



ООО «ГЛОБУС»

Шкафы управления насосами серии
Control-GI-Э

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	2
1.1. Указания по технике безопасности. Общие требования	2
1.1.1 Квалификация и обучение обслуживающего персонала	3
1.1.2 Опасные последствия несоблюдения указаний по технике безопасности	3
1.1.3 Указания по технике безопасности для потребителя или обслуживающего персонала	3
1.1.4 Указания по технике безопасности при выполнении технического обслуживания, контрольных осмотров и монтажа	3
1.1.5 Самостоятельное переоборудование и изготовление запасных узлов и деталей	4
2. Описание и назначение ШУ	4
2.1. Система управления типа Control GI-Э	4
2.2 Алгоритм работы шкафа управления Control GI-Э	4
2.3 Основные функции системы управления Control-GI-Э	5
3. Устройство и работа	6
3.1 Внешние органы управления и индикации. Панель управления	6
3.1.1 Общее описание панели управления	6
3.1.2 Включение и работа панели управления	7
3.1.3 Описание меню панели управления	10
3.1.4 Отображение аварий и предупреждений на дисплее панели управления	16
3.1.5 Возможные варианты аварий	17
3.1.6 Подробное описание возможных аварий	17
3.1.7 Возможные варианты предупреждений	18
3.2 Преобразователь частоты	18
3.2.1 Назначение	18
3.2.2 Предварительная настройка	18
3.2.3 Коды ошибок преобразователя частоты ATV310	21
3.3 ПИД-регулятор	27
3.3.1 Общие сведения	27
3.3.2 Режимы работы системы и качество управления	28
3.3.3 Настройка ПИД-регулятора	30
3.4 Микроклимат шкафа управления	31
4. Монтаж	31
4.1 Механический монтаж	32
4.2 Электрический монтаж	33
4.2.1 Подключение электрооборудования	33
4.2.2 Подключение электродвигателей	34
5. Ввод в эксплуатацию	35
5.1 Мероприятия, предшествующие вводу в эксплуатацию	35
5.2 Первоначальный ввод в эксплуатацию	36
6. Техническое обслуживание	37
6.1 Указания по периодическому техническому обслуживанию	37
6.2 Замена вентилятора преобразователя частоты	38
6.3 Повторное формование конденсаторов	38
7. Вывод из эксплуатации	38
8. Демонтаж	39
9. Возможные неисправности	39
10. Условия хранения и транспортировки	40
11. Условия эксплуатации	41

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-Gle 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 преобразователя частоты.

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. Система управления типа Control GI-Э

Система управления типа **Control GI-Э** осуществляет управление всеми подключенными электродвигателями (насосами). Количество управляемых электродвигателей (насосов) – один или два. Один электродвигатель (насос) управляется при помощи преобразователя частоты, второй при нехватке производительности подключается непосредственно к питающей сети.

2.2 Алгоритм работы шкафа управления Control GI-Э

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 одного из насосов при помощи преобразователя частоты.

Один насос подключен к преобразователю частоты. Дополнительный насос (если он есть) при этом находится 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 на максимальные обороты и при этом его производительности будет недостаточно, непосредственно к питающей сети будет подключен дополнительный насос (если он есть). Данный процесс называется "подхватом" или повышением производительности.

В случае если насос, подключенный к преобразователю частоты, вращается на низкой частоте, а производительность системы при этом выше необходимой для поддержания заданного значения давления, то дополнительный насос будет отключен от питающей сети.

В автоматическом режим работы станции существует функция исключения "нулевого водоразбора" (данная функция предназначена для систем водоснабжения).

Она позволяет увеличить ресурс насосов, исключить закипания воды, снизить потребление электроэнергии.

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

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

Возникшие аварийные ситуации в работе насосной станции отображаются в виде коротких сообщений на панели управления. Подробное описание возможных неисправностей и соответствующих аварийных сообщений приведено ниже. При работе контролируется исправность насосов, преобразователя частоты, преобразователя давления и наличие входного давления (подпора).

2.3 Основные функции системы управления Control-GI-Э

В системе управления шкафов серии Control-GI-Э 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;
- **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.);
- **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);
- **индикация текущего состояния и аварийных ситуаций.** Индикация текущей работы электродвигателей, общей аварии, кодов неисправностей, аварии электродвигателей, выходного давления и прочих параметров;
- **функция исключения "нулевого водоразбора" для систем водоснабжения.** Функция исключения "нулевого водоразбора" для систем водоснабжения позволяет увеличить ресурс насосов, торцевых уплотнений, исключить закипания воды внутри насосных агрегатов, исключить кавитацию при отсутствии потребления воды (например, в ночное время работы системы), снизить потребление электроэнергии;
- **плавный пуск и останов насосов,** снижение ударных гидравлических, механических и электрических нагрузок на систему;

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.

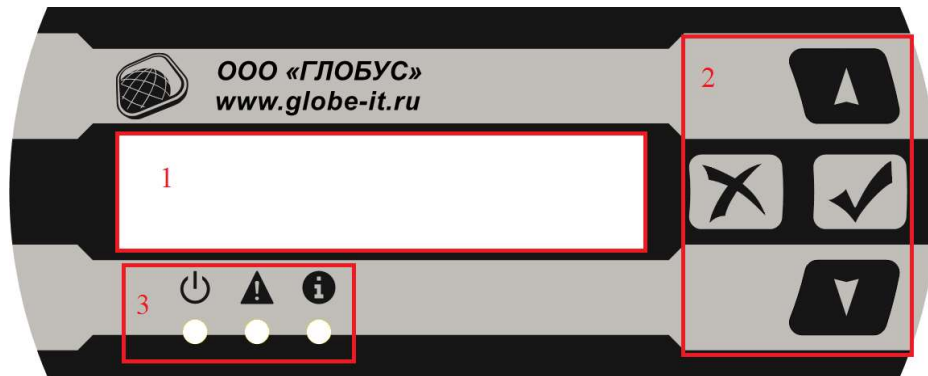


Рисунок 1. Внешний вид панели управления

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, текущего уровня жидкости в резервуаре, 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

3.1.2 Включение и работа панели управления

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

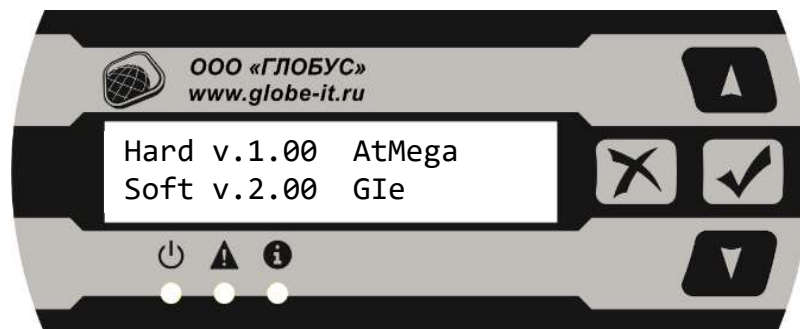


Рисунок 3. Информация об аппаратном (1строка) и программном обеспечении (2строка) панели

В данном сообщении первая строка представляет версию аппаратной части, а вторая – версию программного обеспечения (ПО) панели управления. Во время отображения этого сообщения все три светодиодных индикатора светятся для контроля их исправности. Сообщение о версии и свечение всех индикаторов продолжается 3 секунды. По истечении этого времени отображается информация о производителе данного оборудования. Первая строка – название организации, вторая строка – адрес страницы организации в сети Интернет.

