контрольных осмотров и монтажа.....	4
1.1.5	Самостоятельное переоборудование и изготовление запасных узлов и деталей	5
2.	Описание и назначение ШУ	5
2.1.1	Алгоритм работы шкафа управления Control-GL	5
2.2	Основные функции системы управления «Пульсар М»	7
3.	Устройство и работа	8
3.1	Внешние органы управления и индикации. Панель управления	8
3.1.1	Общее описание панели управления	8
3.2.2	Включение и работа панели управления.....	9
3.2.3	Основное меню панели управления	10
3.2.4	Настройки станции	11
3.2.5	Настройки насосов	15
3.2.6	Нулевой водоразбор	17
3.2.7	Настройки RS-485.....	18
3.2.8	Сервисные настройки.....	20
3.2.9	Параметры ПЧ	21
3.2.10	Отображение аварий и предупреждений на дисплее панели управления	22
3.2.11	Подробное описание возможных аварий	22
3.2.12	Подробное описание возможных предупреждений.....	23
3.3	Преобразователь частоты.....	23
3.3.1	Назначение	23
3.3.2	Предварительная настройка	23
3.3.3	Коды ошибок преобразователя частоты ATV212.....	27
3.4	ПИД-регулятор.....	29
3.4.1	Общие сведения.....	29
3.4.2	Режимы работы системы и качество управления.....	31
3.4.3	Настройка ПИД-регулятора.....	33
3.4	Автоматический ввод резерва по питанию (ABP).....	33
3.5	Микроклимат шкафа управления	34
4.	Монтаж.....	34
4.1	Механический монтаж	35
4.2	Электрический монтаж.....	36
4.2.1	Подключение электрооборудования	36
4.2.2	Подключение электродвигателей.....	38
5.	Ввод в эксплуатацию	38
5.1	Мероприятия, предшествующие вводу в эксплуатацию	38
5.2	Первоначальный ввод в эксплуатацию.....	38
6.	Техническое обслуживание.....	39
6.1	Указания по периодическому техническому обслуживанию.....	39
6.2	Замена вентилятора преобразователя частоты	40
6.3	Повторное формование конденсаторов	41
7.	Вывод из эксплуатации.....	41
8.	Демонтаж	41
9.	Возможные неисправности	42
10.	Условия хранения и транспортировки	43
11.	Условия эксплуатации	43

1. Введение

Настоящее руководство по эксплуатации (далее РЭ) предназначено для изучения устройства и правил эксплуатации шкафов управления (далее ШУ). Руководство содержит сведения о их назначении, технических характеристиках, составе, использовании, техническом обслуживании, условиях монтажа и эксплуатации, а также хранении и транспортировке.

Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт ШУ должны выполняться квалифицированным персоналом, имеющим группу допуска по энергобезопасности, ознакомленным с устройством и работой ШУ в точном соответствии с данным руководством.

Соблюдение положений настоящего руководства по эксплуатации является обязательным на протяжении всего срока службы изделия.

Компания "ГЛОБУС" оставляет за собой право вносить изменения в техническую документацию и конструкцию изделия с целью улучшения продукции без предварительного уведомления.

Шкафы управления серии Control-GL предназначены для управления группой насосных агрегатов с асинхронными двигателями переменного тока с короткозамкнутым ротором в системах поддержания и регулирования уровня контролируемого параметра (например: давления системы водоснабжения, температуры системы отопления, уровня наполнения резервуаров и т.п.), посредством регулирования оборотов электродвигателей (насосов) при помощи преобразователей частоты (по одному на каждый насос).

1.1. Указания по технике безопасности. Общие требования

Данное руководство содержит принципиальные указания, которые должны выполняться при монтаже, эксплуатации и техническом обслуживании. Перед монтажом и вводом в эксплуатацию РЭ обязательно должно быть изучено обслуживающим персоналом или потребителем. РЭ должно постоянно находиться на месте эксплуатации оборудования.

Потребитель должен обеспечить выполнение всех работ по техническому обслуживанию, контрольным осмотрам и монтажу квалифицированными специалистами, допущенными к выполнению этих работ и в достаточной мере ознакомленными с ними в ходе подробного изучения данного руководства.

Все работы должны проводиться при неработающем оборудовании. Обязательно должен соблюдаться порядок действий отключения оборудования, описанный в руководстве по монтажу и эксплуатации. По окончании работ должны быть вновь установлены или включены все демонтированные защитные и предохранительные устройства.

При монтаже и вводе в эксплуатацию шкафов управления, необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.032 («Работы электромонтажные. Общие требования безопасности»), «Правил безопасной эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил охраны труда при эксплуатации электроустановок потребителей». Монтаж и ввод в эксплуатацию должны выполняться в соответствии с местными нормами техники безопасности.

Прежде чем выполнить какие-либо подключения к шкафу управления, обязательно заранее, не менее чем за 5 минут, отключить электропитание и убедиться, что оно случайно не включится. Это время необходимо для разряда конденсаторов преобразователей частоты.

Не допускается частое включение/отключение питания шкафа управления. Максимальное число циклов включение/отключение питания шкафа управления – два в течении одной минуты, а общее число циклов – 15000.

Запрещается выполнять какие-либо работы по монтажу и подключению шкафа управления при включенном сетевом питании. Запрещается выполнять какие-либо проверки сопротивления и электрической прочности изоляции шкафа управления.

1.1.1 Квалификация и обучение обслуживающего персонала

Персонал, выполняющий эксплуатацию, техническое обслуживание, контрольные осмотры, а также монтаж оборудования, должен быть соответствующе квалифицированно обучен. Если персонал недостаточно квалифицирован, в таком случае необходимо провести необходимые курсы по повышению квалификации сотрудников. В случае необходимости, это может выполняться изготовителем или поставщиком оборудования по поручению потребителя.

1.1.2 Опасные последствия несоблюдения указаний по технике безопасности

Несоблюдение указаний по технике безопасности может повлечь за собой как опасные последствия для здоровья и жизни человека, так и создать опасность для окружающей среды и оборудования. Несоблюдение указаний по технике безопасности может также сделать недействительными любые требования по возмещению ущерба. В частности, несоблюдение требований техники безопасности может вызвать:

- угрозу для здоровья и жизни персонала вследствие воздействия электрических факторов;
- отказ важнейших функций оборудования;
- отказ от предписанных методов технического обслуживания и поддержания исправности;
- снятие гарантийных обязательств.

1.1.3 Указания по технике безопасности для потребителя или обслуживающего персонала

Не демонтировать на работающем оборудовании блокирующие или предохранительные устройства. При проведении технического обслуживания необходимо отключить оборудование от электрической сети!

1.1.4 Указания по технике безопасности при выполнении технического обслуживания, контрольных осмотров и монтажа

Потребитель должен обеспечить выполнение всех работ по техническому обслуживанию, контрольным осмотрам и монтажу квалифицированными специалистами, допущенными к выполнению этих работ и в достаточной мере ознакомленными с ними в ходе подробного изучения руководства по монтажу и эксплуатации.

Потребителем должен обязательно соблюдаться порядок действий отключения оборудования, описанный в руководстве по эксплуатации.

Сразу же по окончании работ должны быть снова установлены или включены все демонтированные защитные или предохранительные устройства.

1.1.5 Самостоятельное переоборудование и изготовление запасных узлов и деталей

Переоборудование или модификацию устройств разрешается выполнять только по договоренности с изготовителем. Фирменные запасные узлы и детали, а также разрешенные к использованию фирмой-изготовителем комплектующие принадлежности призваны обеспечить надежность эксплуатации.

Применение сторонних узлов и деталей непредусмотренных производителем, может вывести из строя проданное оборудование, повлечь угрозу жизни и здоровью обслуживающему персоналу. При этом потребитель лишается всяких гарантийных обязательств компании производителя.

2. Описание и назначение ШУ

2.1.1 Алгоритм работы шкафа управления Control-GL

Система управления типа «Пульсар М» (Control-GL) осуществляет управление всеми подключенными электродвигателями (насосами). Количество управляемых электродвигателей (насосов) может быть от двух до шести. Каждый электродвигатель (насос) управляется при помощи преобразователя частоты. При нехватке производительности данного электродвигателя (насоса) свободный электродвигатель (насос) с максимальным временем простоя подключается к следующему преобразователю частоты и регулирование продолжается.

При подаче питания на шкаф управления в течение некоторого времени проводится инициализация (опрос и предварительная настройка оборудования). При отсутствии сбоев и неисправностей, шкаф управления переходит в режим контроля, поддержания и регулирования заданного значения давления.

Шкаф управления работает в автоматическом режиме. Для анализа выходного давления применяется датчик (преобразователь) давления с токовым выходом 4...20 мА. Поддержание заданного значения давления осуществляется посредством изменения производительности насосов при помощи преобразователей частоты.

Один преобразователь частоты выбирается мастером. С мастера на панель передаются данные о выходном давлении. Остальные ПЧ при этом находятся в режиме ожидания. При помощи преобразователя частоты плавно повышаются обороты насоса, тем самым плавно увеличивается производительность системы до уровня, необходимого для поддержания заданного значения давления.

В случае выхода насоса-мастера на максимальные обороты и при этом его производительности будет недостаточно, шкаф управления подключит дополнительный ПЧ с максимальным временем простоя, ПЧ-мастер при этом продолжает работу. Данный процесс называется "подхватом".

В случае нехватки производительности уже двух насосов процесс "подхвата" будет повторяться до тех пор, пока не будет достигнута необходимая производительность системы для поддержания заданного значения давления.

В случае если выходная частота ПЧ, выбранного мастером, ниже частоты понижения производительности, заданной с панели оператора, а производительность системы при этом выше необходимой для поддержания заданного значения давления, то будет отключен один из дополнительных ПЧ. ПЧ-мастер при этом продолжает процесс поддержания заданного значения давления.

Шкаф управления учитывает время наработки насосов и применяет периодическое чередование их с целью равномерного износа и исключения их заиливания. В случае долгой работы одного из насосов, он отключается и вместо него включается исправный насос с максимальным временем простоя.

При выходе из строя одного из насосов во время работы, его автоматически заменяет другой исправный насос, находящийся в режиме ожидания.

При отключении питания шкафа управления автоматически продолжит свою работу при восстановлении подачи питания.

При наличии встроенного АВР в случае аварии основного питания шкаф управления автоматически переключает электропитание с основного на резервный источник и обратно в случае восстановления основного питания.

При срабатывании реле сухого хода шкаф остановит насосы до тех пор, пока не будет возобновлена подача воды.

При возникновении аварии в работе преобразователя частоты вместо него будет подключен другой ПЧ, находящийся в режиме ожидания.

Возникшие аварийные ситуации в работе насосной станции будут на внешней панели шкафа управления в виде надписей. При работе контролируется исправность преобразователей частоты, датчика давления и наличие входного давления (подпора).

