



ООО КБ «АГАВА»
620026, г. Екатеринбург,
ул. Бажова, 174, 3-й эт.
т/ф 343/262-92-76 (78, 87)
<http://www.kb-agava.ru>

Комплект средств управления деаэратором

АД-01

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

АГСФ.421242.002 РЭ
Редакция 1.2

Екатеринбург
2018

Содержание

1 Описание и работа	3
1.1 Назначение изделия	3
2 Использование по назначению	4
2.1 Подготовка изделия к использованию	4
2.1.1 Эксплуатационные ограничения.....	4
2.1.2 Указания мер безопасности	4
2.1.3 Порядок установки и подготовки к работе	4
2.2 Использование изделия	5
2.2.1 Основные правила работы с прибором	5
2.3 Уровни доступа пользователей прибора	7
2.4 Просмотр информации и навигация по основным экранам.....	7
2.4.1 Окно «Параметры и уставки».....	7
2.4.2 Окна отображения графиков	8
2.4.3 Окно «Журнал событий»	9
2.5 Сигнализация.....	9
2.6 Меню настройки	10
2.6.1 Настройка даты и времени.....	10
2.6.2 Настройка параметров ПИД-регуляторов	11
2.6.3 Настройка аналоговых входов.....	11
2.6.4 Настройка аналоговых выходов.....	12
2.6.5 Настройка температурных входов	12
2.6.6 Проверка температурных входов.....	12
2.6.7 Проверка аналоговых входов / выходов.....	13
2.6.8 Проверка дискретных выходов	13
3 Регулятор. Термины и определения	15
ПРИЛОЖЕНИЕ А Рекомендации по настройке ПИД-регуляторов контроллера АГАВА АД-01	17

Руководство по эксплуатации *Комплекта средств управления деаэратором АД-01* содержит технические характеристики, описание конструкции и другие сведения, необходимые для обеспечения правильной эксплуатации (использования, хранения и технического обслуживания) устройства. Для эксплуатации *АД-01* допускается персонал, ознакомившийся с настоящим руководством по эксплуатации.

1 Описание и работа

1.1 Назначение изделия

1.1.1 *Комплект средств управления деаэратором АД-01* предназначен для регулирования уровня воды и температуры воды (или давления пара) в атмосферном деаэраторе. Устройство реализовано на контроллере АГАВА АД-01.

1.1.2 Контроллер АГАВА АД-01 обеспечивает:

- регулирование уровня воды в деаэраторе (автоматическое, дистанционное);
- регулирование температуры воды (или давления пара) в деаэраторе (автоматическое, дистанционное);
- сигнализацию о повышении / понижении уровня воды в деаэраторе;
- сигнализацию о повышении / понижении температуры воды (или давления пара) в деаэраторе;
- сигнализацию о неисправности измерительных цепей;
- индикацию:
 - уровня воды в деаэраторе;
 - температуры воды (или давления пара) в деаэраторе;
 - температуры воды на входе деаэратора (при подключении дополнительного датчика);
 - работы исполнительных механизмов;
- регистрацию уровня воды и температуры воды (или давления пара) в деаэраторе;
- регистрацию событий при работе контроллера в журнале событий;
- вывод на встроенное табло информации о состоянии объекта;
- программирование «под объект» при помощи встроенного меню;
- проверку работоспособности всех датчиков и исполнительных механизмов при проведении пусконаладочных работ;
- обновление версии программного обеспечения;

1.1.3 Режимы работы контроллера АГАВА АД-01:

- ГОТОВ;
- РАБОТА;
- Пусконаладка:
 - проверка исправности внешних цепей;
 - настройка аналоговых входов прибора.

Контроллер собирает и обрабатывает информацию о температуре воды (или давлении пара) и уровне воды в деаэраторе и по результатам анализа информации управляет работой:

- исполнительных механизмов регуляторов уровня и температуры (или давления пара);
- цепей «Авария» и «Звонок».

1.1.4 Контроллер АГАВА АД-01 выводит на дисплей сообщения о режимах работы, состоянии датчиков, а также о причинах, вызвавших аварию.

2 Использование по назначению

2.1 Подготовка изделия к использованию

2.1.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1.1 В зимнее время тару с устройствами распаковывать в отапливаемом помещении не ранее чем через 12 ч после внесения их в помещение. Монтаж, эксплуатация и демонтаж устройств должны вестись персоналом, ознакомленным с правилами его эксплуатации и прошедшими инструктаж по работе с электрооборудованием в соответствии с правилами, установленными на предприятии-потребителе.

2.1.2 Указания мер безопасности

2.1.2.1 Устройство должно быть надежно заземлено. На заземляющих зажимах не должно быть ржавчины. Сечение заземляющего медного провода должно быть не менее 5 мм².

2.1.2.2 При техническом обслуживании необходимо осуществлять проверку состояния заземления.

2.1.2.3 Открывать крышки модулей для замены предохранителей следует только при выключенном автомате питания шкафа и отключенном напряжении питания коммутируемых цепей.

2.1.3 Порядок установки и подготовки к работе

2.1.3.1 Установка и подключение устройства производится в соответствии с утвержденной в установленном порядке проектной документацией и схемой подключения.

2.1.3.2 Электрические линии связи выполняются кабелем с многопроволочными медными изолированными жилами сечением от 0,35 до 0,75 мм². Рекомендуемые типы кабелей МКШ, МКЭШ, МКШМ ГОСТ 10348-80. Длина линий связи не должна быть более 50 м.

2.1.3.3 Заземление экранирующих металлорукавов токовых цепей 4–20 мА должно обязательно выполняться с обоих концов металлорукава.