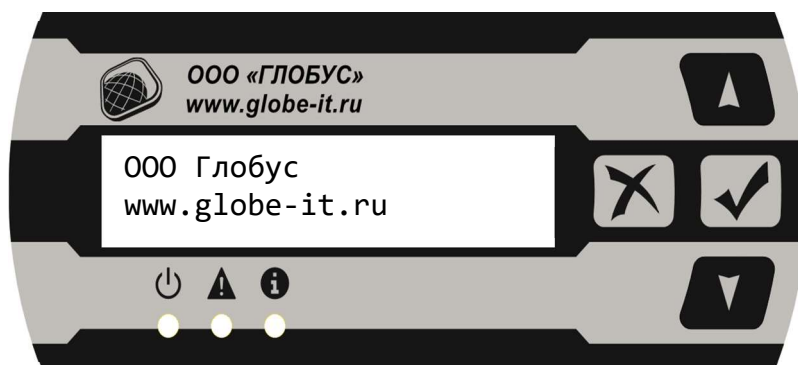


Рисунок 4. Данные о производителе

Информация о производителе отображается так же в течение 3 секунд, после чего панель переходит в режим работы.

В процессе работы на экране панели отображаются сведения о текущем выходном давлении насосной установки и требуемом давлении. Это главный экран панели управления. Его общий вид показан на рисунке 5.

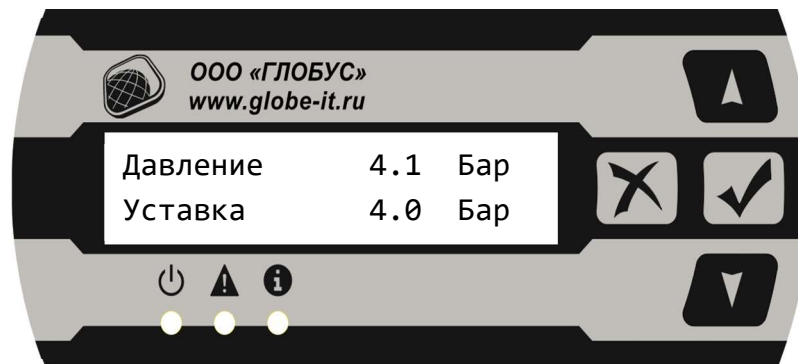


Рисунок 5. Отображение текущего давления






Клавишами  «ВВЕРХ» и  «ВНИЗ» осуществляется изменение заданного давления (уставки). Клавишей  «Подтверждение» осуществляется вход в меню. Клавишей «Отмена»  осуществляется выход из меню. Нажатие клавиши «Отмена»  в течение 3 секунд на главном экране 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».

Диаграмма навигации по этим функциям представлена на рисунке 6.

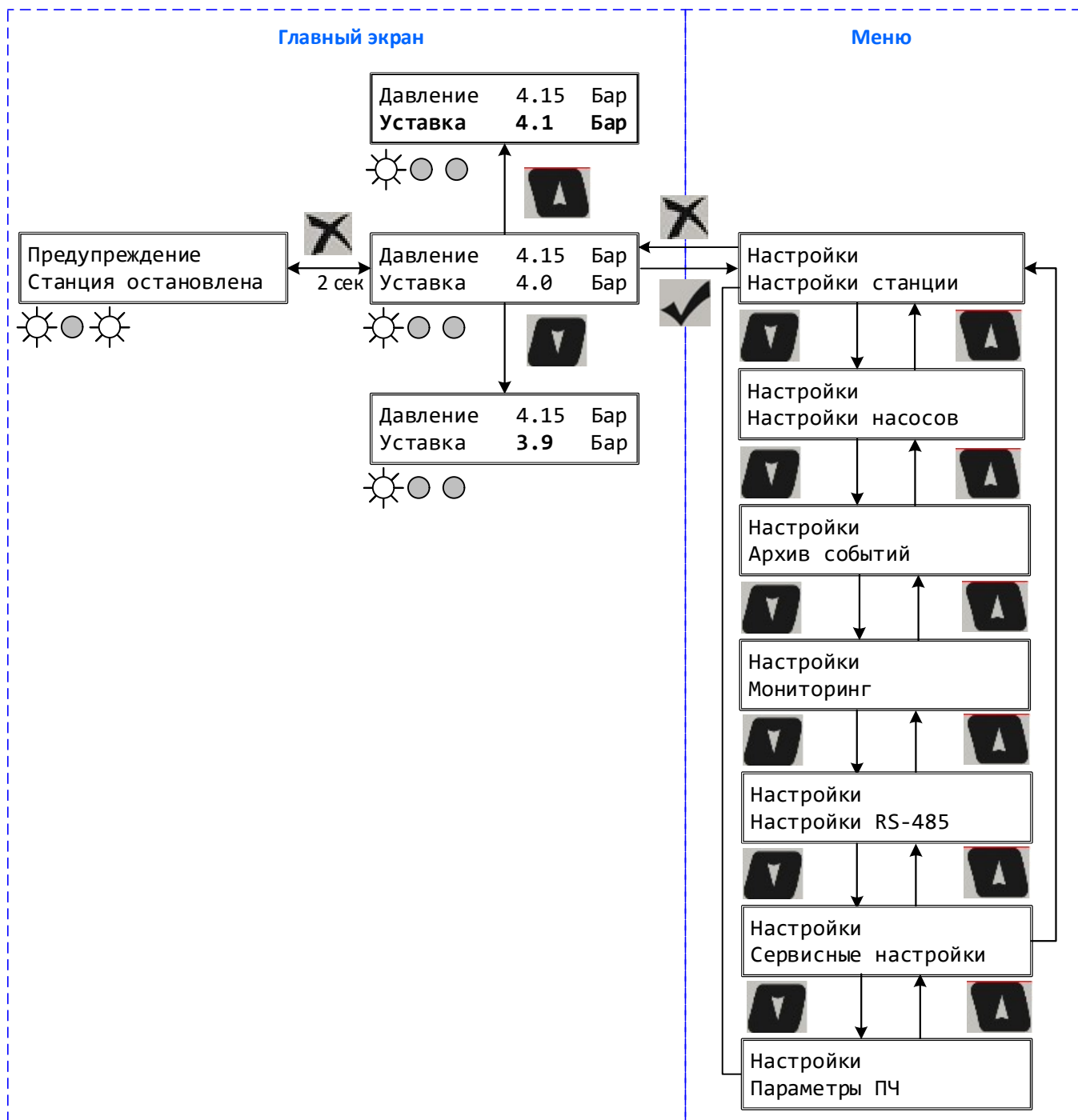






Рисунок 6. Диаграмма навигации по основным функциям панели.