2.2 Основные функции системы управления «Пульсар М»

В системе управления шкафов серии «Пульсар М» (Control-GL) реализуются основные функции:

- **автоматическое плавное поддержание контролируемого параметра.** Автоматическое плавное бесступенчатое поддержание уровня контролируемого параметра (давления в системе водоснабжения, уровня жидкости в системе водоотведения, температуры теплоносителя в системе теплоснабжения и т.п.) путём плавного регулирования скорости вращения одного насоса посредством изменения частоты и подключения необходимого числа электродвигателей непосредственно к питающей сети для увеличения производительности;
- **выравнивание механического износа насосных агрегатов.** Функция выравнивание износа и исключение простаивания электродвигателей (заиливания насосных агрегатов) путём чередования их включения по времени;
- **внешняя общая блокировка шкафа управления, защита от «сухого хода».** Функция, предназначенная для защиты оборудования от повреждения в аварийных ситуациях (например, защита насосных агрегатов от работы без воды при помощи подключения реле давления, поплавков и т.п.);
- **автоматическая смена насосов при выходе из строя.** В случае выхода из строя работающего насоса, находящегося в автоматическом режиме, производится его смена очередным свободным исправным насосом;
- **автоматическое восстановление работы после подачи питания и устранения аварийных ситуаций.** Автоматический запуск шкафа управления и насосов после устранения аварийных ситуаций (восстановление электропитания, снятия сигнала внешней общей блокировки, возобновления водоснабжения, снятие сигналов блокировки электродвигателей по перегреву);
- **индикация текущего состояния и аварийных ситуаций.** Индикация текущей работы электродвигателей, общей аварии, кодов неисправностей, аварии электродвигателей, выходного давления и прочих параметров;
- плавный пуск и останов насосов, снижение ударных гидравлических, механических и электрических нагрузок на систему;
- переход с основного ввода на резервный при пропадании питания на основном вводе (при наличии опции АВР).

3. Устройство и работа

3.1 Внешние органы управления и индикации. Панель управления

3.1.1 Общее описание панели управления

На лицевой стороне шкафа управления насосными станциями, для отслеживания рабочего состояния, возникающих ошибок и предупреждений, расположена панель управления. Она необходима как для отображения текущих параметров, так и для изменения заранее заданных.

Внешний вид панели управления представлен на рисунке 5



Рисунок 1. Внешний вид панели управления

Панель управления состоит из:

- 1 – ЖК дисплей
- 2 – клавиатура панели
- 3 – светодиоды состояния

ЖК дисплей (поз. 1) панели предназначен для отображения информации о текущем состоянии насосной станции/шкафа управления. Может отображать значения выходного давления, сообщать о возможных аварийных ситуациях. Также дисплей используется для отображения редактируемых параметров.

В правой части панели расположена клавиатура (поз. 2), предназначенная для навигации по меню панели и изменения значений параметров системы.

В нижней части панели (поз. 3) расположены три индикатора (питание, авария, предупреждение) (см. рисунок 6). При включении панели, на 2 секунды загораются сразу все три индикатора, для контроля их исправности.

Зелёное свечение индикатора 1 информирует о наличии питания на панели управления.

Красное свечение индикатора 2 информирует об аварии в работе установки. Светодиод включается при возникновении хотя бы одной аварии.

Жёлтое свечение индикатора 3 включается при появлении предупреждений.



Рисунок 2. Светодиоды состояния

3.2.2 Включение и работа панели управления

При включении шкафа управления на ЖК дисплее панели будет отображено сообщение следующего вида:

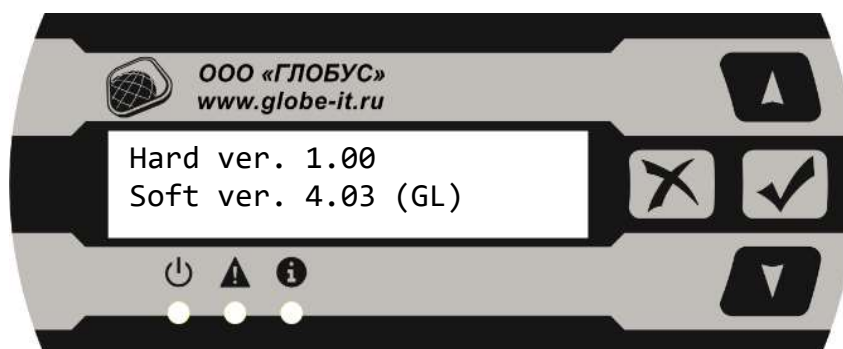


Рисунок 3. Информация об аппаратном (1 строка) и программном обеспечении (2 строка) панели

В данном сообщении первая строка представляет версию аппаратной части, а вторая – версию программного обеспечения (ПО) панели управления.

Далее отображается информация о производителе данного оборудования. Первая строка – название организации, вторая строка – адрес страницы организации в сети Интернет.






Рисунок 4. Данные о производителе



В процессе работы на экране панели отображаются сведения о текущем выходном давлении насосной установки и требуемом давлении.



Рисунок 5. Отображение текущего давления

Клавишами  «ВВЕРХ» и  «ВНИЗ» осуществляется изменение заданного давления (уставки), когда оно отображено на панели.

Клавишей  «Подтверждение» осуществляется вход в меню панели и в подменю, а также запись значения параметра.

Клавишей «Отмена»  осуществляется выход из меню, подменю или режима редактирования параметра. Нажатие клавиши «Отмена»  в течение 3 секунд в режиме отображения давления и уставки останавливает станцию, если она работала в автоматическом режиме, или включает станцию в автоматический режим, если она была остановлена. Если станция остановлена, то в нижней части панели загорается желтый индикатор и на дисплее выводится предупреждение «Станция остановлена».

3.2.3 Основное меню панели управления

В основном меню панели управления находятся следующие подменю:

- Настройки станции
- Настройки насосов
- Нулевой водоразбор
- Настройки RS-485
- Сервисные настройки
- Мониторинг
- Параметры ПЧ

Клавишами  «ВВЕРХ» и  «ВНИЗ» осуществляется выбор нужного подменю.

В случае бездействия (отсутствие нажатия клавиатуры) в течение одной минуты, дисплей автоматически перейдёт к отображению значения текущего выходного давления/уровня в резервуаре и заданного давления (уставки).

В зависимости от исполнения и назначения насосной станции/шкафа управления возможно изменение структуры меню.

3.2.4 Настройки станции

В меню «Настройки станции» находятся параметры:

- Состояние станции
- Выходное давление
- Заданное давление
- Критическое превышение уставки
- Номинал датчика выходного давления
- Количество резервных насосов
- Таймер сухого хода
- Автосброс сухого хода
- Автовключение
- Период чередования
- Частота повышения производительности
- Частота понижения производительности
- Таймаут повышения производительности
- Таймаут понижения производительности
- Частота мгновенного повышения
- Частота мгновенного понижения

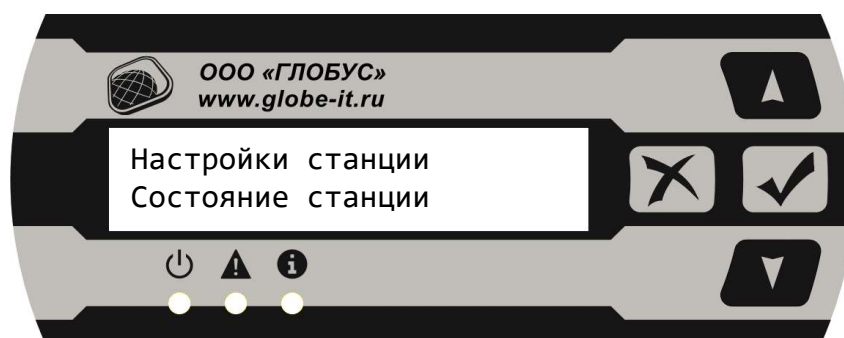



Рисунок 6. Подменю «Настройки станции»

Нажатием клавиши «Подтверждение»  осуществляется вход в режим редактирования параметра.

Параметр **«Состояние станции»** определяет, работает ли станция в автоматическом режиме, поддерживая значение контролируемого параметра или исполняя программы, либо остановлена и ожидает действий оператора.

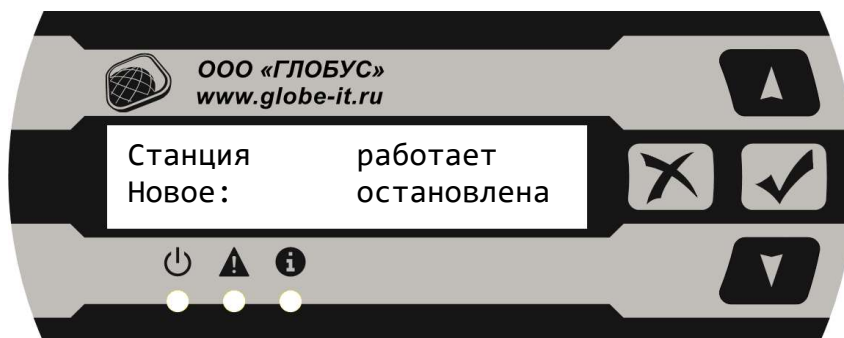


Рисунок 7. Изменение состояния станции

Клавишами **▲** «ВВЕРХ» и **▼** «ВНИЗ» осуществляется изменение значения параметра, клавишей «Подтверждение» **✓** - запись нового значения параметра и выход в подменю, клавишей «Отмена» **✕** - выход в подменю без изменения значения параметра.

Выключить станцию либо включить в автоматический режим также возможно нажатием клавиши «Отмена» **✕** в течение 3 секунд в режиме отображения давления и уставки.

Параметр **«Выходное давление»** - отображение текущего значения выходного давления. Надпись «Только чтение» во второй строке означает, что данный параметр не является редактируемым.

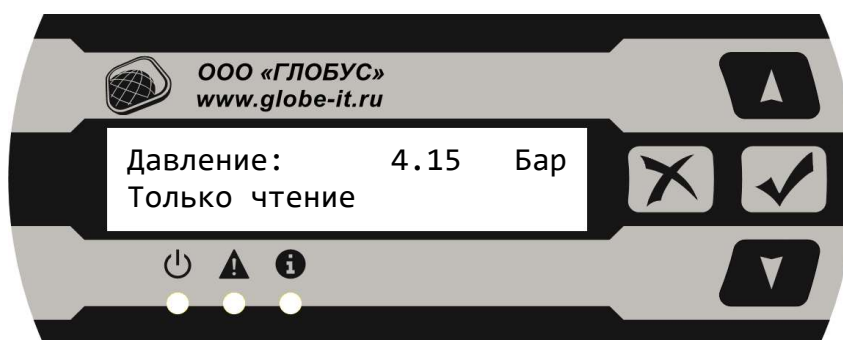


Рисунок 8. Выходное давление
(отображение в меню)

Параметр **«Заданное давление»** - это значение заданного выходного давления (уставки), поддерживаемого на выходе насосной станцией/шкафом управления.