2.1.3.4 Подключение интерфейса RS-485 должно выполняться по двухпроводной схеме симметричным кабелем с волновым сопротивлением 120 Ом. Рекомендуемые типы кабелей: КИПвЭВ 1,5 × 2 × 0,78; КИПЭВ 2 × 2 × 0,6 или аналогичные. Подключение производить при отключенном напряжении питания всех устройств сети RS-485. Длина линии связи для интерфейса RS-485 – до 1000 м.

2.2 Использование изделия

2.2.1 Основные правила работы с прибором

Чтобы включить прибор

Переведите автомат питания шкафа в положение «ВКЛ». Выполняется загрузка программы контроллера и на дисплей выводится изображение технологической схемы деаэратора, контроллер переходит в режим ГОТОВ. Вид экрана после загрузки контроллера показан на рисунке 1.

В верхней части экрана расположена навигационная панель с отображением информации о названии мнемосхемы, режиме работы агрегата (1), кнопок переключения экранов (2) и индикации текущей даты и времени (4).

В левой нижней части экрана расположены кнопки запуска / останова программы контроллера и вызова помощи по работе с элементами экрана (7). При наступлении аварийного события в нижней части экрана появляется баннер аварийной сигнализации с кнопками квитирования и отключения аварийного сообщения.

В центре экрана расположена мнемосхема деаэратора со схематично расположенными исполнительными механизмами (6), трубопроводами, датчиками с единицами измерения и кратким описанием (5). Дополнительно к цифровому значению уровня на мнемосхеме изображен барографический индикатор уровня с отображением уставки регулирования и уставок предупредительной сигнализации (3).

Области, обведенные пунктиром, при касании вызывают диалоговые окна управления исполнительными механизмами.

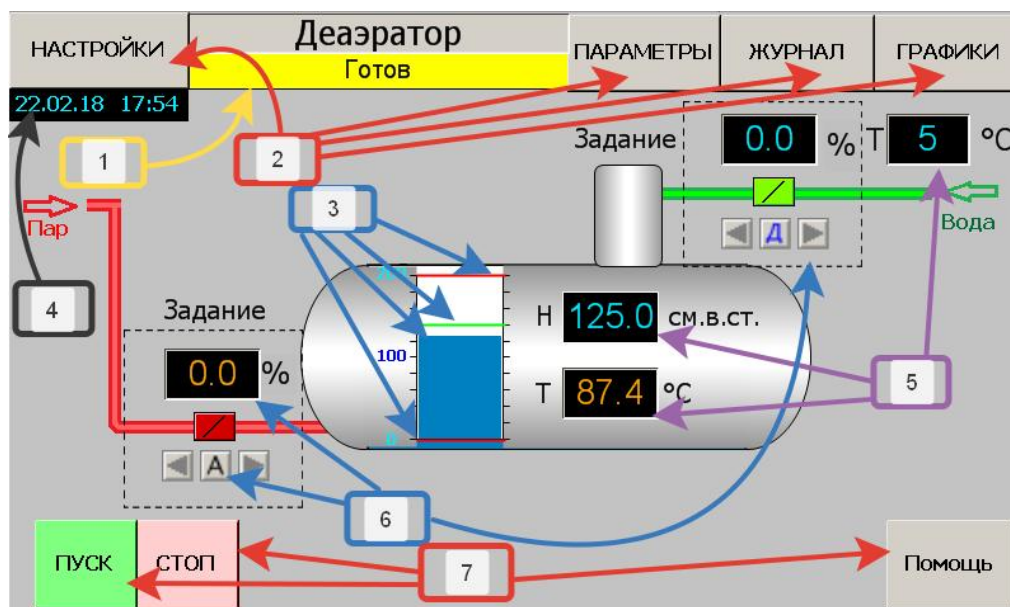


Рисунок 1. Основное окно программы

Чтобы выполнить пуск

Нажмите кнопку ПУСК для запуска программы, после этого на экран выводится окно подтверждения запуска программы как показано на рисунке 2.

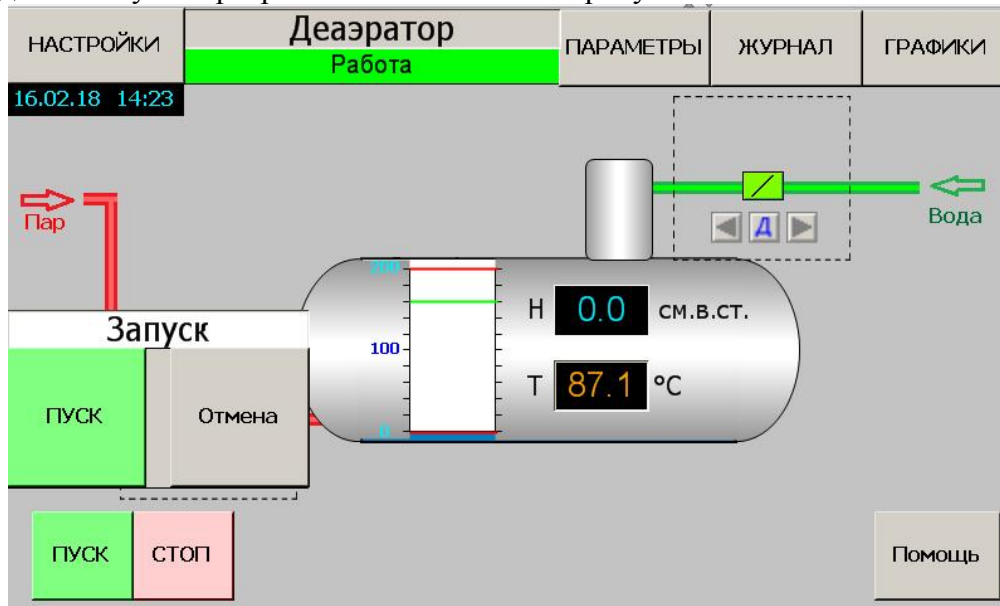


Рисунок 2. Запуск режимов регулирования и сигнализации

После нажатия на кнопку ПУСК в окне подтверждения запуска на дисплее в поле отображения режима работы появляется надпись РАБОТА и включаются режимы плавного (ПИД) регулирования уровня воды и температуры воды (или давления пара) в деаэраторе, сигнализации о неисправности работы оборудования.