3.1.3 Описание меню панели управления

3.1.3.1 Основное меню панели управления

В основном меню панели управления находятся следующие подменю:

- Настройки станции
- Настройки насосов
- Архив событий
- Мониторинг
- Настройки RS-485
- Сервисные настройки
- Параметры ПЧ

Клавишами  «ВВЕРХ» и  «ВНИЗ» осуществляется выбор нужного подменю. Клавишей  «Подтверждение» осуществляется вход в выбранное подменю. Клавишей «Отмена»  осуществляется выход из меню на главный экран.





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.

3.1.3.2 Меню «Настройки станции»

В меню «Настройки станции» находятся параметры, которые необходимы для изменения режима её работы и устранения неполадок. Это параметры:

- Состояние станции
- Выходное давление
- Заданное давление (уставка)
- Критическое превышение уставки
- Номинал датчика выходного давления
- Таймер сухого хода
- Автосброс сухого хода
- Автовключение

Клавишами  «ВВЕРХ» и  «ВНИЗ» осуществляется навигация по меню «Настройки станции». Клавишей  «Подтверждение» осуществляется вход в режим редактирования параметра. Клавишей «Отмена»  осуществляется выход из режима редактирования параметра или из меню «Настройки станции».

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

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

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 «**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 режиме, то станция переходит в автоматический режим работы без дополнительных действий оператора. **Внимание! Автоматический повторный пуск может использоваться только для механизмов, которые не представляют опасности для персонала и оборудования.**

Режим редактирования представлен на рисунке 8 (для примера использован параметр «Заданное давление»).



Рисунок 7. Изменение значения параметр меню

Некоторые параметры меню предназначены для мониторинга состояния станции и их значение не может быть изменено пользователем. Такие параметры отображаются на панели с пометкой «Только чтение» (см. рисунок 8).

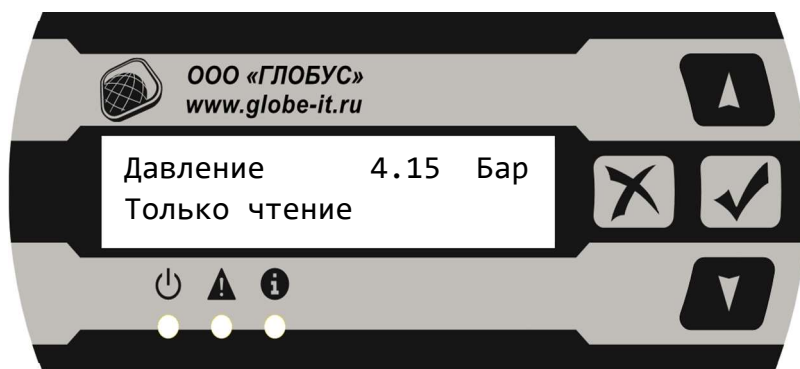


Рисунок 8. Не редактируемый параметр меню

Диаграмма изменения значения параметра представлена на рисунке 9.

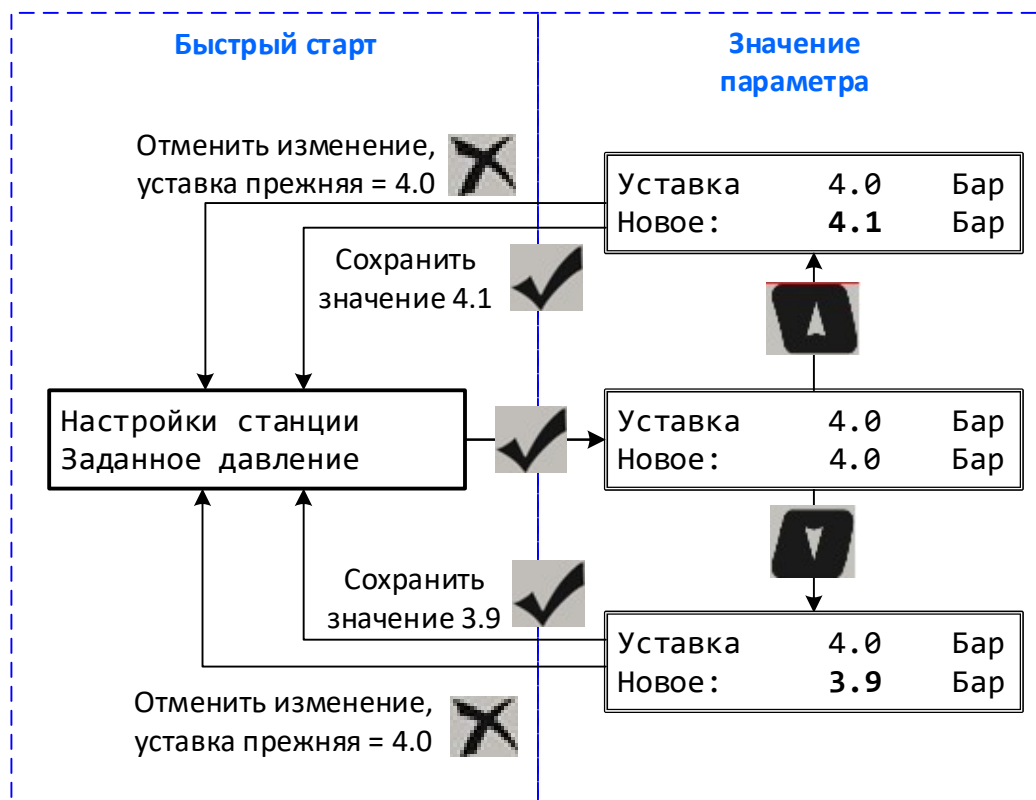


Рисунок 9. Диаграмма изменения значения параметра

3.1.3.3 Меню Настройки насосов

В меню «Настройки насосов» находятся параметры, которые позволяют запустить насос в ручном режиме. Это параметры:

- Частота работы в ручном режиме
- Состояние насоса 1
- Состояние насоса 2 (*только чтение*)

Параметр «**Частота работы в ручном режиме**» определяет частоту, с которой будет вращаться электродвигатель, если включить его в ручном режиме. Функция предназначена для определения направления вращения электродвигателя и устранения неполадок.