Рисунок 9. Изменение заданного давления (уставки) через меню

Клавишами ▲ «ВВЕРХ» и ▼ «ВНИЗ» осуществляется изменение значения параметра, клавишей «Подтверждение» ✓ - запись нового значения параметра и выход в подменю, клавишей «Отмена» ✕ - выход в подменю без изменения значения параметра.

Параметр **«Критическое превышение уставки»** - величина превышения заданного давления, по достижении которой происходит аварийное отключение без задержек всех работающих насосов и на дисплее отображается авария критического превышения давления (пример: если заданное давление 5.0 бар, критическое превышение – 1.0 бар, то при достижении в напорной трубе после насосов давления 6.1 бар произойдёт аварийное отключение станции).

Параметр **«Номинал датчика»** – это максимальное значение давления в барах, на которое рассчитан датчик давления, установленный на выходе насосной станции/шкафа управления.

Параметр **«Количество резервных»** - количество насосов в составе станции, которые включаются в автоматический режим после выхода из строя одного из основных насосов.

Параметр **«Таймаут сухого хода»** - время (в секундах), по истечении которого в случае недостаточного давления воды на входе системы станция остановит работу насосов и выведет на дисплей аварию «Сухой ход».

Параметр **«Автосброс сухого хода»** - данная настройка определяет поведение станции после восстановления достаточного давления на входе: если автосброс выключен, станция ожидает команды оператора, если включен – станция переходит в автоматический режим работы без дополнительных действий оператора. **Внимание! Не следует использовать автосброс сухого хода, если подача воды во входной коллектор по каким-то причинам нестабильна и возможно завоздушивание насосов.**

Параметр «**Автовключение**» - данная настройка определяет поведение станции после включения питания: если автовключение не активировано, станция ожидает команды оператора, если автовключение активировано и в момент отключения питания станция работала в автоматическом – станция переходит в автоматический режим работы без дополнительных действий оператора.

Внимание! Автоматический повторный пуск может использоваться только для механизмов, которые не представляют никакой опасности для персонала и оборудования.

Параметр «**Период чередования**» - посредством данного параметра задается время (периодичность) чередования насосных агрегатов. При использовании в насосной станции нескольких насосов, необходимо их чередование, для выравнивания износа насосных агрегатов и увеличение их ресурса



Рисунок 10. Изменение периода чередования насосов

Клавишами «ВВЕРХ» и «ВНИЗ» осуществляется изменение значения параметра, клавишей «Подтверждение» - запись нового значения параметра и выход в подменю, клавишей «Отмена» - выход в подменю без изменения значения параметра.

Параметр «**Частота повышения производительности**» - это частота мастер-ПЧ, при сохранении которой в течение определенного времени станция начнет повышать производительность, «подхватывая» дополнительные насосы.

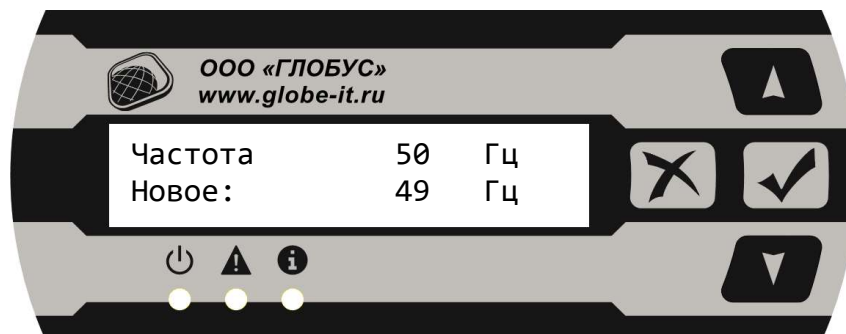


Рисунок 11. Изменение частоты повышения производительности

Клавишами «ВВЕРХ» и «ВНИЗ» осуществляется изменение значения параметра, клавишей «Подтверждение» - запись нового значения параметра и выход в подменю, клавишей «Отмена» - выход в подменю без изменения значения параметра.

Параметр **«Частота понижения производительности»** - это частота мастер-ПЧ, при сохранении которой в течение определенного времени станция начнет понижать производительность, отключая дополнительные насосы.

Параметр **«Таймаут повышения производительности»** - это время, по истечении которого станция начнет повышать производительность при условии, что частота мастер-ПЧ равна или превышает значение, заданное в параметре «Частота повышения производительности».

Параметр **«Таймаут понижения производительности»** - это время, по истечении которого станция начнет понижать производительность при условии, что частота мастер-ПЧ равна или ниже значения, заданное в параметре «Частота понижения производительности».

Параметр **«Частота мгновенного повышения производительности»** - это частота мастер-ПЧ, при достижении которой станция начнет повышать производительность сразу, без таймаута.

Параметр **«Частота мгновенного понижения производительности»** - это частота мастер-ПЧ, при достижении которой станция начнет понижать производительность, отключая дополнительные насосы сразу, без таймаута.

3.2.5 Настройки насосов

В меню «Настройки насосов» находятся параметры:

- частота работы в ручном режиме
- состояние насосов с 1 по 6

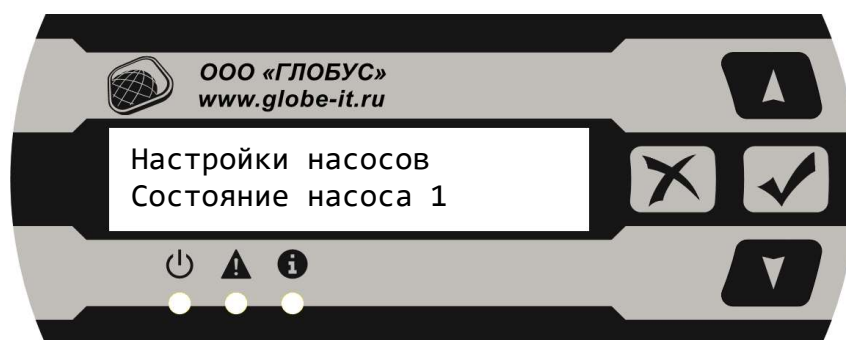



Рисунок 12. Подменю «Настройки насосов»

Нажатием клавиши «Подтверждение»  осуществляется вход в режим редактирования параметра.

Параметр **«Состояние насоса»** - это отображение текущего состояния насоса. Насос может быть либо в автоматическом режиме, либо в ручном режиме, может быть включен или выключен. Надпись **«Только чтение»** во второй строке означает, что данный параметр не является редактируемым, так как станция работает в автоматическом режиме.



Рисунок 13. Состояние насоса в автоматическом режиме работы станции

Если станция остановлена, то состояние насоса доступно для изменения через меню.



Рисунок 14. Состояние насоса доступно для редактирования, если станция остановлена

Клавишами **«ВВЕРХ»** и **«ВНИЗ»** осуществляется изменение значения параметра, клавишей **«Подтверждение»** **✓** - запись нового значения параметра и выход в подменю, клавишей **«Отмена»** **✗** - выход в подменю без изменения значения параметра.

Параметр «**Частота работы в ручном режиме**» - это частота, с которой будет вращаться насос, если включить его в ручном режиме на остановленной станции.



Рисунок 15. Изменение частоты работы насоса в ручном режиме

Клавишами «ВВЕРХ» и «ВНИЗ» осуществляется изменение значения параметра, клавишей «Подтверждение» - запись нового значения параметра и выход в подменю, клавишей «Отмена» - выход в подменю без изменения значения параметра.

3.2.6 Нулевой водоразбор

В автоматическом режиме в станции работает алгоритм определения нулевого водопотребления. Контроль нулевого водопотребления и своевременная реакция на данное событие позволяет исключить кавитацию и закипание воды в области рабочих колес насоса. Если выходная частота изменяется не более чем на $\pm 5\%$ (параметр «**Гистерезис нулевого водоразбора**»), не ниже минимальной (параметр «**Минимальная частота**») и не выше максимальной (параметр «**Максимальная частота**») в течение 180 секунд (параметр «**Таймаут нулевого водоразбора**»), контроллер панели увеличивает выходное давление на 0,5 бар (параметр «**Повышение уставки**») и через 5 секунд (параметр «**Время повышения**») возвращает значение уставки на прежнее значение. Таким образом, давление на выходе станции, в случае “нулевого” водопотребления, становится несколько выше уставки и ПЧ останавливает двигатель. Если водопотребление есть, давление на выходе станции нормализуется, и ПЧ будет далее его поддерживать, если же водопотребление нулевое, ПЧ перейдет в спящий режим и двигатель будет остановлен.

3.2.7 Настройки RS-485

В меню «Настройки RS-485» находятся параметры:

- Скорость RS-485
- Четность RS-485
- Адресация 4xxxx-1
- Таймаут ответа ПЧ
- Количество комм. ошибок
- Таймаут offline req.
- Адреса ПЧ с 1 по 6

Параметры интерфейса RS-485 **необходимы только сервисным специалистам. Внимание! Изменение этих параметров может привести к ошибкам в работе станции и потере связи с ПЧ.**

Параметр «**Скорость RS-485**» определяет скорость обмена данными между контроллером станции и преобразователями частоты по интерфейсу RS-485.

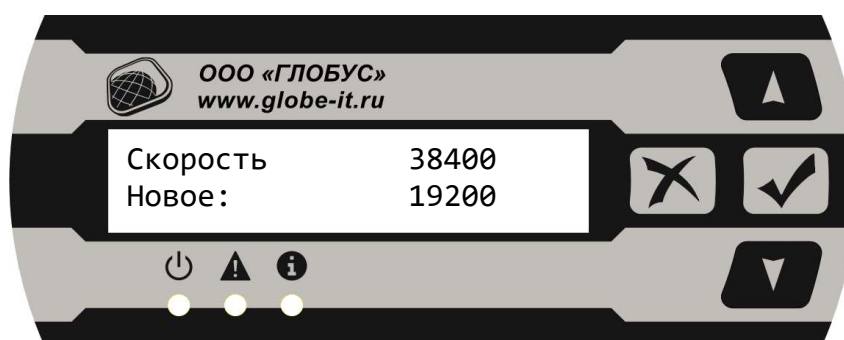






Рисунок 16. Редактирование параметра «Скорость RS-485»

Клавишами  «ВВЕРХ» и  «ВНИЗ» осуществляется изменение значения параметра, клавишей «Подтверждение»  - запись нового значения параметра и выход в подменю, клавишей «Отмена»  - выход в подменю без изменения значения параметра.