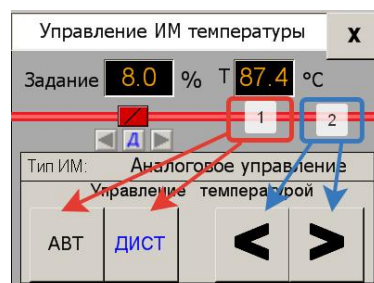


Рисунок 3. Управление исполнительным механизмом

Режим работы исполнительного механизма (ИМ) и включение соответствующего выхода показываются на мнемосхеме под его изображением.

Буквы «А» и «Д» соответственно индицируют режимы «Автоматический» и «Дистанционный». Включение ИМ на открытие или закрытие отображаются черным цветом.

Для переключения режима работы нажмите на область, обведенную пунктиром вокруг необходимого ИМ. В появившемся окне, показанном на рисунке 3, возможно переключение в необходимый режим соответствующими кнопками (1) и управление исполнительным механизмом в дистанционном режиме от кнопок управления (2).

Чтобы отключить устройства

Нажмите кнопку СТОП для останова программы, на дисплее в поле отображения режима работы появляется надпись ГОТОВ и выключаются режимы сигнализации и управления ИМ в автоматическом режиме.

2.3 Уровни доступа пользователей прибора

2.3.1 Для разграничения прав доступа к изменению настроечных параметров в программе реализовано два уровня доступа: «Оператор» и «Наладчик».

2.3.2 Пользователю «Оператор» доступны:

- выполнение пуска / останова программы;
- изменение режимов управления ИМ и управление ИМ в дистанционном режиме;
- просмотр установленных параметров ПИД-регуляторов, уставок регулирования и сигнализации;
- проверка работоспособности входов / выходов контроллера;
- просмотр журнала событий;
- просмотр графиков сигналов.

2.3.3 Пользователю «Наладчик» дополнительно доступны:

- изменение параметров ПИД-регуляторов, уставок регулирования и сигнализации;
- настройка аналоговых входов прибора.

2.3.4 Смена доступа пользователя может быть выполнена на экранах: «Настройки», «Параметры», «Параметры ПИД-регулятора». Для смены пользователя необходимо нажать на поле с надписью пользователя и в появившемся окне ввода цифровой клавиатурой ввести пароль и нажать кнопку ВВОД.

2.3.5 Для переключения в пользователя «Наладчик» установлен пароль 147. При вводе любого другого значения включается пользователь «Оператор». После установки пользователя «Наладчик» контроллер переключается в пользователя «Оператор» автоматически через 15 минут.

2.4 Просмотр информации и навигация по основным экранам

2.4.1 Окно «Параметры и уставки»

Переход в окно «Параметры и уставки» выполняется при нажатии на кнопку ПАРАМЕТРЫ.

Окно предназначено для просмотра текущих значений сигналов, уставок регулирования и сигнализации. Данные в окне представлены в виде таблицы. Пример окна представлен на рисунке 4.

Для изменения значения уставки нажмите на соответствующее поле в таблице. В появившемся окне редактирования параметра введите необходимое значение уставки с помощью цифровой клавиатуры и нажмите кнопку ВВОД.

НАСТРОЙКИ		Параметры и уставки		ДЕАЭРАТОР		ЖУРНАЛ		ГРАФИКИ	
Наименование параметра	ед. изм.	знач-ние	сигнализация						
			мин	макс	устав-ка				
Температура воды в баке	°С	87.4	0	200	104.0				
Уровень воды	см.в.ст.	125.0	0	200	140.0				
Температура воды на входе	°С	5.1							

НАЛАДЧИК

1

2

- (1) – единицы измерения и текущее значение.
 (2) – редактируемые параметры уровни сигнализации и уставка.

Рисунок 4. Настройка параметров

2.4.2 Окна отображения графиков

Переход в окно с отображением графика соответствующего параметра выполняется при нажатии на кнопку «ГРАФИКИ / Уровень» или «ГРАФИКИ / Температура» («ГРАФИКИ / Давление»). Вид окна для графика температуры воды приведен на рисунке 5.

В центре экрана находится основное поле графиков, где отображаются временные значения параметров (тренды) (2) с возможностью просмотра архивных значений. Слева от графика показана легенда отображаемых параметров. Дополнительно к графику сигнала с датчика на поле графиков отображаются тренд значения уставки (3) и тренды сигналов управления (4,5), выдаваемых на исполнительный механизм.

Вверху экрана расположены кнопки, позволяющие выбирать необходимый временной интервал просмотра (1) и кнопка возврата на предыдущий экран (6).

Внизу экрана расположены кнопки перемотки графика (7) в течение выбранного временного интервала.