Параметр «**Состояние насоса**» отображает текущее состояние насоса и даёт возможность оператору запустить насос в ручном режиме, если автоматический режим регулирования остановлен. Если же режим автоматический режим регулирования работает, то доступен только просмотр состояния насоса (во второй строке будет надпись «Автоматический режим»). При просмотре состояния насоса, для которого ручное управление конструктивно не предусмотрено, во второй строке будет отображаться надпись «Только чтение».

3.1.3.4 Архив событий

В контроллере станции ведется архив возникших ошибок в работе станции и преобразователя частоты. Ёмкость архива – 10 записей, то есть доступны 5 кодов последних ошибок станции и 5 кодов последних ошибок ПЧ. Записи архива доступны только для чтения. Архив можно очистить запуском функции «Очистка архива». Расшифровку кодов аварий см. в подразделе 3.1.5 «Возможные варианты аварий».

Параметры **«Авария станции 1 (2, 3, 4, 5)»** содержат коды аварий.

Параметры **«Авария ПЧ 1 (2, 3, 4, 5)»** содержат коды неисправностей преобразователя частоты.

Параметр **«Очистка архива»** — это запуск функции очистки архива событий, которая позволяет очистить архив либо целиком, либо определённую часть (ошибки станции отдельно либо ошибки ПЧ отдельно).

3.1.3.5 Мониторинг

Контроллер станции считает время наработки насоса и контролирует наличие связи между ним и преобразователем частоты.

Параметр **«Полное время наработки насоса»** содержит полное время наработки насоса с начала работы станции либо с последнего сброса в формате «месяц : день : час : минута».

Параметр **«Кол-во комм. ошибок»** содержат количество с начала работы станции либо с последнего сброса. Нужен сервисным специалистам для определения качества связи между ПЧ и контроллером станции.

Параметр **«Сброс значений»** — это запуск функции сброса значений параметров мониторинга, которая позволяет очистить либо оба вышеописанных параметра сразу, либо время наработки отдельно или количество коммуникационных ошибок отдельно.

3.1.3.6 Настройки RS-485

В меню «Настройки RS-485» находятся параметры:

- Скорость RS-485
- Формат RS-485
- Адресация xxxx-1
- Адрес ПЧ
- Таймаут ответа
- Количество комм. ошибок

Параметр **«Скорость RS-485»** определяет скорость обмена данными по интерфейсу. Поддерживает скорости 9600/19200/38400/57600/76800/115200 бод. После изменения данного параметра необходима перезагрузка.

Параметр **«Формат RS-485»** определяет формат обмена данными по интерфейсу: биты контроля четности и стоп биты. Поддерживает форматы No parity

1(2)/Odd 1(2)/ Even 1(2). После изменения данного параметра необходима перезагрузка.

Параметр «**Адресация xxxx-1**» определяет наличие адресного смещения (-1 к адресу регистра). После изменения данного параметра необходима перезагрузка.

Параметр «**Адрес ПЧ**» — это адрес, по которому панель обращается к контроллеру. После изменения данного параметра перезагрузка не требуется.

Параметр «**Таймаут ответа**» — это интервал времени, в течение которого панель ждёт ответ на отправленный запрос. После изменения данного параметра перезагрузка не требуется.

Параметр «**Количество комм. ошибок**» - если количество запросов, на которые не был получен ответ от ПЧ, превысило значение этого параметра, то панель отображает аварию «Нет связи с ПЧ». После изменения данного параметра перезагрузка не требуется.

3.1.3.6 Сервисные настройки

В меню «Сервисные настройки» находятся параметры:

- Тип ПЧ
- Количество насосов
- Вход сухого хода
- Вход внешней блокировки
- Таймаут внешней блокировки
- Инициализация ПЧ
- Start logo
- Версия ПО

Параметр «**Тип ПЧ**» определяет коммуникационный драйвер, который контроллер использует для связи с ПЧ. Его значение должно соответствовать типу ПЧ, установленному в станции.

Параметр «**Количество насосов**» определяет количество насосов, которые контроллер станции использует для поддержания уровня контролируемого параметра. Если количество насосов настроено на 2, то ПЧ управляет вспомогательным насосом с помощью дискретного выхода LO, подключая его к сети напрямую.

Параметр «**Вход сухого хода**» определяет порядковый номер дискретного входа ПЧ, к которому подключено реле контроля входного давления. Значение параметра должно соответствовать схеме шкафа.

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

Параметр «**Таймаут внешней блокировки**» определяет время (в секундах), по истечении которого срабатывает блокировка автоматического режима регулирования по внешнему сигналу.

Параметр «**Инициализация ПЧ**» включает/выключает инициализацию ПЧ на старте работы станции. Инициализация – это запись в ПЧ набора настроек, которые

необходимы для его правильного функционирования в составе станции Control-GI-Э. Полное описание набора параметров и их значений см. в разделе 3.3 «Преобразователь частоты».

Параметр «**Start logo**» включает/выключает отображение информации о производителе данного оборудования при старте панели. Если отображение информации о производителе отключено, то после показа информации о версии аппаратного и программного обеспечения контроллер станции сразу переходит в рабочий режим.

Параметр «**Версия ПО**» содержит информацию об аппаратном и программном обеспечении. Данный параметр не является редактируемым.

3.1.3.7 Параметры ПЧ

В этом меню доступны для изменения те параметры преобразователя частоты ATV310, настройка которых необходима для корректной работы преобразователя частоты в составе станции Control-GI-Э. Значения этих параметров контроллер станции устанавливает при инициализации ПЧ. В процессе работы станции значения этих параметров также можно изменить, но это требует отключения режима автоматического регулирования. Если настроенное оператором значение параметра некорректно или не совместимо с текущей конфигурацией, то на ПЧ возникнет ошибка F032 «Не-работоспособная конфигурация».

Полный список параметров, названия, описания и значения см. в таблице 4 главы 3.2. «Преобразователь частоты».

3.1.4 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 10. Оповещение об аварии

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

3.1.5 Возможные варианты аварий

- Нет связи с ПЧ (*код в архиве событий 1*)
- Сухой ход (*код в архиве событий 2*)
- Обрыв выходного датчика (*код в архиве событий 3*)
- Критическое давление (*код в архиве событий 4*)
- Авария ПЧ (*код в архиве событий 5*)
- Внешняя блокировка (*код в архиве событий 6*)
- Авария питания (*код в архиве событий 7*)

3.1.6 Подробное описание возможных аварий

Нет связи с ПЧ - неисправность линии связи с ПЧ либо неправильные настройки связи. Контроллер станции не получает ответа на запросы по интерфейсу RS-485.