Параметр «**Четность RS-485**» определяет формат обмена данными между контроллером станции и преобразователями частоты по интерфейсу RS-485.



Рисунок 17. Редактирование параметра «Четность RS-485»

Клавишами «ВВЕРХ» и «ВНИЗ» осуществляется изменение значения параметра, клавишей «Подтверждение» - запись нового значения параметра и выход в подменю, клавишей «Отмена» - выход в подменю без изменения значения параметра.

Параметр «**Адресация 4xxx-1**» определяет, используется ли формат адресации с уменьшением адреса параметра на 1.



Рисунок 18. Редактирование параметра «Адресация 4xxx-1»

Клавишами «ВВЕРХ» и «ВНИЗ» осуществляется изменение значения параметра, клавишей «Подтверждение» - запись нового значения параметра и выход в подменю, клавишей «Отмена» - выход в подменю без изменения значения параметра.

Параметр «**Количество комм. ошибок**» - это количество ошибок коммуникации (отсутствия ответа в течение таймаута либо ответа с неверной контрольной суммой), после которого контроллер панели устанавливает для данного ПЧ состояние «нет связи».

Параметры «Адрес ПЧ 1(2,3,4,5,6)» определяет адреса ПЧ, входящих в состав станции. Адреса ПЧ, настраиваемые на панели оператора, должны соответствовать адресам, настроенным в самих ПЧ. **Внимание! Адреса преобразователей частоты не должны совпадать. Это приведет к ошибкам в работе станции.**

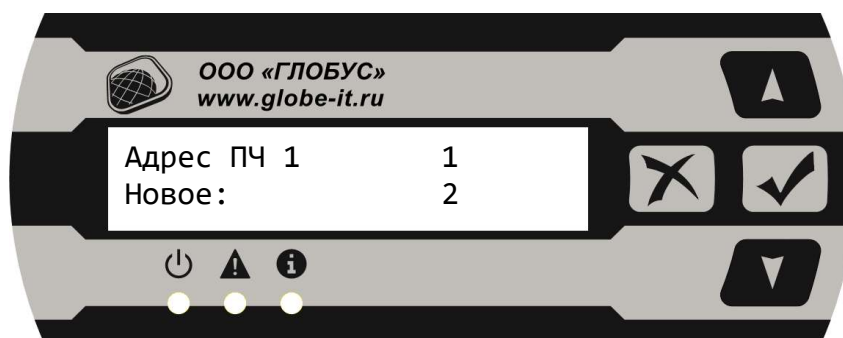


Рисунок 19. Редактирование параметра «Адрес ПЧ 1»

Клавишами «ВВЕРХ» и «ВНИЗ» осуществляется изменение значения параметра, клавишей «Подтверждение» - запись нового значения параметра и выход в подменю, клавишей «Отмена» - выход в подменю без изменения значения параметра.

3.2.8 Сервисные настройки

В меню «Сервисные настройки» находятся параметры:

- Тип ПЧ
- Количество насосов
- Инициализация ПЧ
- Hydro protect
- Частота Hydro protect
- Delta Hydro protect
- Вход внешней блокировки
- Таймаут внешней блокировки
- Вход сухого хода
- Без таймаута
- Тип схемы
- Номинал резистора
- Коэффициент уставки
- Единица времени чередования
- Start logo
- Версия ПО

Сервисные настройки **необходимы только сервисным специалистам.** Внимание! Изменение этих параметров может привести к ошибкам в работе станции и расхождению значения давления на панели и на манометре.

Параметр «Тип ПЧ» - его значение должно соответствовать типу ПЧ, установленному в станции.

Параметр **«Количество насосов»** его значение должно количеству насосов в составе станции. Если установленное в этом параметре значение меньше фактического количества насосов, то алгоритм поддержания давления будет задействовать не все насосы, если больше – то будет запрашивать по коммуникационной линии отсутствующие ПЧ.

Параметр **«Инициализация ПЧ»** включает/выключает инициализацию ПЧ при подаче питания на станцию. Инициализация – это запись в ПЧ набора настроек, которые необходимы для его правильного функционирования в составе станции Control-GL. Полное описание набора параметров см. в разделе 3.3 «Преобразователь частоты».

Параметр **«Вход внешней блокировки»** - это порядковый номер дискретного входа ПЧ, на который подключен сигнал внешней блокировки. Значение параметра должно соответствовать схеме шкафа. Если значение параметра 0, то внешняя блокировка не используется.

Параметр **«Таймаут внешней блокировки»** - это количество времени до срабатывания сигнала внешней блокировки, т.е. отключения либо включения станции.

Параметр **«Вход сухого хода»** - это порядковый номер дискретного входа ПЧ, на который подключено реле контроля входного давления. Значение параметра должно соответствовать схеме шкафа.

Параметр **«Без таймаута»** - его значение определяет, использует ли станция алгоритм мгновенного (без таймаута) повышения производительности.

Параметр **«Тип схемы»** - его значение должно соответствовать схеме измерения выходного давления. Значение «ток» соответствует схеме с токовыми повторителями, значение «напряжение» - схеме с конвертирующим резистором.

Параметр **«Номинал резистора»** - номинал конвертирующего резистора (если он есть).

Параметр **«Коэффициент уставки»** - коэффициент поправки уставки, зависящий от номинала конвертирующего резистора.

3.2.9 Параметры ПЧ

В этом меню доступны для изменения те параметры, которые контроллер панели передаёт на все ПЧ при инициализации. Редактирование этих параметров в большинстве случаев **необходимо только сервисным специалистам**. Внимание! Изменение этих параметров может привести к ошибкам в работе станции.

Полный список параметров, описания и значения см. в таблице 4 главы 3.3. «Преобразователь частоты».

3.2.10 Отображение аварий и предупреждений на дисплее панели управления

При возникновении аварии или предупреждения в работе станции включается соответствующий индикатор (красного цвета), а на дисплее панели отображается название данной аварии /предупреждения.



Рисунок 20. Оповещение об аварии

В случае возникновения нескольких аварий и/или предупреждений сообщения о данных авариях/предупреждениях будет отображаться на дисплее панели поочередно.

Возможные варианты аварий:

- «Сухой ход»
- Обрыв входного датчика
- Нет связи с ПЧ
- Нет доступных ПЧ
- Критическое давление
- Внешняя блокировка

3.2.11 Подробное описание возможных аварий

Сухой ход - данная авария может возникнуть в случае недостаточного давления воды на входе системы. Контроллер остановит работу насосов до тех пор, пока не будет восстановлено достаточное давление. **Внимание!** По умолчанию станция настроена так, что после восстановления давления не включится автоматический режим работы, пока оператор не сбросит статус «сухой ход» вручную.

Обрыв входного датчика - неисправность датчика давления или обрыв подводящих проводов.

Нет связи с ПЧ - неисправность линии связи с ПЧ, либо неправильные настройки связи.

Нет доступных ПЧ – все ПЧ в состоянии ошибки либо заблокированы. Нет ни одного ПЧ, который станция может использовать для работы.


Критическое давление – давление в выходном трубопроводе превысило уставку на величину, превышающую указанную в настройках.

Внешняя блокировка – ошибка, возникающая в том случае, если работа станции заблокирована с диспетчерского пульта, станции пожаротушения или другого оборудования. Если проект не предусматривает внешнее управление станцией, то блокировка должна быть отключена в параметре «Вход внешней блокировки» либо в клемме внешней блокировки должна быть установлена перемычка.

3.2.12 Подробное описание возможных предупреждений

Станция остановлена - предупреждение, сигнализирующее о том, что насосная станция остановлена (не находится в режиме автоматического поддержания выходного давления).

Ошибка ПЧ_№:XXX - предупреждение, сигнализирующее о том, что один из ПЧ в состоянии аварии и код аварии.

Сбросьте сухой ход – после аварии «сухой ход» давление на входе восстановилось, но станция ожидает команды оператора на включение автоматического режима работы. **Внимание! Перед включением автоматического режима работы требуется проверка насосов, чтобы исключить возможное завоздушивание.** Сброс предупреждения осуществляется нажатием кнопки «Отмена»  в течение 2 секунд в режиме отображения давления и уставки.

3.3 Преобразователь частоты

3.3.1 Назначение

Преобразователь частоты ATV212 производства компании Schneider Electric необходим для:

- регулирования производительности насосов (ПИД-регулирование);
- точного поддержания заданного давления (исключение гидроударов);
- плавного пуска насосов (увеличение ресурса электродвигателей);
- снижения энергопотребления системы (повышение КПД);
- снижения механического износа электродвигателей и насосов.

3.3.2 Предварительная настройка

При замене или установке нового ПЧ необходимо его предварительно настроить.

Строго запрещается изменение параметров ПЧ прямо не указанных в данном документе. Несоблюдение данного условия может привести к неправильной работе и выходу из строя оборудования, а также снятию его с гарантийного обслуживания.

1. Перед включением ПЧ проверить переключатели SW100, SW101, SW102, SW103 на передней панели:
 - SW100: аналоговые входы. Если в станции установлены токовые повторители, то VIA ставится в положение «ток» (вправо), VIB – в положение «напряжение» (вправо). Если же в станции конвертирующий резистор на датчике выходного давления, то оба входа должны быть настроены на напряжение (оба переключателя влево)
 - SW101: аналоговый выход – ток (переключатель влево)
 - SW102: логика – Source (переключатель вправо)
 - SW103: терминатор линии Modbus – включен (переключатель вправо)
2. Удостовериться, что дискретный вход F отключен и включить ПЧ
3. Настроить связь по каналу Modbus в соответствии с данными в таблице 3.

Таблица 3: настройки Modbus

Параметр	Описание	Значение
Настройки Modbus		
F802	Адрес Modbus	по порядку преобразователя в станции
F807	Канал Modbus	1
F820	Скорость Modbus	1
F821	Четность Modbus	1
F829	Протокол коммуникации	1

После изменения данных параметров необходимо перезапустить ПЧ

Для перезапуска ПЧ необходимо:

- обесточить его;
- выждать не менее 30 сек (дисплей ПЧ должен погаснуть);
- подать электропитание на ПЧ.

4. Включить инициализации в сервисных настройках панели: «Сервисные настройки» - «Инициализация ПЧ» - «вкл».
5. Перезагрузить панель Status-P
6. Дождаться окончания инициализации
7. Перезагрузить станцию
8. Откалибровать аналоговый выход ПЧ (параметр FM) на 20 мА при 100%.
9. Выключить инициализацию в сервисных настройках панели («Сервисные настройки» - «Инициализация ПЧ» - «выкл»)

ПЧ ATV212 можно также настроить вручную, если по какой-то причине инициализация с панели невозможна. Полный перечень параметров для работы в составе станции Control-GL приведён в таблице 4.