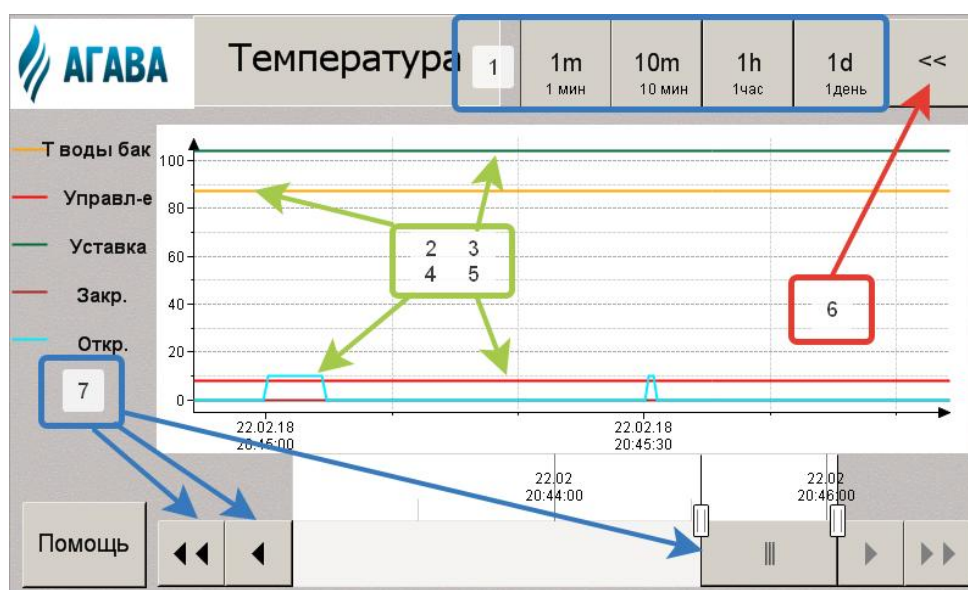


Рисунок 5. Просмотр графиков

2.4.3 Окно «Журнал событий»

Экран «Журнал событий» отображает сообщения с возможностью квитирования аварийных событий. Вид окна журнала воды приведен на рисунке 6.

Журнал	Подтвердить	Подтвердить все	История	<<
Время	Сообщение		Подтверждение	
19.02.2018 19:31:01	Ошибка датчика уровня	▲	19.02.2018 19:31:01	
19.02.2018 19:30:50	Дистанционный режим Вода			
19.02.2018 19:30:49	Автоматический режим Вода			
19.02.2018 19:29:39	Дистанционный режим Вода			
19.02.2018 19:29:31	Ошибка датчика уровня			
19.02.2018 19:28:47	Ошибка датчика уровня			
19.02.2018 19:28:04	Автоматический режим Вода			
19.02.2018 19:26:38	Запуск деаратора			
19.02.2018 19:26:38	Останов деаратора			
19.02.2018 19:26:31	Запуск деаратора			
19.02.2018 19:25:29	Дистанционный режим Вода			
19.02.2018 19:25:22	Ошибка датчика уровня			
19.02.2018 19:25:05	Автоматический режим Вода			
19.02.2018 19:24:41	Останов деаратора			

Рисунок 6. Просмотр журнала событий

На экране отображаются: время возникновения аварии (1), аварийное сообщение или действие оператора (2), знак аварии или предупреждения (3), время квитирования (4).

2.5 Сигнализация

2.5.1 При работе контроллер анализирует сигналы от датчиков температуры, давления, уровня. В случае выхода значения сигнала за пределы заданных уставок сигнализации или за пределы рабочего диапазона на основной экран под изображением деаэратора выводится баннер с сообщением о причине срабатывания сигнализации и включается выход на внешний звонок. Пример баннера с аварийным сообщением показан на рисунке 7.

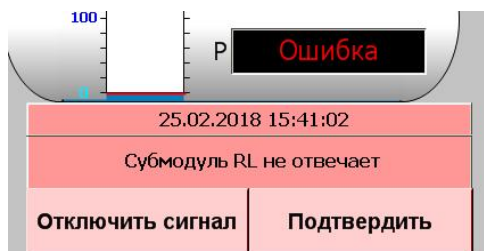


Рисунок 7. Баннер аварийной сигнализации

2.5.2 Для отключения звукового сигнала нажмите на кнопку «Отключить сигнал», для закрытия баннера с аварийным сообщением нажмите на кнопку «Подтвердить». Если значение сигнала не войдет в допустимые границы, сигнализация повторится через 10 минут.

2.5.3 При неисправности цепи датчика, по которому осуществляется регулирование, выполняется принудительный переход управления исполнительным механизмом в дистан-

ционный режим и блокирование включения автоматического режима до устранения неисправности.

2.6 Меню настройки

Для настройки и проверки параметров автоматики на объекте в контроллере АГАВА АД-01 реализовано меню настройки. Для перехода в меню настройки необходимо нажать на кнопку «Настройки», вид экрана настроек показан на рисунке 8. Меню настройки позволяет:

- настроить параметры ПИД-регуляторов (2);
- установить дату и время часов реального времени контроллера (1);
- сменить уровень доступа пользователя прибора(1);
- включить / отключить хранитель экрана (1);
- выполнить настройку submodule контроллера (4);
- выполнить проверку работоспособности входов / выходов прибора (3).

В режиме РАБОТА блокируется вход в меню теста и настройки submodule контроллера.

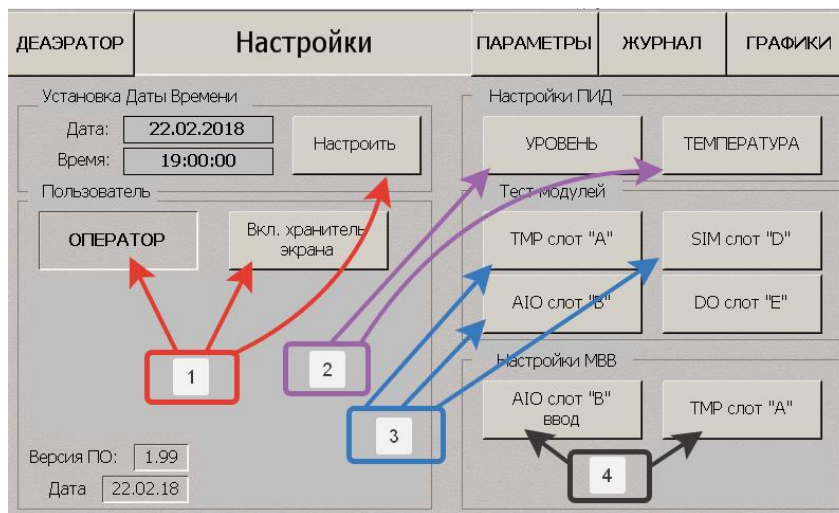


Рисунок 8. Окно меню настроек

2.6.1 Настройка даты и времени

Для настройки даты и времени прибора нажмите на кнопку «Настроить» и в появившемся окне (рисунок 9) установите требуемые значения.