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 выходного датчика - неисправность датчика выходного давления или обрыв подводящих проводов.

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


Авария ПЧ: F*** – преобразователь частоты находится в состоянии аварии. Код аварии в формате F***.

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.

Авария питания – напряжение питания недостаточное для работы преобразователя частоты либо отсутствует одна или более фаз питающего напряжения.

3.1.7 Возможные варианты предупреждений

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

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  «Подтверждение» в течение 2 секунд в режиме отображения давления и уставки.**

3.2 Преобразователь частоты

3.2.1 Назначение

Преобразователь частоты ATV310 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.

3.2.2 Предварительная настройка

При замене или установке нового ПЧ необходимо его предварительно настроить для обеспечения связи с контроллером по интерфейсу RS-485.

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.

Таблица 3. Настройки связи ПЧ ATV310

Параметр	Значение	Описание параметра	Описание значения
701	1	Адрес Modbus	Адрес устройства на шине Modbus
702	32	Скорость передачи Modbus	19.2 кбит/с
703	03	Формат Modbus	8 бит данных, четность even, 1 стоп-бит

После изменения данных параметров необходимо перезапустить ПЧ

Для перезапуска ПЧ необходимо:

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

Если в настройках панели включена инициализация ПЧ, то после подачи питания и отображения версии аппаратного и программного обеспечения начнётся процесс записи параметров ПЧ (на дисплее будет отображаться надпись «Initialize» и счётчик параметров. Полный перечень параметров и их значений находится в группе «Параметры ПЧ» главного меню панели.

После инициализации необходимо сохранить конфигурацию в ПЧ (настроить в ПЧ параметр 101 = 01 и удерживать кнопку сохранения 2 секунды, пока светодиод не перестанет мигать) и отключить инициализацию в настройках панели (см. подраздел 3.1.3.6 «Сервисные настройки» раздела 3.1.3 «Описание меню панели управления»).

Таблица 4. Параметры ПЧ ATV310 и их значения, необходимые для работы ПЧ в составе станции Control-GI-Э.

Параметр	Значение	Описание параметра
204.0	2	Тип AI1
204.1	4.0	Минимальное значение AI1(0%)
204.2	20.0	Максимальное значение AI1 (100%)
205	0	Функция реле R1
309	06	Закон управления двигателем
315	8.0	Частота коммутации силовых ключей привода
401	164	Канал задания 1
404	1	Запрет реверса
406	2	Профиль управления
407	10	Канал управления 1
501.0	1.0	Время ускорения 1
501.1	1.0	Время замедления 1
504.0	1	Автоматическое динамическое торможение
512.0	20.0	Минимальная частота вращения
512.1	0.1	Задержка запуска функции "сна"
512.2	52.0	Максимальная частота вращения
59.00	1	Обратная связь ПИД
59.01	0.90	Пропорциональный коэффициент ПИД-регулятора
59.02	2.00	Интегральный коэффициент ПИД-регулятора
59.03	0.00	Дифференциальный коэффициент ПИД-регулятора
59.19	0.5	Значение ошибки для выхода из режима "сна"
510.0	0	Выбор режима работы вспомогательного насоса
510.1	50.0	Начальная частота для пуска вспомогательного насоса
510.2	2.0	Задержка пуска вспомогательного насоса
510.3	2.0	Время разгона вспомогательного насоса до номинальной скорости
510.4	35.0	Частота для останова вспомогательного насоса
510.5	2.0	Задержка команды останова вспомогательного насоса
510.6	2.0	Время торможения вспомогательного насоса
510.7	0	Период контроля нулевого расхода
510.8	50.0	Уставка активации контроля нулевого расхода
510.9	2.0	Смещение контроля нулевого расхода
603	1	Подхват на ходу
609	0	Реакция привода при потере сигнала на аналоговом входе
611	0	Реакция привода на коммуникационную неисправность (потерю связи по шине modbus)
Comm1	3201	Значение для отображения в блоке чтения 1
Comm2	5242	Значение для отображения в блоке чтения 2
Comm3	5202	Значение для отображения в блоке чтения 3
Comm4	5242	Значение для отображения в блоке чтения 4

3.2.3 Коды ошибок преобразователя частоты ATV310

----	Неисправность прикладного программного обеспечения	<ul style="list-style-type: none"> • Ошибка при обновлении прикладного программного обеспечения • Перезаписать прикладное программное обеспечение преобразователя частоты
F001	Цепь предварительного заряда	<p>Повреждены зарядное сопротивление или цепь реле управления зарядом конденсаторов</p> <ul style="list-style-type: none"> • Отключить и повторно подать питание на преобразователь частоты • Проверить соединения • Проверить стабильность питающей сети • Обратиться в Schneider Electric
F002	Неопределенный типоразмер преобразователя частоты	<ul style="list-style-type: none"> • Обратиться в Schneider Electric
F003	Неопределенная или несовместимая силовая плата	<ul style="list-style-type: none"> • Обратиться в Schneider Electric
F004	Ошибка внутренней связи	<p>Коммуникационная неисправность между модулями преобразователя частоты</p> <ul style="list-style-type: none"> • Обратиться в Schneider Electric
F005	Внутренняя неисправность	<p>Несовпадение внутренних данных</p> <ul style="list-style-type: none"> • Обратиться в Schneider Electric
F006	Цепь измерения тока	<p>Неправильное измерение тока (аппаратная неисправность)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Обратиться в Schneider Electric
F007	Неисправность собственного датчика температуры	<ul style="list-style-type: none"> • Обратиться в Schneider Electric
F008	Неисправность CPU	<ul style="list-style-type: none"> • Отключить и повторно подать питание на преобразователь частоты • Обратиться в Schneider Electric
F009	Чрезмерное торможение	<p>Слишком быстрое торможение или слишком большая нагрузка</p> <ul style="list-style-type: none"> • Увеличить время торможения • Проверить напряжение питающей сети, чтобы убедиться, что оно не превышает максимально допустимое (20% выше максимального в режиме "Работа")
F010	Перегрузка по току	<ul style="list-style-type: none"> • Некорректные параметры в меню [300] • Слишком высокий момент инерции нагрузки • Механическая блокировка • Проверить введенные параметры