Таблица 4: все настройки преобразователя частоты ATV212 для работы в составе станции «Пульсар М» (Control-GL)

Параметр	Описание	Значение
Настройки Modbus		
F802	Адрес Modbus	по порядку ПЧ в станции
F807	Канал Modbus	1
F820	Скорость Modbus	1
F821	Четность Modbus	1
F829	Протокол коммуникации	1
Регистры чтения/записи		
F870	Регистр блочной записи 1	1
F871	Регистр блочной записи 2	4
F875	Регистр блочного чтения 1	2
F876	Регистр блочного чтения 2	9
F877	Регистр блочного чтения 3	1
F878	Регистр блочного чтения 4	7
F879	Регистр блочного чтения 5	3
Команды и уставка		
CMOD	Источник команд	2
FMOD	Источник уставки	2
Разгон-торможение, частотные пределы		
FH	Максимальный предел частоты на выходе	50
UL	Максимальная частота	50
LL	Минимальная частота	20
ACC	Время разгона	по мощности насоса
dEC	Время торможения	по мощности насоса
Режим энергосбережения		
F256	Таймаут запуска функции энергосбережения	0.1
F392	Значение ошибки ПИД для отключения функции энергосбережения	0.7
Аналоговые входы		
переключатель SW100 поставить в положение U		
F201	Уровень 1 задания скорости VIA	20
F202	Уровень 1 выходной частоты VIA	20
F203	Уровень 2 задания скорости VIA	100
F204	Уровень 2 выходной частоты VIA	50
F210	Уровень 1 задания скорости VIB	0
F211	Уровень 1 выходной частоты VIB	0
F212	Уровень 2 задания скорости VIB	96
F213	Уровень 2 выходной частоты VIB	50

Дискретные входы		
F111	функция дискретного входа 1 (F)	0
F112	функция дискретного входа 2 (R)	0
F113	функция дискретного входа 3 (RES)	0
Аналоговый выход (АО)		
F691	Наклон АО	1
F692	Смещение АО	0
F694	Частота АО при 0V	0
F695	Частота АО при 10V	50
FMSL	Выбор назначения АО	0
FM	Масштабирование АО	20 мА при 100%
Реле		
F130	Функция 1 реле RY	40
ПИД		
F360	Источник ОС ПИД	1
F362	Пропорциональный коэффициент ПИД	1.4
F363	Интегральный коэффициент ПИД	0.9
F366	Дифференциальный коэффициент ПИД	0
F380	Инвертирование ошибки ПИД	0
Аварии		
F851	Настройка коммуникационной неисправности	1
F644	Реакция привода на обрыв VIA	4
F633	Минимальный уровень VIA	15
Работа ПЧ		
F311	Направление вращения	1
F300	Частота коммутации силовых ключей	8
F316	Управление частотой коммутации	1

После изменения данных параметров необходимо перезапустить

Для перезапуска ПЧ необходимо:

- обесточить его;
- выждать не менее 30 сек;
- подать электропитание на ПЧ.

Если в станции имеется нестандартный функционал (например, управление вентиляторами или диспетчеризация аварии с дискретного выхода ПЧ), обратитесь в сервисный центр.

3.3.3 Коды ошибок преобразователя частоты ATV212

CFI2	Ошибка загрузки конфигурации	<ul style="list-style-type: none"> • Неработающая конфигурация. Конфигурация, загруженная в ПЧ по сети несовместима • Сбой загрузки конфигурации с помощью ПК из-за различия номинальных параметров (например, загрузка конфигурации ПЧ ATV212***N4 в ATV212***N3) • Проверьте ранее загруженную конфигурацию • Загрузите совместимую конфигурацию • Для осуществления загрузки отмените "Отображение коммуникационной ошибки" (Tool /Environnement option / Startup/Comm)
E-18	Обрыв сигнала VIA	<p>Аналоговый сигнал VIA ниже уровня, настроенного параметром [F633]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Проверьте сигнал на входе VIA и устраните причину потери сигнала • Убедитесь, что параметр F633 настроен правильно
E-19	Ошибка CPU	Ошибка связи между CPU управления. Обратитесь в Schneider Electric для ремонта ПЧ
E-20	Чрезмерная форсировка момента М	Настройка форсировки момента (F402) слишком высока или слишком низкое сопротивление двигателя
E-21	Ошибка CPU 2	CPU карты управления неисправен
E38	Мощность EEprom несовместима	Мощность Eeprom несовместима. Обнаружена неисправность оборудования
EER1	Ошибка 1 EEPROM	Ошибка записи данных
EER2	Ошибка 2 EEPROM	Отключение питания ПЧ при инициализации параметров, приведшее к ошибке записи данных
EER3	Ошибка 3 EEPROM	Ошибка чтения данных
EF2	Неисправность заземления	Неисправность заземления двигателя или кабеля двигателя
EPHO	Обрыв фазы двигателя	Обрыв одной или нескольких фаз на выходе ПЧ
EPHI	Обрыв входной фазы	Обрыв одной входной фазы
Err1	Ошибка задания скорости	
Err2	Ошибка RAM	Память RAM карты управления неисправна
Err3	Ошибка ROM	Память ROM карты управления неисправна
Err4	Ошибка CPU 1	CPU карты управления неисправен
Err7	Ошибка о.с. по току	Неисправность датчика тока двигателя
Err8	Неисправность связи	Неисправность коммуникационной сети
Etn1	Ошибка автоподстройки	<p>Параметры F401-F494 неправильно настроены</p> <p>Мощность двигателя слишком велика для ПЧ</p> <p>Сечение кабеля двигателя слишком мало</p> <p>Двигатель вращался при начале автоподстр-и</p> <p>ПЧ питает не 3-фазный двигатель</p>
EtYP	Неисправность ПЧ	Карта управления неисправна
OC1	Перегрузка при разгоне	<p>Слишком короткое время разгона</p> <p>Неправильная настройка параметра [Закон управления двигателем]</p> <p>ПЧ запускается с вращающейся нагрузкой</p> <p>ПЧ питает двигатель с низким сопротивлением</p> <p>Неисправность заземления</p>

OC1P	К.З. или неисправность заземления	К.З. или неисправность заземления при разгоне
OC2	Перегрузка при торможении	Слишком короткое время торможения Неисправность заземления
OC2P	К.З. или неисправность заземления	К.З. или неисправность заземления при торможении
OC3	Перегрузка в установившемся режиме	Резкие колебания нагрузки Аварийные условия нагружения
OC3P	К.З или неисправность заземления	К.З. или неисправность заземления при работе с постоянной скоростью
OCA	К.З на выходе ПЧ	Неисправность заземления
OCL	К.З кабеля двигателя	Междуфазное К.З. Слишком низкое сопротивление двигателя
ОН	Перегрев ПЧ	Не работает вентилятор ПЧ Слишком высокая окружающая температура Воздухообменник шкафа перекрыт Источник тепла расположен близко у ПЧ Датчик температуры радиатора ПЧ неисправен
ОН2	Перегрев РТС	Термозонд РТС, встроенный в обмотки двигателя индицирует перегрев
OL1	Перегрузка ПЧ	Слишком короткое время разгона Слишком большой ток динамического торможения Неправильная настройка параметра [Закон управления двигателем] ПЧ запускается с вращающейся нагрузкой Слишком большая нагрузка
OL2	Перегрузка двигателя	Неправильная настройка параметра [Закон управления двигателем] Двигатель заблокирован Продолжительная работа на нижней скорости К двигателю приложена чрезмерная нагрузка
OP1	Перенапряжение при разгоне	Чрезмерные колебания входного напряжения Мощность сети превышает 200 кВА Коммутация конденсатора компенсатора коэффициента мощности Коммутация тириستоров в сети ПЧ запускается с вращающейся нагрузкой Периодическая неисправность выходной фазы
OP2	Перенапряжение при торможении	Время торможения слишком мало Чрезмерные колебания входного напряжения Мощность сети превышает 200 кВА Коммутация конденсатора компенсатора коэффициента мощности Коммутация тиристоров в сети Периодическая неисправность выходной фазы
OP3	Перенапряжение в установившемся режиме	Чрезмерные колебания входного напряжения Мощность сети превышает 200 кВА Коммутация конденсатора компенсатора коэффициента мощности Коммутация тиристоров в сети Периодическая неисправность выходной фазы

Ot	Перегрузка по моменту	Расчетное значение момента двигателя достигло уровня, настраиваемого параметром F616
SOUt	Выпадение из синхронизма	Двигатель заблокирован Обрыв фазы двигателя Динамическая нагрузка
UC	Недогрузка по моменту	Измеренное значение тока двигателя ниже уровня, настраиваемого параметром F611
UPI	Недонапряжение	Слишком низкое входное напряжение

3.4 ПИД-регулятор

3.4.1 Общие сведения

Для поддержания давления в выходном коллекторе станции в точном соответствии с уставкой станция использует ПИД-регулирование.

ПИД-регулятор (пропорционально-интегрально-дифференцирующий регулятор) — устройство в управляющем контуре с обратной связью. Используется в системах автоматического управления для формирования управляющего сигнала с целью получения необходимых точности и качества переходного процесса. ПИД-регулятор формирует управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально разности входного сигнала и сигнала обратной связи (сигнал рассогласования), второе — интеграл сигнала рассогласования, третье — производная сигнала рассогласования.

Если какие-то из составляющих не используются, то регулятор называют пропорционально-интегрирующим, пропорционально-дифференцирующим, пропорциональным и т. д.

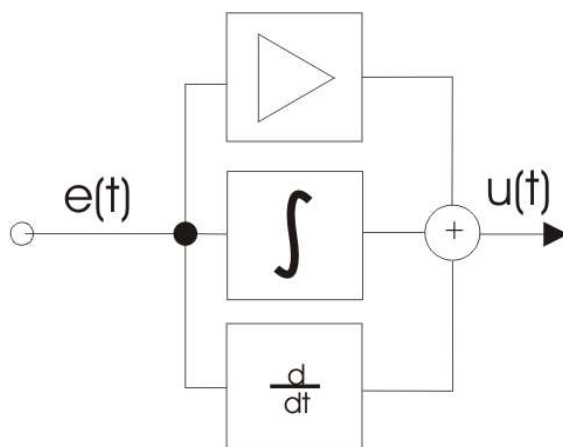


Рисунок 21. Схема, иллюстрирующая принцип работы ПИД-регулятора.

Назначение ПИД-регулятора — в поддержании заданного значения x_0 некоторой величины x (в данном случае - давления в выходном коллекторе станции) с помощью изменения другой величины u (в данном случае — частоты работы насоса, подключённого к преобразователю частоты). Значение x_0 называется заданным значением (или уставкой), а разность $e = (x_0 - x)$ — невязкой (или ошибкой), рассогласованием или отклонением величины от заданной.