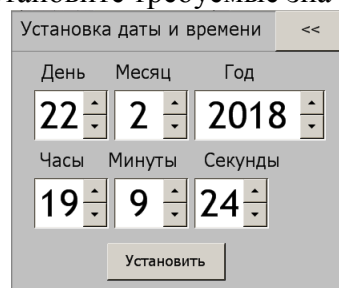


Рисунок 9. Настройка даты и времени прибора

2.6.2 Настройка параметров ПИД-регуляторов

Для настройки параметров ПИД-регулятора нажмите на соответствующую кнопку в поле настройки ПИД (рисунок 8). На экран контроллера выводится окно настроек параметров соответствующего регулятора (рисунок 10).

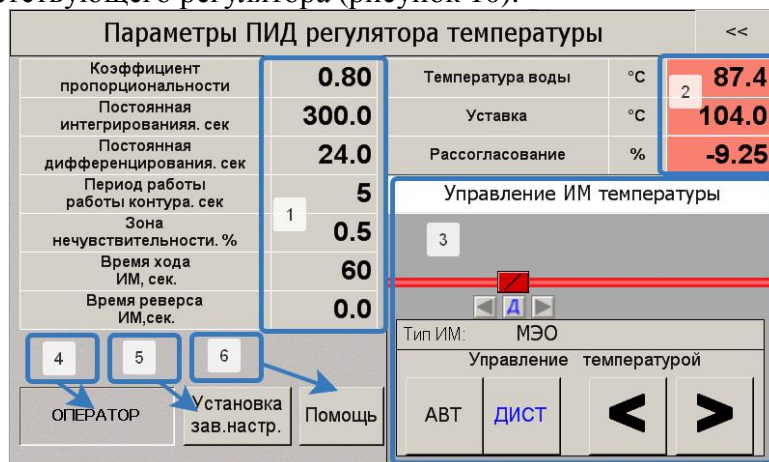


Рисунок 10. Окно настроек параметров ПИД-регулятора температуры

В левой части экрана, группа (1), отображаются настраиваемые параметры ПИД регулятора:

- коэффициент пропорциональности;
- постоянная интегрирования;
- постоянная дифференцирования;
- период работы контура;
- зона нечувствительности;
- время хода исполнительного механизма (только для дискретного исполнительного механизма типа МЭО);
- время реверса исполнительного механизма (только для дискретного исполнительного механизма типа МЭО).

В правой части экрана, группа (2), отображаются оперативные параметры:

- температура воды или уровень воды;
- уровень уставки;
- рассогласование в процентах между управляемым параметром и существующей уставкой.

Поле (3) – Панель управления исполнительным механизмом. Кнопки «АВТ» и «ДИСТ» позволяют перевести исполнительный механизм в соответствующий режим, а кнопки меньше «<<» и больше «>>» – управлять исполнительным механизмом в дистанционном режиме.

2.6.3 Настройка аналоговых входов

Для настройки параметров токовых входов submodule АЮ нажмите на соответствующую кнопку меню настройки в поле (4) (рисунок 8).

На рисунке 11 представлены следующие параметры:

- (1) – измеряемая величина на входе модуля и единицы измерения;
- (2) – ФНЧ – фильтр нижних частот – определяет интервал усреднения параметра;
- (3) – уровень воды в баке в выбранных единицах измерения;
- (4) – редактируемое поле – переключатель единиц измерения;
- (5) – диапазон изменения параметра;

(6) – переключатель характеристики датчика 4–20 мА или 20–4 мА.

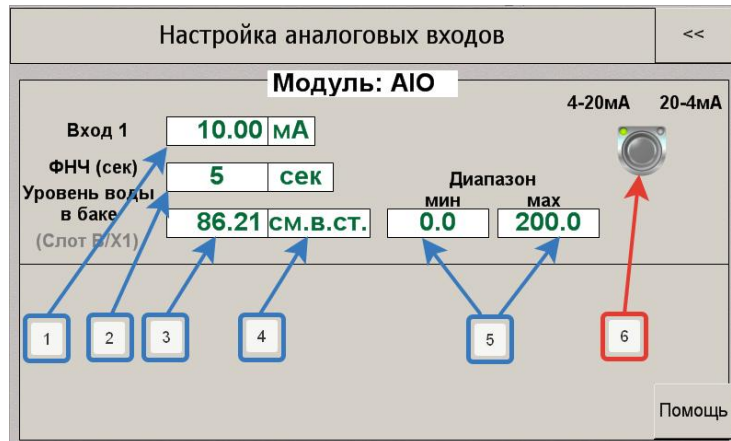


Рисунок 11. Окно настроек аналоговых входов

2.6.4 Настройка аналоговых выходов

Для настройки параметров аналоговых выходов submodule АЮ нажмите на кнопку АЮ **слот «В» вывод** меню настройки в поле **настройки МВВ** и в появившемся окне настройте тип сигнала управления 4–20 мА / 0–10 В с помощью переключателя.

2.6.5 Настройка температурных входов

Для настройки параметров температурных входов submodule ТМР нажмите на соответствующую кнопку меню настройки в поле (4) (рисунок 8).