		<ul style="list-style-type: none"> • Проверить характеристики двигателя/преобразователя частоты/нагрузки • Проверить исправность механизма • Подключить сетевой дроссель • Уменьшить параметр «Частота коммутации» [315] • Проверить заземление преобразователя частоты, сопротивление изоляции двигателя и кабеля
F011	Перегрев преобразователя частоты	Проверить нагрузку, условия окружающей среды и охлаждение преобразователя частоты. До перезапуска преобразователь частоты должен остыть. См. "Рекомендации по установке" в документации ПЧ
F012	Перегрузка механизма	Проверить соответствие параметров технологического процесса и настроек преобразователя частоты
F013	Перегрузка двигателя	Отключение по превышению тока двигателя <ul style="list-style-type: none"> • Проверить настройки защиты двигателя по превышению теплового состояния и параметры нагрузки
F014	Обрыв фазы двигателя	Обрыв одной фазы на выходе преобразователя частоты <ul style="list-style-type: none"> • Проверить соединения между преобразователем частоты и двигателем • При использовании выходного контактора проверить правильность подключения кабеля и контактора
F015	Обрыв трех фаз двигателя	<ul style="list-style-type: none"> • Двигатель не подключен • Очень низкий ток двигателя, менее 6% номинального тока преобразователя частоты • Открыт выходной контактор • Кратковременные колебания тока двигателя <ul style="list-style-type: none"> • Проверить соединения между преобразователем частоты и двигателем • Проверка с двигателем малой мощности или без двигателя при заводских настройках «Обрыв фазы двигателя» [605]. Для проверки преобразователя частоты в тестовом режиме без двигателя сопоставимой мощности необходимо сконфигурировать определение обрыва фазы двигателя «Обрыв фазы двигателя» [605] = 00 • Проверить и оптимизировать настройку следующих параметров: «IR-Компенсация» [310], «Номи-

		нальное напряжение двигателя» [304] и «Номинальный ток двигателя» [305]. Выполнить автоподстройку, параметр «Автоподстройка» [318].
F016	Перенапряжение сети	<ul style="list-style-type: none"> • Слишком высокое напряжение сети: <ul style="list-style-type: none"> - При поданном питании напряжение на 10% выше максимально допустимого - В режиме "Работа" напряжение на 20% больше максимального линейного напряжения • Колебания напряжения сети • Отключить преобразователь частоты. Проверить напряжение сети. После восстановления напряжения сети к допустимому диапазону питания преобразователя частоты, подать питание. Если отображается код неисправности F016, можно сконфигурировать реле R1, параметр 205, как 01, и контакты реле могут использоваться в цепях управления вышестоящим аппаратом защиты во избежание повреждения преобразователя частоты. В этом случае выход LO1 может использоваться для отображения иных состояний преобразователя частоты
F017	Обрыв входной фазы	<ul style="list-style-type: none"> • Преобразователь частоты некорректно запитан или вышел из строя предохранитель • Обрыв одной фазы питающей сети • 3-фазный ATV310 используется с однофазным напряжением питания • Несбалансированная нагрузка • Защита действует только при нагрузке • Проверить силовые подключения и предохранители • Использовать трехфазную питающую сеть • Отключить функцию защиты, сконфигурировав «Обрыв фазы сети» [606] = 00
F018	Короткое замыкание на выходе преобразователя частоты	<ul style="list-style-type: none"> • Короткое замыкание или замыкание на землю на выходе преобразователя частоты • Замыкание на землю при состоянии преобразователя частоты "Работа"
F019	Короткое замыкание на землю	<ul style="list-style-type: none"> • Переключение двигателей при состоянии преобразователя частоты "Работа" • Большой ток утечки при параллельном подключении нескольких двигателей • Проверить подключение кабеля к преобразователю частоты и двигателю, проверить сопротивление изоляции двигателя

		<ul style="list-style-type: none"> • Подключить дроссель(и) двигателя
F020	Короткое замыкание IGBT	<p>Короткое замыкание силовых элементов преобразователя частоты, определенное при подаче питания</p> <ul style="list-style-type: none"> • Обратиться в Schneider Electric
F021	Короткое замыкание в нагрузке	<ul style="list-style-type: none"> • Короткое замыкание на выходе преобразователя частоты • Короткое замыкание определяется в состоянии преобразователя частоты "Работа" или при динамическом торможении, если параметр «Проверка IGBT» [608] сконфигурирован как 01 • Проверить подключение кабеля к преобразователю частоты и двигателю, проверить сопротивление изоляции двигателя
F022	Ошибка связи Modbus	<p>Отсутствие обмена данными по шине Modbus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Проверить подключение к коммуникационной шине • Проверить значение параметра «Тайм-аут Modbus» [704] • Обратиться к документации по Modbus
F024	Ошибка связи HMI	<p>Отсутствие обмена данными с выносным терминалом</p> <ul style="list-style-type: none"> • Проверить подключение выносного терминала
F025	Превышение скорости	<ul style="list-style-type: none"> • Нестабильная нагрузка • Слишком высокая скорость, связанная с большим моментом инерции механизма • Проверить двигатель • Превышение скорости более чем на 10% от настройки параметра «Максимальная частота» [308], требуется корректировка данного параметра • Добавить тормозное сопротивление • Проверить характеристики двигателя/преобразователя частоты/нагрузки • Проверить параметры контура регулирования (устойчивость и быстродействие)
F027	Перегрев IGBT	<ul style="list-style-type: none"> • Перегрев преобразователя частоты • Собственная температура IGBT-транзисторов слишком высока вследствие высокой температуры окружающей среды и нагрузки • Проверить характеристики двигателя/преобразователя частоты/нагрузки

		<ul style="list-style-type: none"> • Уменьшить значение параметра «Частота коммутации» [315] • Преобразователь частоты должен остыть до перезапуска
F028	Ошибка автоподстройки	<ul style="list-style-type: none"> • Двигатель не подключен к преобразователю частоты • Обрыв одной фазы двигателя • Специальный двигатель • Двигатель вращается (например, нагрузкой) • Проверить совместимость двигателя и преобразователя частоты • Проверить наличие двигателя при выполнении автоподстройки • При использовании выходного контактора замкнуть его контакты при выполнении автоподстройки • Проверить полную остановку двигателя
F029	Низкая нагрузка механизма	<ul style="list-style-type: none"> • Низкая нагрузка механизма • Ток двигателя меньше значения параметра «Порог аварии по низкой нагрузке механизма» [211] в течение времени «Задержка аварии по низкой нагрузке механизма» [210] • Проверить соответствие параметров технологического процесса и настроек преобразователя частоты
F030	Недонапряжение	<ul style="list-style-type: none"> • Низкое напряжение питающей сети • Кратковременный провал напряжения • Проверить напряжение питающей сети и конфигурацию параметров в меню «Недонапряжение» [607-]
F031	Неправильная конфигурация	<ul style="list-style-type: none"> • Установлен новый блок управления, сконфигурированный для применения с преобразователями частоты другого типоразмера • Текущая конфигурация пользователя некорректна • Возврат к заводским настройкам или восстановление сохраненной конфигурации, если она корректна • Если после возврата к заводским настройкам неисправность сохраняется, обратиться в Schneider Electric
F032	Неработоспособная конфигурация	Неработоспособная конфигурация.