Выходной сигнал регулятора u определяется тремя слагаемыми:

$$u(t) = P + I + D = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

где K_p , K_i , K_d — коэффициенты усиления пропорциональной, интегрирующей и дифференцирующей составляющих регулятора соответственно.

Пропорциональная составляющая вырабатывает выходной сигнал, противодействующий отклонению регулируемой величины от заданного значения, наблюдаемому в данный момент времени. Он тем больше, чем больше это отклонение. Если входной сигнал равен заданному значению, то выходной равен нулю.

Однако при использовании только пропорционального регулятора значение регулируемой величины никогда не стабилизируется на заданном значении. Существует так называемая статическая ошибка, которая равна такому отклонению регулируемой величины, которое обеспечивает выходной сигнал, стабилизирующий выходную величину именно на этом значении.

Чем больше коэффициент пропорциональности между входным и выходным сигналом (коэффициент усиления), тем меньше статическая ошибка, однако при слишком большом коэффициенте усиления при наличии задержек (запаздывания) в системе могут начаться автоколебания, а при дальнейшем увеличении коэффициента система может потерять устойчивость.

Интегрирующая составляющая пропорциональна интегралу по времени от отклонения регулируемой величины. Её используют для устранения статической ошибки. Она позволяет регулятору со временем учесть статическую ошибку.

Если система не испытывает внешних возмущений, то через некоторое время регулируемая величина стабилизируется на заданном значении, сигнал пропорциональной составляющей будет равен нулю, а выходной сигнал будет полностью обеспечиваться интегрирующей составляющей. Тем не менее, интегрирующая составляющая также может приводить к автоколебаниям при неправильном выборе её коэффициента.

Дифференцирующая составляющая пропорциональна темпу изменения отклонения регулируемой величины и предназначена для противодействия отклонениям от целевого значения, которые прогнозируются в будущем. Отклонения могут быть вызваны внешними возмущениями или запаздыванием воздействия регулятора на систему.

Применение дифференцирующей составляющей для систем поддержания давления не является оправданным, т.к. при правильно подобранном насосном оборудовании достаточную скорость реакции обеспечивает П-составляющая, а Д-составляющая реагирует на высокочастотные шумы на аналоговом входе, что приводит к нестабильности системы. Таким образом, регуляторы, применяемые в системах водопотребления, являются ПИ-регуляторами.

3.4.2 Режимы работы системы и качество управления

В теории автоматического регулирования различают два основных режима работы системы – установившийся режим и переходной режим.

Установившийся режим – это режим работы энергетической системы при практически неизменных параметрах режима или очень медленных их изменениях. Установившийся режим работы насосной станции – это работа при постоянном или медленно меняющемся водоразборе.

Переходный режим – режим перехода от одного установившегося режима работы к другому. Переходный режим в работе насосной станции – это начало работы либо возобновление работы после аварии, а также резкое изменение водоразбора, требующее изменения производительности (включения/выключения насосов).

Разные настройки ПИД-регулятора дают разные характеристики как в установившемся режиме, так и в переходном.

О качестве ПИД-регулятора судят по реакции системы на единичное воздействие (математически это специальная функция, скачком принимающая значение, равное 1, в случае насосной станции это включение, возобновление работы после аварии, а также моменты включения/выключения насосов в процессе повышения/понижения производительности). В этом случае мы получим то, что называется графиком переходного процесса. Различные варианты таких графиков и описания приведены далее.

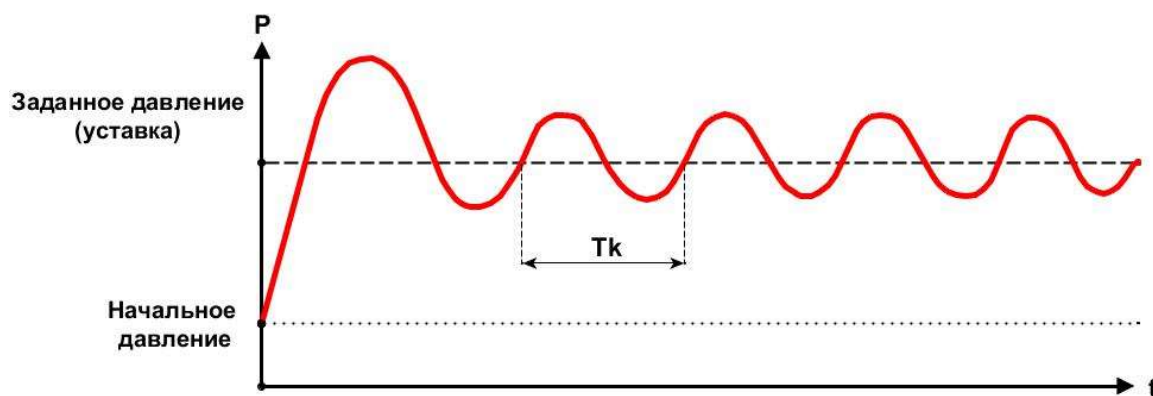


Рисунок 22. Переходная характеристика: вариант 1

Переходная характеристика 1

Система находится в режиме автоколебаний, что является недопустимым для работы. Но иногда в такой режим систему вводят специально – например, при настройке ПИД-регулятора методом Циглера-Никольса.

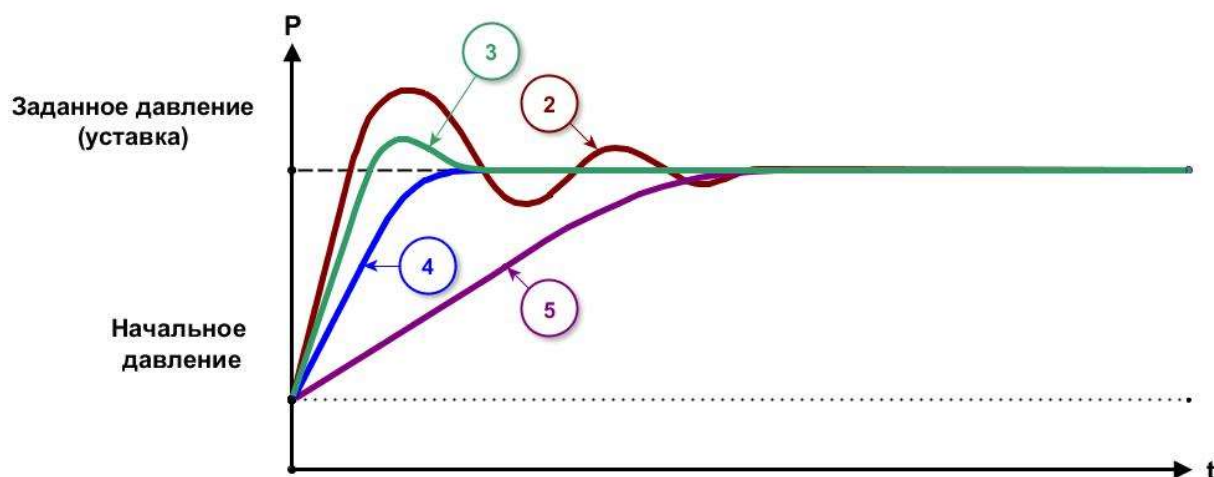


Рисунок 23. Переходная характеристика: вариант 2, 3, 4, 5

Переходная характеристика 2

В этой переходной характеристике имеет место выброс и затухающие колебания. Это уже не режим автоколебаний, но длительность переходного процесса и величина перерегулирования слишком велика, чтобы считать управление качественным.

Переходная характеристика 3

В этой переходной характеристике имеет место небольшой выброс, но этот тип переходной характеристики обеспечивает хорошее быстроедействие и быстрый выход на заданное значение. В большинстве случаев его можно считать оптимальным, если в системе допускаются выбросы при переходе с одной уставки на другую или при резком изменении нагрузок.

Переходная характеристика 4

Регулируемый параметр плавно подходит к установившемуся значению без выбросов и колебаний. Быстродействие регулятора несколько снижено, но это тип переходной характеристики также можно считать оптимальным.

Переходная характеристика 5

Сильно затянутый подход к установившемуся значению. Длительность переходного процесса слишком велика, как и у характеристики 2, но полностью отсутствуют колебания.

3.4.3 Настройка ПИД-регулятора

Метод простого подбора

1. Систему управления насосной станцией перевести в режим П-регулятора, отключив интегральную компоненту (в параметр F363 установить значение 0).
2. Установить значение K_p (параметра F362) равное 1.
3. Если система очень медленно наращивает частоту насоса и долго выходит на нужное значение давления (переходная характеристика 5), то K_p надо увеличивать. Если же начинаются колебания (характеристика 2), то K_p надо уменьшать.
4. Процедуру подбора повторить для коэффициента K_i (параметр F363).

Метод Циглера-Никольса

1. Систему управления насосной станцией перевести в режим П-регулятора, отключив интегральную компоненту (в параметр F363 установить значение 0).
2. Вывести контур регулирования на границу устойчивости. Для этого постепенно увеличивать коэффициент пропорциональности K_p (значение параметра F362) до критического значения, при котором контур войдет в режим колебаний (график на рисунке 26).
3. Определить период колебаний T_k и критическое значение $K_{p \text{ крит}}$. Далее по формуле
$$K_p = 0.45 \times K_{p \text{ крит}}$$
$$K_i = 0.54 \times (K_{p \text{ крит}} / T_k)$$
рассчитать требуемые значения параметров ПИ-регулятора.
4. Внести значение K_p в параметр F362 и значение K_i в параметр F363.
5. Проверить работы системы, при необходимости скорректировать K_p и K_i

3.4 Автоматический ввод резерва по питанию (ABP)

В случае исполнения шкафа с опцией АВР, питание шкафа управления осуществляется от двух независимых источников. Переключение режимов работы АВР осуществляется автоматически посредством контроля питания на линиях двумя реле контроля фаз.

В случае если оба ввода питания имеют отклонения по напряжению, обесточиваются управляющие цепи на насосные агрегаты.

Основные параметры контроля напряжения питания:

- Минимальное напряжение (задается оператором);
- Максимальное напряжение (задается оператором);
- Неверное чередование фаз;
- Обрыв фазы.

3.5 Микроклимат шкафа управления

Предназначена для управления температурным режимом внутри шкафа управления.

Образование конденсата – одна из самых больших проблем для электротехнических шкафов. Когда шкаф управления работает под нагрузкой, собственное тепловыделение препятствует образованию конденсата. Если нагрузка снимается, то электротехнический шкаф, соответственно, охлаждается. Для поддержания внутри шкафа температуры, препятствующей образованию конденсата, используются электрические нагревательные элементы (см. рис.24)



Рисунок 24. Электрические нагревательные элементы

Для защиты оборудования, установленного внутри ШУ, от перегрева, ШУ могут комплектоваться системой принудительной вентиляции, обеспечивающей необходимую циркуляцию воздуха внутри шкафа, для охлаждения электрооборудования.