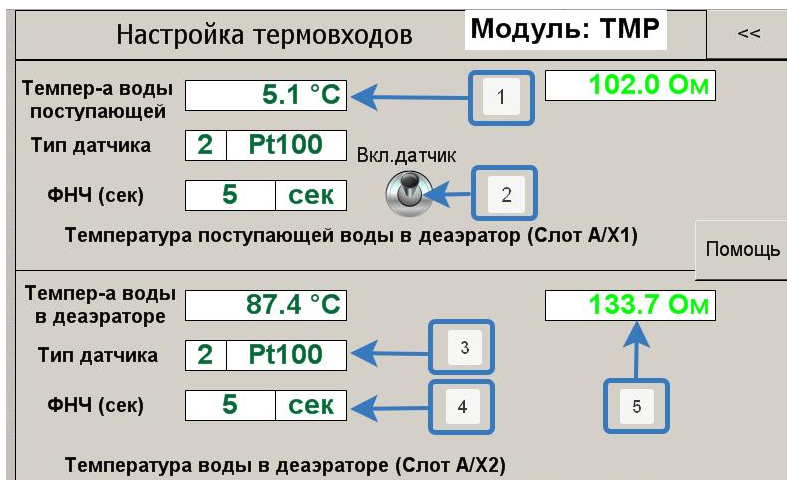


Рисунок 12. Окно настроек температурных входов

На рисунке 12 представлены следующие параметры:

- (1) – измеренное значение температуры;
- (2) – выключатель датчика температуры поступающей воды;
- (3) – тип датчика, его выбор осуществляется при нажатии на данное поле;
- (4) – ФНЧ – фильтр нижних частот – определяет интервал (в сек.) усреднения параметра;
- (5) – измеренное значение сопротивления.

2.6.6 Проверка температурных входов

Для проверки сигналов на температурных входах submodule ТМР нажмите на соответствующую кнопку меню настройки в поле (3) (рисунок 8). На рисунке 13 показан вид

окна проверки температурных входов контроллера. В окне отображается текущее значение измеренного сопротивления, подключенного к соответствующему входу контроллера, и параметры обмена контроллера с submodule. Для возврата в меню настройки нажмите на кнопку с символом «<<<».

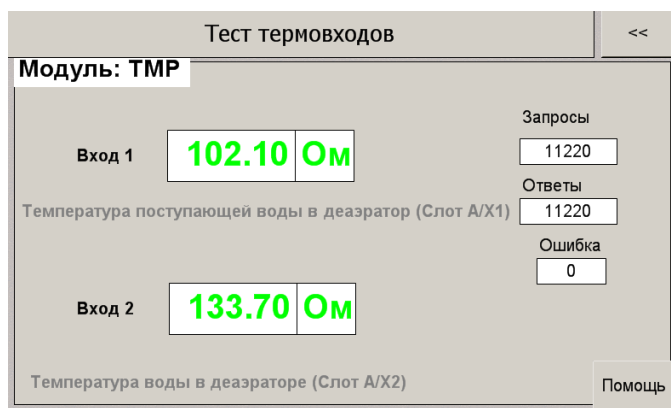


Рисунок 13. Окно проверки температурных входов

2.6.7 Проверка аналоговых входов / выходов

Для проверки сигналов на токовых входах submodule АЮ нажмите на соответствующую кнопку меню настройки в поле (3) (рисунок 8). На рисунке 14 показан вид окна проверки токовых входов контроллера. В окне отображается текущее значение измеренного тока, подключенного к соответствующему входу контроллера, и параметры обмена контроллера с submodule. При использовании в конфигурации прибора аналоговых выходов для управления исполнительным механизмом на экране дополнительно показывается значение тока или напряжения (в зависимости от настройки параметров выхода) на соответствующем выходе и имеется движок задания сигнала для проверки его исправности. Для возврата в меню настройки нажмите на кнопку с символом «<<<».

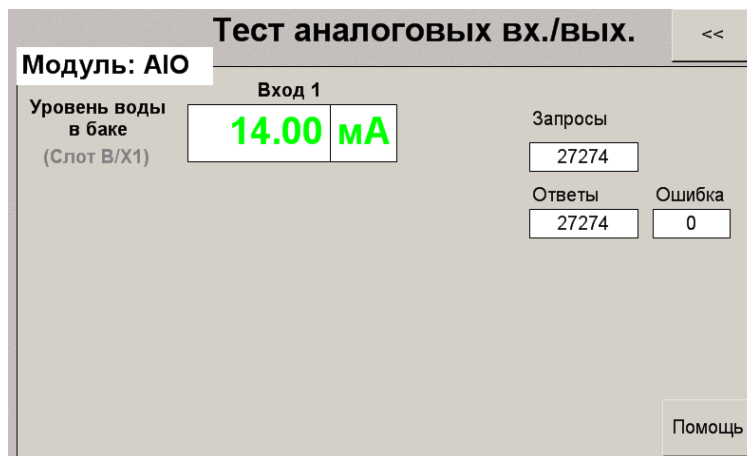


Рисунок 14. Окно проверки аналоговых входов / выходов

2.6.8 Проверка дискретных выходов

Для проверки срабатывания дискретных выходов контроллера нажмите на соответствующую кнопку меню настройки в поле (3) (рисунок 8). На рисунках 15 и 16 показаны окна проверки дискретных выходов submodule SIM и DO. Для проверки соответствующего выхода нажмите на изображение тумблера, при этом изображение тумблера меняется на включенное состояние, включается выход и зажигается транспарант зеленого или красного цвета, показывающий, что выход включен. Для исключения

одновременной выдачи сигнала на два входа исполнительного механизма в программе реализована блокировка, исключающая выдачу сигналов сразу на два выхода прибора.



Рисунок 15. Окно проверки выходов submodule SIM



Рисунок 16. Окно проверки выходов submodule DO

3 Регулятор. Термины и определения

В программе контроллера АГАВА АД-01 реализованы два независимых алгоритма регулирования:

- **позиционный ПИД-регулятор** для исполнительного механизма с аналоговым управлением (например, ЧРП);
- **скоростной ПИД-регулятор** для исполнительного механизма с дискретным управлением типа МЭО.