		<ul style="list-style-type: none"> • Конфигурация, загруженная в преобразователь частоты по коммуникационной шине, некорректна • Загрузка конфигурации была прервана или не полностью завершена • Проверить ранее загруженную конфигурацию • Загрузить работоспособную конфигурацию
F033	Обрыв задания на аналоговом входе AI	<p>Фиксируется, если:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Аналоговый вход AI1 сконфигурирован как вход по току • Минимальное значение AI1(0%) [204.1] более чем 3 мА • Ток на аналоговом входе менее 2 мА <ul style="list-style-type: none"> • Проверить подключения на клеммнике

Подробную информацию о диагностике и устранении неисправностей ПЧ см. в документе «Преобразователи частоты Altivar Easy 310 Руководство пользователя».

3.3 ПИД-регулятор

3.3.1 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.

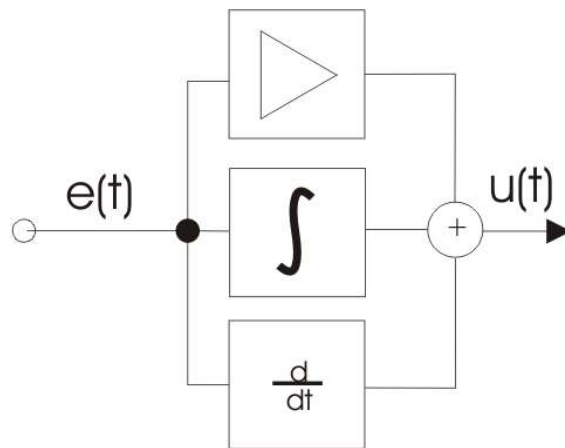


Рисунок 11. Схема, иллюстрирующая принцип работы ПИД-регулятора.

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 неустойчивости системы. Таким образом, регуляторы, применяемые в системах водопотребления, являются ПИ-регуляторами.

3.3.2 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.

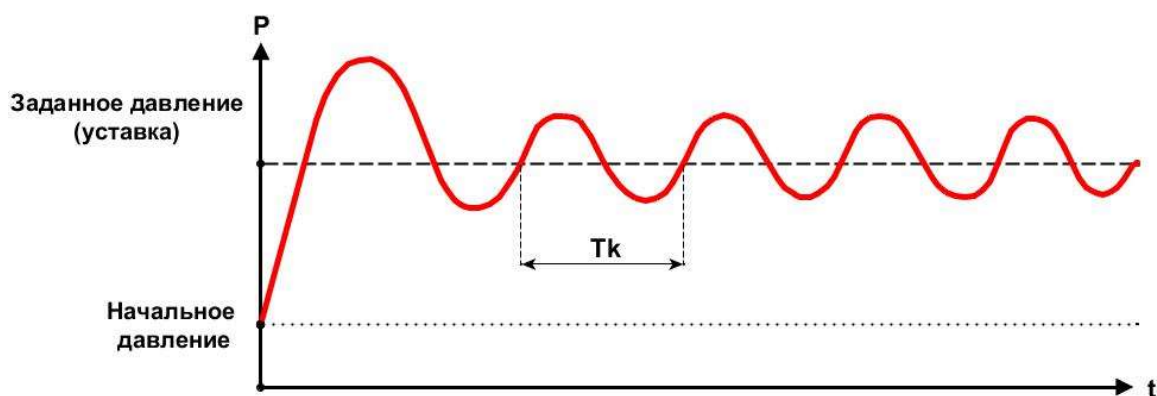


Рисунок 12. Переходная характеристика: вариант 1

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.

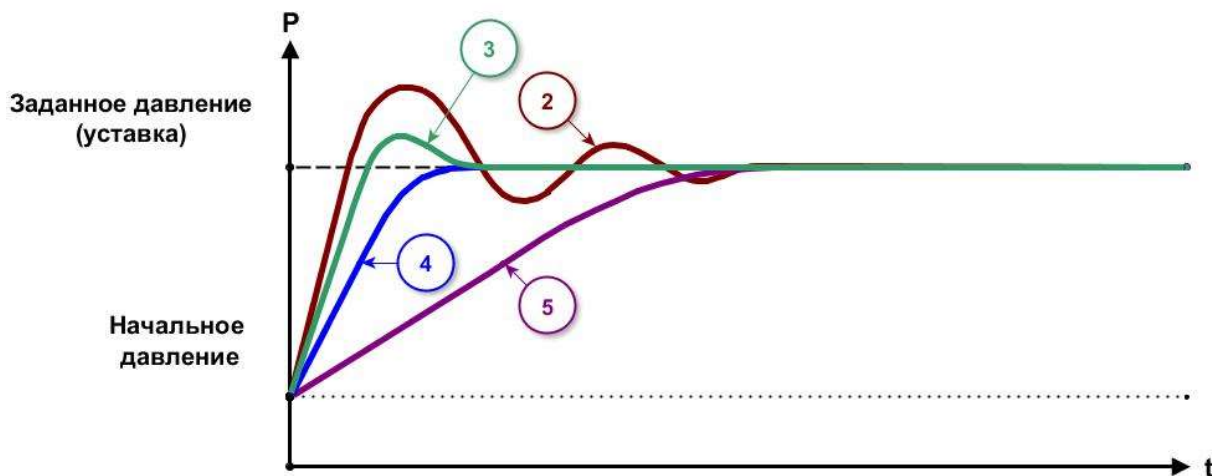


Рисунок 13. Переходная характеристика: вариант 2, 3, 4, 5

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 быстродействие 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 этот 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.

3.3.3 Настройка ПИД-регулятора

Метод простого подбора

1. Систему управления насосной станцией перевести в режим П-регулятора, отключив интегральную компоненту (в параметр 59.02 установить значение 0).
2. Установить значение K_p (параметра 59.01) 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 59.02).