4. Монтаж

К монтажу и техническому обслуживанию шкафа управления допускаются только квалифицированные специалисты, изучившие данное Руководство и имеющие допуск к работам в электроустановках напряжением до 1000 В. Несоблюдение техники безопасности может привести к травмированию или гибели персонала, а также может стать причиной повреждения оборудования. Также необходимо обратиться к разделу «Указания по технике безопасности».

Перед монтажом необходимо демонтировать все элементы, служащие для транспортирования, если таковые имеются. Шкаф управления монтируется следующим образом:

- Для монтажа необходима стена с ровной поверхностью;
- Резьбовые соединения P_g (резьба бронированных шлангов) прибора при монтаже должны быть направлены вниз (если необходимы дополнительные резьбовые соединения P_g , то они должны монтироваться в днище корпуса);
- Выполняется крепление с помощью винтов через четыре монтажных отверстия в задней стенке корпуса.

4.1 Механический монтаж

Перед тем как проводить любые манипуляции с приборами управления или любые работы на насосах, обязательно необходимо отключить все полюса электродвигателя от источника напряжения питания. Необходимо принять все меры, исключающие возможность несанкционированного включения насоса. Монтаж должен выполняться допущенным к проведению такого рода работ специалистами в соответствии с местными предписаниями.

Монтаж должен проводиться с соблюдением требований настоящего Руководства, а также ПУЭ и СНиП.

При проведении монтажных и пусконаладочных работ необходимо изучить раздел «Указания по технике безопасности», обеспечить меры безопасности и выполнение технических и организационных мероприятий согласно государственным и местным нормам.

Перед проведением работ убедитесь в отсутствии видимых повреждений как снаружи, так и внутри шкафа управления. При обнаружении повреждений элементов немедленно обратитесь к поставщику и/или перевозчику.

Проверьте данные на информационной табличке, чтобы убедиться, что шкаф управления соответствует вашему заказу. Информационная табличка закреплена на двери шкафа управления с внутренней стороны. Также необходимо проверить соответствие электрических характеристик шкафа управления имеющимся параметрам источника питания, подключаемым электродвигателям и применяемым датчикам.

ШУ должен быть смонтирован в хорошо проветриваемом помещении для того, чтобы обеспечить достаточное охлаждение, если его исполнение не предусматривает особые климатические условия эксплуатации. ШУ стандартного климатического исполнения не предназначен для наружной установки и не должен попадать под прямые солнечные лучи.

ШУ монтируется на стене или на полу в вертикальном положении в зависимости от типа исполнения шкафа управления. ШУ должен быть жёстко зафиксирован в строго вертикальном положении. Допускаются небольшие отклонения корпуса от вертикальной оси до 5°. В случае настенного исполнения, шкаф управления монтируется на вертикальной поверхности (стена, стойки, кронштейны и т.п.), а в случае напольного исполнения – на горизонтальной плоскости (пол, цоколь, фундамент и т.п.).

Клеммы шины заземления шкафа управления электрически соединить с корпусами электродвигателей и заземляющим контуром.

После завершения монтажных и пусконаладочных работ специалисты обязаны предоставить заказчику список всех введённых и изменённых параметров. Один экземпляр этого списка должен храниться в доступном для сервисного персонала месте (например, в шкафу управления).

4.2 Электрический монтаж

4.2.1 Подключение электрооборудования



Перед началом работы с системой следует отключить источник питания и перевести сетевой выключатель в положение 0.

Прежде чем приступить к работе, должны быть отключены все источники внешнего питания, подсоединённые к системе.

Необходимо следить за тем, чтобы данные электрооборудования, указанные на фирменной табличке с техническими характеристиками, совпадали с параметрами имеющегося источника электропитания. Прокладка всех кабелей/линий должна осуществляться с применением резьбовых соединений Pg (соединения бронированных шлангов) и уплотнений (степень защиты IP 55).

Подключение следует производить только после установки и надёжного крепления шкафа, как описано в разделе "Механический монтаж".

Подключение к сети осуществляется согласно схеме подключения. Питающая сеть должна подводиться кабелем с сечением проводников, соответствующих суммарной мощности насосов согласно ПУЭ. Фазные проводники питающего кабеля подключаются к входным клеммным зажимам согласно схеме подключения.

Таблица 5. Рекомендованные сечения силовых проводников

Сечение кабеля, мм ²	Медный кабель				Алюминиевый кабель			
	автомат защиты, А	ток, А	мощность, кВт		автомат защиты, А	ток, А	мощность, кВт	
			220 В	380 В			220 В	380 В
1,5	10	15	3,3	6,4	-	-	-	-
2,5	20	21	4,6	9,0	16	16	3,5	6,8
4,0	25	27	5,9	11,5	20	21	4,6	9,0
6,0	32	34	7,4	14,5	25	26	5,7	11,1
10	50	50	11,0	21,4	32	38	8,3	16,3
16	63	70	15,4	30,0	50	55	12,1	23,5
25	80	85	18,7	36,4	63	65	14,3	27,8
35	100	100	22,0	42,9	80	75	16,5	32,1
50	125	135	29,7	57,9	100	105	23,1	45,0
95				90,0				

Для производства работ по подключению шкафа управления выполните следующие предписания.

Ввод силовых и управляющих кабелей осуществлять через кабельные вводы (при их наличии) для сохранения указанной в паспорте степени защиты (IP).

Подключение сети и электродвигателей к шкафу управления выполнять только кабелем соответствующего сечения (клеммы рассчитаны для подключения кабеля соответствующего сечения с медными жилами). Сечение питающего силового кабеля подбирается из учёта суммарной мощности одновременно работающих насосов.

Убедитесь, что поперечное сечение провода соответствует техническим требованиям, указанным в данном Руководстве и не противоречит требованиям ПУЭ и СНиП.

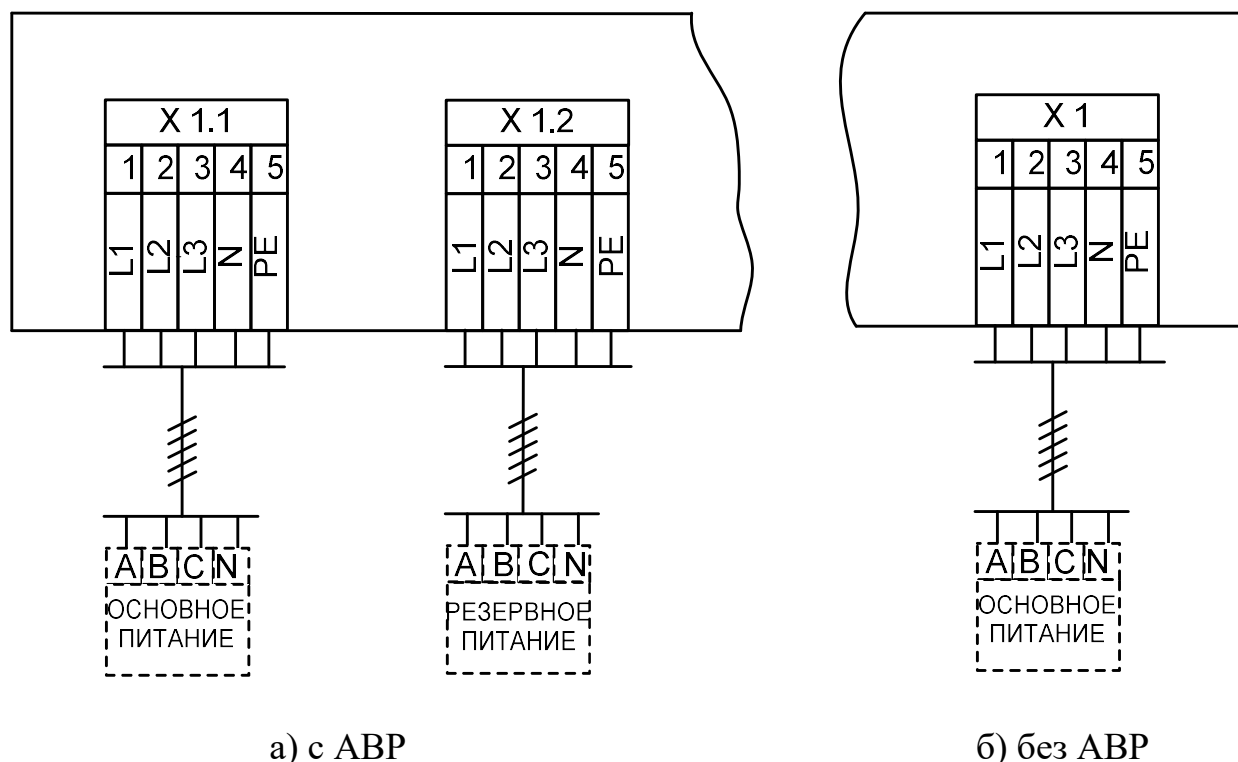


Рисунок 25. Схема подключения питающей сети

Подключение управляющих сигналов выполнять медным многожильным кабелем, сечением до 1,5 мм². При подключении аналоговых сигналов рекомендуется использовать кабель управления, представляющий собой скрученные попарно витые пары в экране для большей устойчивости к помехам.

В качестве Датчика сухого хода необходимо подключить датчик с нормально открытыми контактами (НО). То есть, при необходимости аварийного отключения всех электродвигателей – контакты разомкнуты, а для нормальной работы – контакты замкнуты.

На место Датчика давления необходимо подключить токовый (4..20 мА) датчик давления. При чём “ПИТАНИЕ” (+SUPPLY) датчика давления подключается к контакту “L+”, “ОБЩИЙ” (-COMMON) – к контакту “VIA”, а “экран” провода – к контакту “PE”.

4.2.2 Подключение электродвигателей

Для проверки правильности подключения электродвигателей необходимо включить питание и проверить правильность направления вращения запущенного электропривода.

Если направление вращения какого-либо насоса не верно:

- отключить питание ШУ от электрораспределительного щита;
- переведите вводной аппарат ШУ в положение “ВЫКЛ.”;
- на 2-х клеммах из 3-х (см. схему подключения), поменять местами фазные провода, подходящие от электропривода с неверным вращением.

5. Ввод в эксплуатацию

5.1 Мероприятия, предшествующие вводу в эксплуатацию

Ввод в эксплуатацию ШУ необходимо проводить квалифицированными специалистами, или организациями, имеющими опыт работы с подобным оборудованием.

Персонал, выполняющий работы по вводу в эксплуатацию, должен иметь соответствующую выполняемой работе квалификацию, а также допуск к работе с электроустановками до 1000 В.



Перед вводом в эксплуатацию ШУ необходимо проверить прочность затяжки резьбовых клеммных соединений ШУ, насосов и датчиков.