Позиционный ПИД-регулятор

Управляющим воздействием является значение тока, выдаваемого на исполнительный механизм. Расчет величины управляющего воздействия осуществляется контроллером периодически. Длительность периода (шага) регулирования задается в меню контроллера.

Величина управляющего воздействия вычисляется по следующей формуле:

$$y_n = out_n = K_p \cdot E_n + \frac{T}{K_i} \cdot \sum_{n=0}^n E_n + \frac{K_d \cdot (E_n - E_{n-1})}{T},$$

где:

out_n – выходной сигнал ПИД-регулятора от 0 до 100 % значения тока, выдаваемого на исполнительный механизм в текущем периоде регулирования;

K_p – коэффициент пропорциональности;

K_d – коэффициент дифференцирования, с;

K_i – коэффициент интегрирования, с;

E_n – текущее значение ошибки (от -100 до 100 %);

E_{n-1} – значение ошибки в предыдущем периоде регулирования (от -100 до 100 %);

T – период регулирования, с.

Примечание – Если выходное воздействие достигло 100 %, то интегральная составляющая не рассчитывается и сохраняет свое предыдущее значение.

Скоростной ПИД-регулятор:

Управляющим воздействием являются импульсы с ШИМ. Эти импульсы с периодом регулирования T включают двигатель МЭО «Вперед» или «Назад» на время $t_n \leq T$.

Величина управляющего воздействия вычисляется по следующей формуле:

$$y_n = K_p \cdot (E_n - E_{n-1}) + \frac{T}{K_i} \cdot E_n + \frac{K_d \cdot (E_n - 2 \cdot E_{n-1} + E_{n-2})}{T},$$

где:

K_p – коэффициент пропорциональности;

K_d – коэффициент дифференцирования, с;

K_i – коэффициент интегрирования, с;

E_n – текущее значение ошибки (от -100 до 100 %);

E_{n-1} – значение ошибки в предыдущем периоде регулирования (от -100 до 100 %);

E_{n-2} – значение ошибки на $n-2$ шаге (от -100 до 100 %);

T – период регулирования, с.

Длительность импульса, выдаваемая на исполнительный механизм равна:

$$t_n = T_{\text{мэо}} \cdot \frac{y_n}{100 \%},$$

где:

u_n – рассчитанная длительность текущего импульса, %;

$T_{мэо}$ – время полного хода исполнительного механизма, с.

3.1 Период регулирования

Значение периода регулирования T задается в пункте «Период работы контура».

При выборе величины T следует ориентироваться на динамические характеристики управляемого объекта. Конкретные рекомендации по выбору значения T приведены в Приложении А.

Минимальная длительность импульса воздействия для исполнительного механизма МЭО – 0,5 секунды, максимальная – заданное значение периода регулирования.

3.2 Уставка регулирования

Уставка регулирования вводится в окнах «**Параметры ПИД регулятора**» или «**Параметры и уставки**».

3.3 Зона нечувствительности

Зона нечувствительности определяется как относительная величина от диапазона измерения датчика (для датчиков ТСМ диапазон датчика принимается равным 0–180 °С, для ТСП 0–500 °С) принятого за 100 %. Если сигнал рассогласования находится внутри зоны нечувствительности, его значение принимается равным нулю.

3.4 Коэффициент пропорциональности

Коэффициент пропорциональности устанавливает степень статического влияния измеренной ошибки рассогласования на выходное воздействие регулятора для исполнительного механизма.

3.5 Постоянная времени интегральной составляющей

В пункте «**Постоянная интегрирования**» производится установка значения постоянной времени интегрирования ПИД-алгоритма в секундах. Значение постоянной времени интегрирования можно оценить по переходной характеристике объекта управления (см. Приложение А).

3.6 Постоянная времени дифференциальной составляющей

В пункте «**Постоянная дифференцирования**» производится установка значения постоянной времени дифференцирования в секундах. Значение постоянной времени дифференцирования можно оценить по переходной характеристике объекта управления (см. Приложение А).

3.7 Время хода исполнительного механизма

В пункте «**Время хода ИМ**» производится установка значения времени хода МЭО. Выходное воздействие скоростного ПИД-регулятора выдается в долях от времени полного хода регулирующего органа, поэтому необходимо задавать реальное время рабочего хода МЭО для вычисления абсолютной длительности воздействия в секундах.

3.8 Время реверса

В пункте «**Время реверса**» производится установка значения времени, которое добавляется к импульсу, выдаваемому на исполнительный механизм при смене направления. Указанный параметр используется для компенсации люфта исполнительного механизма.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Рекомендации по настройке ПИД-регуляторов
контроллера АГАВА АД-01

А.1 Настройку параметров контуров регулирования можно осуществлять двумя способами.

А.1.1 Первый способ основан на анализе переходной характеристики объекта (Вариант 1).

А.1.2 Второй основан на анализе параметров колебательного процесса, который получают искусственно, выводя настраиваемый контур на границу устойчивости (Вариант 2). Этот способ применяется в том случае, когда параметры объекта предварительно определить не удастся.

Вариант 1

А.2 Для расчета настроечных параметров регулятора K_p , K_i и K_d необходимо предварительно снять переходную характеристику объекта для выходного сигнала $x(t)$ (например, для температуры, $С^\circ$) при ступенчатом изменении входного воздействия y (например, перемещением исполнительного механизма ИМ, %) и по ней определить базисные параметры статики и динамики объекта k_0 , T_0 и t_0 проведением касательной в точке перегиба S-образной переходной характеристики.