Метод Циглера-Никольса

1. Систему управления насосной станцией перевести в режим П-регулятора, отключив интегральную компоненту (в параметр 59.02 установить значение 0).
2. Вывести контур регулирования на границу устойчивости. Для этого постепенно увеличивать коэффициент пропорциональности K_p (значение параметра 59.01) до критического значения, при котором контур войдет в режим колебаний (график на рисунке 25).
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 59.01 и значение K_i в параметр 59.02.
5. Проверить работы системы, при необходимости скорректировать K_p и K_i

3.4 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.27)

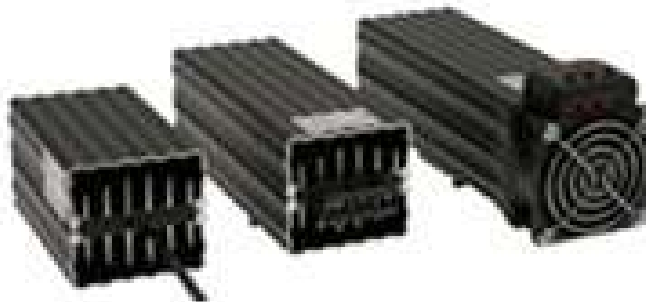


Рисунок 14. Электрические нагревательные элементы

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.

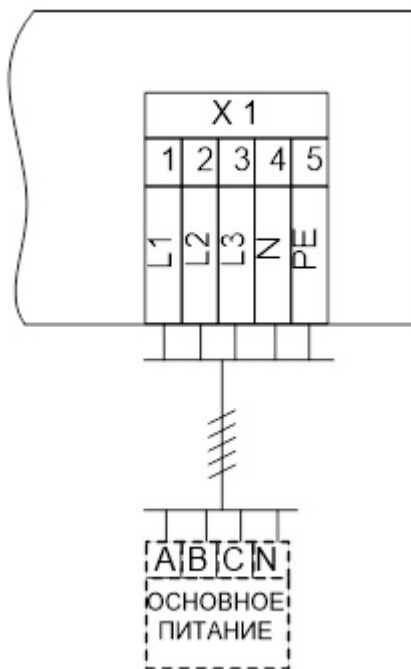


Рисунок 15. Схема подключения питающей сети

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.

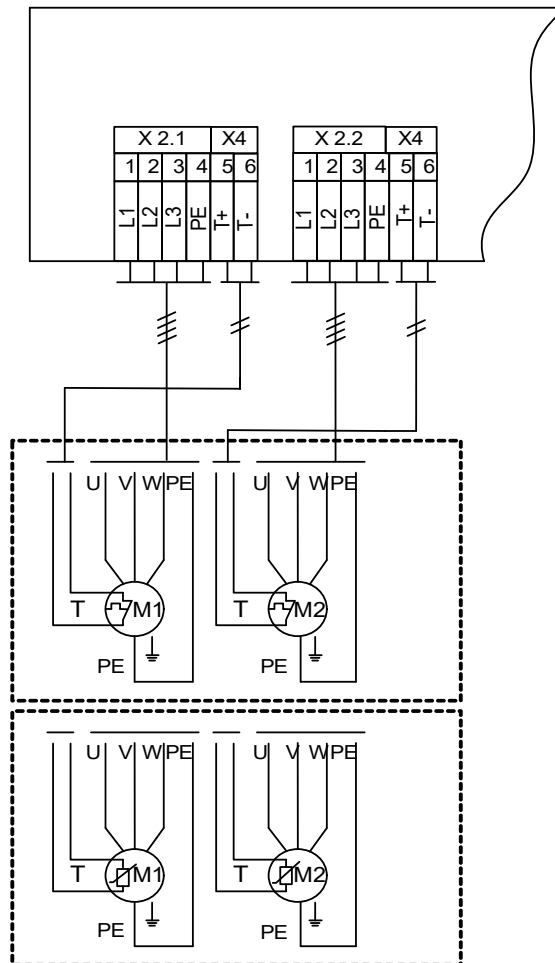


Рисунок 16.

Схема подключения электродвигателей 2 насосной станции

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) Проверьте настройки автоматов защиты электродвигателей (QF1 – QFn), согласно токам, указанным на информационных табличках электродвигателей и настройте токи срабатывания тепловой защиты.
- 5) Переведите автоматы защиты электродвигателей (QF1 – QFn) в положение "ВКЛ".
- 6) Проверьте наличие и исправность предохранителей (FU1 – FUn). В случае их отсутствия или неисправности – установите исправные.
- 7) Переведите входные рубильники (QS) в положение "ВКЛ". Проверить правильность работы реле контроля фаз и отсутствия ошибок на дисплее.
- 8) Не закрывая двери шкафа управления переведите автомат защиты цепи управления (SF1) в положение "ВКЛ". При этом включится панель управления.
- 9) По истечении некоторого времени можно будет произвести настройку необходимых параметров станции.
- 10) 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.
- 11) Закройте дверцу шкафа управления.
- 12) Переведите ручки рубильника(ов) QS на дверце шкафа в положение "ВКЛ".

При исправной 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 блокировать 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 (температурные датчики электродвигателей, сигнал внешней аварийной блокировки, срабатывание тепловой защиты);
- 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 формирование 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 (ЛАТРa).

7. Вывод из эксплуатации

Чтобы вывести шкаф управления из эксплуатации, необходимо:

- отключить выключатель питания цепей управления SF1;
- 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 выключатель питания цепей управления SF1;
- 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 кабели термисторов от клеммного блока X4 (при наличии);
- 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 управления.	Убедитесь в исправности цепей питания. Удостоверьтесь, что напряжение +24В присутствует на колодке питания панели.
	Величина питающего напряжения выходит за пределы $\pm 10\%$	Измерьте величину питающего напряжения
Отображение аварийных сообщений на панели управления в соответствии с п. 3.1.5	См. п. 3.1.6 «Подробное описание возможных аварий»	См. п. 3.1.6 «Подробное описание возможных аварий»
Панель не реагирует на подачу питания	Отсутствует напряжение на колодке питания	Удостоверьтесь в исправности цепей питания, присутствии напряжения питания на клеммах панели

	Неправильная полярность питающего напряжения	Проверьте полярность питающего напряжения. При неправильной полярности поменяйте местами питающие проводники
Станция не запускается. На дисплее загорается ошибка “Сухой ход”	Реле сухого хода не подключено к клеммам в шкафу	Подключите реле сухого хода согласно схеме подключения
	Обрыв провода реле сухого хода	Восстановить подключение реле сухого хода.
	Нет воды, либо низкое давление во входном трубопроводе	Обеспечьте стабильную подачу воды
Периодически все насосы останавливаются на некоторое время. На дисплее загорается ошибка “Сухой ход”	Низкое давление во входном трубопроводе. При включении насосов происходит выхватывание воды и срабатывание реле сухого хода	Обеспечьте стабильную подачу воды
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, закрыта 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 соответствии с п. 3.2.3 «Коды ошибок преобразователя частоты ATV310»	Убедиться в 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°C до плюс 50°C, а в течение короткого периода не более 24 ч - не выше плюс 70°C.

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°C до + 50°C от - 40°C до + 40°C
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.