Проведение следующих работ предполагает, что ШУ установлен на месте его эксплуатации, подключен к питающей сети, к электроприводам насосов, а также подключены все датчики согласно рекомендованной схеме подключения, обеспечены все условия для ввода в эксплуатацию.

5.2 Первоначальный ввод в эксплуатацию

Пусконаладочные работы должны производиться обученным персоналом монтажного предприятия, имеющего допуск на проведение подобного рода работ. Наладчик после завершения работ предоставляет заказчику заполненную форму с введенными параметрами.



Необходимо строго следовать данной инструкции.

Непоследовательное и неточное выполнение данной инструкции может привести к некорректной работе ШУ.

После завершения работ по подключению шкафа управления, как описано в разделе "Подключение", выполните следующие действия.

- 1) Переведите ручки рубильника(ов) QS на дверце шкафа управления в положение "ВЫКЛ".
- 2) Откройте дверцу шкафа управления.
- 3) Переведите автомат защиты ПЧ (QFn) в положение "ВКЛ".

- 4) Проверить направление вращения валов электродвигателей. При неправильном направлении вращения вала электродвигателя достаточно поменять два провода питающих электродвигатель местами со стороны шкафа управления либо со стороны электродвигателя. Данную процедуру проверки необходимо выполнить для каждого электродвигателя.
- 5) Закройте дверцу шкафа управления.
- 6) Переведите ручки рубильника(ов) QS на дверце шкафа в положение "ВКЛ".

При неисправной работе шкафа управления смотрите раздел "Устранение неисправностей". В случае невозможности самостоятельного выявления и устранения неисправности необходимо обратиться в Сервисный центр.

Персонал, осуществляющий ввод в эксплуатацию после завершения монтажных и пусконаладочных работ обязаны предоставить заказчику список всех введенных и измененных параметров. Один экземпляр этого списка должен храниться в доступном для сервисного и обслуживающего персонала месте (например, в шкафу управления).

6. Техническое обслуживание

6.1 Указания по периодическому техническому обслуживанию

Перед началом любых работ со шкафом управления убедитесь, что электропитание отключено. Следует запереть крышку распределительного щита, чтобы предотвратить случайный доступ к главным выключателям во время работы.

В данном разделе приведены указания по профилактическому техническому обслуживанию. Прежде чем приступать к каким-либо работам по техническому обслуживанию шкафа управления, изучите раздел «Указания по технике безопасности».

Перед началом работ по техническому обслуживанию обязательно выполнить все операции, необходимые для снятия ШУ с эксплуатации, полностью отключить его от электросети и заблокировать от несанкционированного включения. Для этого необходимо следующее:

- на распределительном щите отключить питание ШУ;
- перевести вводной рубильник QS1 и(или) QS2 ШУ в положение ВЫКЛ.

Работы по техническому обслуживанию проводит потребитель или специализированная организация, имеющая договор с потребителем на производство этих работ, за счет потребителя.



Запрещается выполнять какие-либо работы по обслуживанию шкафа управления при подключенном сетевом питании. Запрещается выполнять какие-либо проверки сопротивления и электрической прочности изоляции шкафа управления.

Шкаф управления обязан проходить периодическое техническое обслуживание. При соблюдении требований к условиям хранения и эксплуатации шкаф управления

требует минимального обслуживания. Шкаф управления должен быть чистым, не допускается попадания влаги внутрь.

Техническое обслуживание в период эксплуатации состоит из его регулярного технического осмотра, проводимого не реже одного раза в три месяца, и включает в себя:

- очистку шкафа управления от пыли, грязи и посторонних предметов;
- проверка надёжности крепления и отсутствие механических повреждений кабельных систем;
- проверка надёжности подключения кабельных систем к клеммным блокам;
- проверку основных алгоритмов работы шкафа управления;
- проверка алгоритмов работы шкафа управления по аварийным сигналам;
- проверка исправности вентиляторов охлаждения шкафа управления (при наличии);
- очистка или замена фильтрующего элемента вентилятора охлаждения шкафа управления (при наличии);
- очистка нагревательного элемента системы обогрева шкафа управления (при наличии).

Обнаруженные при осмотре недостатки необходимо устранить.

Техническое обслуживание в период хранения состоит только из повторного формирования конденсаторов преобразователя частоты.

6.2 Замена вентилятора преобразователя частоты

В большинстве случаев, завод-изготовитель предусматривает в составе преобразователей частоты вентиляторы охлаждения.

Ресурс вентилятора охлаждения составляет не менее 25000 часов. Фактический ресурс зависит от условий эксплуатации и температуры окружающего воздуха.

Отказу вентилятора обычно предшествует повышенный шум его подшипников. В случае появления данного шума рекомендуется немедленно заменить вентилятор. Запасные вентиляторы поставляются предприятием-изготовителем. Не следует использовать запасные части сторонних производителей.

Для замены вентилятора преобразователя частоты необходимо выполнить следующие действия:

1. Отключить вводные рубильники QS1, QS2 (при наличии второго ввода)
2. Отключить подачу электроэнергии от распределительного щитка.
3. Выждать не менее 5 минут прежде чем продолжить работу.
4. Открыть шкаф управления.
5. При помощи вольтметра (с входным сопротивлением не менее 1 МОм) убедитесь в отсутствии напряжения на выходных клеммах преобразователя частоты.
6. Заменить вентилятор в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации на частотный преобразователь.
7. Закрыть шкаф управления.
8. Подать электроэнергию от распределительного щитка.
9. Включить вводные рубильники QS1, QS2 (при наличии второго ввода).

6.3 Повторное формование конденсаторов

Формование конденсаторов – это плавное повышение напряжение заряда конденсатора от нуля до номинального значения. Эта процедура необходима, если срок хранения ПЧ превысил 1 год. Вам необходимо отключить от сети ПЧ и медленно (в течение 1 часа) повышать напряжение заряда конденсаторов от нуля до номинального значения, а затем выдержать его под напряжением 5 часов или более, не подключая двигатель. Формование должен производить квалифицированный электрик с помощью автотрансформатора (ЛАТРа).

7. Вывод из эксплуатации

Чтобы вывести шкаф управления из эксплуатации, необходимо:

- отключить выключатель питания цепей управления QZn;
- отключить входные рубильники QS1 и QS2, а в случае ШУ без АВР, рубильник QS1, в положение ВЫКЛ.



Внимание! Проводники перед сетевым выключателем всё ещё под напряжением. Заприте крышку распределительного щита, чтобы предотвратить случайный доступ к сетевому выключателю во время работы.

8. Демонтаж

После прекращения использования шкаф управления подлежит демонтажу и утилизации. Демонтаж допускается производить только после отключения питающего напряжения.

Чтобы демонтировать шкаф управления необходимо:

- отключить входные рубильники QS1 и QS2, а в случае ШУ без АВР, рубильник QS1, в положение ВЫКЛ;
- отключить подачу электроэнергии от распределительного щита;
- прежде чем продолжить работу, выждать не менее 5 минут, для разряда встроенных конденсаторов;
- открыть шкаф управления;
- отключить вводные питающие кабели от клеммного блока X1;
- отключить питающие кабели электродвигателей от клеммного блока X2;
- отключить кабели датчиков от клеммного блока X3;
- отключить прочие внешние кабели от клеммных блоков при их наличии;
- демонтировать шкаф управления с места установки.

Все компоненты шкафа управления должны быть утилизированы в соответствии с рекомендациями производителя данного оборудования. Все местные и государственные нормы должны быть выполнены.

9. Возможные неисправности

НЕИСПРАВНОСТЬ	ВОЗМОЖНАЯ ПРИЧИНА	СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ
Шкаф управления не реагирует на подачу питания	Отсутствует напряжение на колодке питания панели	Убедитесь в исправности цепей питания. Удостоверьтесь, что напряжение +24В присутствует на колодке питания контроллера
	Неправильное чередование питающих фаз	Поменяйте местами два фазных питающих проводника
	Величина питающего напряжения выходит за пределы $\pm 10\%$	Измерьте величину питающего напряжения
Отображение аварийных сообщений на панели управления в соответствии с п. 3.2.10	См. п. 3.2.12 «Подробное описание возможных аварий»	См. п. 3.2.12 «Подробное описание возможных аварий»
Давление во входном трубопроводе достаточное для работы, при включении насосов – давление сильно падает, на дисплее загорается ошибка “сухой ход”	Засорен фильтр во входном трубопроводе, засорен входной трубопровод, заужено сечение входной трубы, прикрыта задвижка во входном трубопроводе	Устраните засор, причину засора, замените трубы с зауженным сечением
Появление на дисплее частотного преобразователя кода неисправности (ошибки)	Посмотреть значение ошибки по таблице кодов ошибок в п. 3.3.3 «Коды ошибок преобразователя частоты ATV212»	Убедиться в наличии данной неисправности и устранить её

10. Условия хранения и транспортировки

Шкаф управления следует хранить в упаковке предприятия-изготовителя в сухом, отапливаемом и вентилируемом помещении, расположенном в любых макроклиматических районах при температуре от +15 °С до +40 °С (ГОСТ 15150-69, условия хранения 1), относительной влажности до 80%. Воздух в помещении для хранения не должен содержать паров кислот, щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию и разрушающих изоляцию.

Срок хранения в упаковке без переконсервации - не более 2 лет со дня изготовления.

Транспортировка упакованного шкафа возможна всеми видами крытых транспортных средств (автомобильным, железнодорожным, речным и авиационным транспортом) в соответствии с действующими на данном виде транспорта правилами перевозок, с защитой от атмосферных осадков. Транспортирование авиатранспортом допускается только в герметизированных отапливаемых отсеках.

Температура окружающей среды при транспортировании и хранении должна быть от - 25°С до плюс 50°С, а в течение короткого периода не более 24 ч - не выше плюс 70°С.

При транспортировании автомобильным, железнодорожным, водным или воздушным транспортом шкаф управления должен быть надежно закреплён на транспортных средствах с целью предотвращения самопроизвольных перемещений.

При погрузке и транспортировании ШУ не должны допускаться толчки и удары, которые могут отразиться на внешнем виде и работоспособности ШУ.

11. Условия эксплуатации

Шкаф управления следует использовать в отапливаемом закрытом помещении с контролируемыми условиями. Данные условия приведены для шкафов управления стандартного исполнения.

Условия эксплуатации:

Температура окружающей среды (образование инея недопустимо): - для исполнения УЗ - для исполнения УХЛ1	от -5°С до + 50°С от - 40°С до + 40°С
Относительная влажность окружающей среды (без конденсации)	от 0 до 95% конденсация не допускается
Номинальное напряжение электропитания	~ 380В ± 10%
Допустимая высота над уровнем моря	от 0 до 2 000 м над уровнем моря (свыше 1 000 м) *

* см. раздел “Технические характеристики”

Удары и падения шкафа управления при эксплуатации не допустимы.