В практических расчетах настроек регуляторов промышленные статические объекты (кривая 1) можно с достаточной точностью представлять в виде инерционного звена первого порядка с запаздыванием:

$$W_0(p) \approx k_0 \exp(-pt_0) / (T_0p + 1), \quad (A.1)$$

где: $k_0 = \Delta x_0 / \Delta y_0$ – передаточный коэффициент статического объекта (например, с размерностью $С^\circ / \%$ или $Па/с$);

t_0 – эквивалентное запаздывание объекта, равное сумме чистого (транспортного) и переходного запаздывания – $t_0 = t_{ч} + t_{п}$, с;

T_0 – эквивалентная постоянная времени объекта, с, которая определяется проведением касательной в точке перегиба переходной характеристики (рис. А.1).

Астатические объекты (кривая 2) можно представлять в виде интегрирующего звена с запаздыванием

$$W_0(p) \approx k'_0 \exp(-pt_0) / T_0p, \quad (A.2)$$

где $k'_0 = k_0 / T_0$ – коэффициент астатического объекта (например, с размерностью $С^\circ / с \cdot \%$ или $Па/с \cdot с$).

А.3 При выборе основных настроечных параметров K_p , K_i и K_d необходимо учитывать следующую закономерность влияния на них динамических параметров объекта: **с увеличением отношения t_0/T_0 коэффициент K_p ПИД-регулятора должен быть меньше, а коэффициенты K_i и K_d больше.**

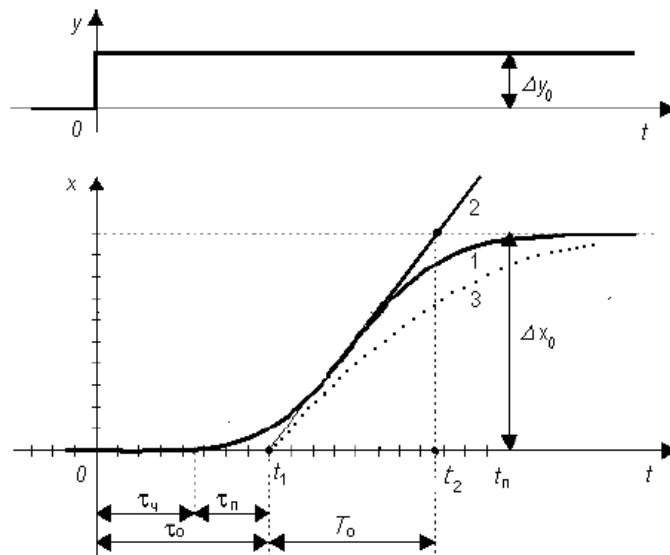


Рисунок А.1. Переходные характеристики типовых объектов регулирования:

1 – с самовывравниванием, 2 – без самовывравнивания

А.4 На рисунке А.2 показаны характерные переходные процессы, обеспечиваемые пропорциональным (П), интегральным (И), пропорционально-интегральным (ПИ), пропорционально-дифференциальным (ПД) и пропорционально-интегрально-дифференциальным (ПИД) регуляторами при единичном ступенчатом изменении задания x_3 .

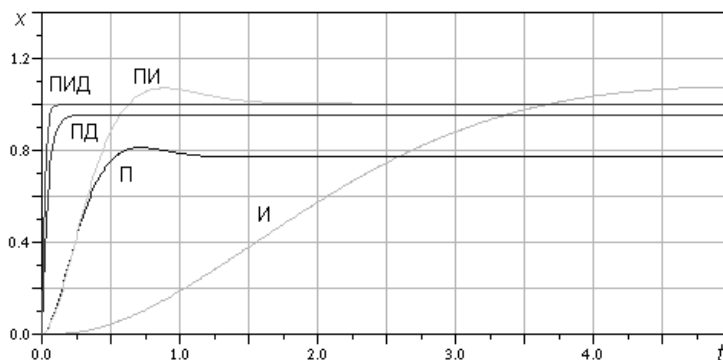


Рисунок А.2. Типовые переходные процессы при различных регуляторах

А.5 При выборе закона регулирования можно руководствоваться следующими рекомендациями для объектов с различными динамическими свойствами:

- безинерционного с чистым запаздыванием t_0 – ПИ;
- инерционного 1-го порядка с малым t_0 – ПИ или ПИД;
- инерционного 2-го порядка с малым t_0 – ПИД;
- инерционного более высокого порядка – ПИД;
- интегрирующего с инерционностью – ПД или ПИД.

А.6 Одним из важных настроечных параметров дискретного регулятора является интервал дискретности или период регулирования T . От него зависят не только динамические свойства регулируемого контура, но и эксплуатационная надежность и срок службы механических элементов системы регулирования. В зависимости от вида

регулируемой величины рекомендуются следующие абсолютные значения интервала дискретности:

- уровень воды в барабане – 5–10 с;
- температура воды – 10 – 20 с.

Для инерционного объекта с запаздыванием интервал дискретности T следует выбирать в зависимости от динамических параметров объекта по следующей формуле

$$T \leq (0,1 \dots 0,2)(T_0 + t_0) \quad (A.3)$$

С увеличением выбираемого интервала дискретности T оптимальные значения коэффициента K_p и коэффициенты K_i и K_d становятся меньше.

А.7 Предварительно рассчитать ориентировочные параметры контура можно на основании формул Циглера – Никольса для непрерывного ПИД-регулятора и его частных П- и ПИ-модификаций:

- для П-регулятора $K_p = T_0 / k_0 t_0$;
- для ПИ-регулятора $K_p = 0,9 T_0 / k_0 t_0$, $K_i = 3,33 t_0$;
- для ПИД-регулятора $K_p = 1,2 T_0 / k_0 t_0$, $K_i = 2,0 t_0$, $K_d = 0,5 t_0$. (A.4)

Вариант 2

А.8 При наладке контуров регулирования можно использовать *эмпирический метод Циглера – Никольса* в том случае, когда **параметры объекта предварительно определить не удастся.**

Для этого настраиваемый замкнутый контур переводят в режим П-регулирования, для чего отключают интегральную и дифференциальную составляющие либо устанавливают максимально возможное значение параметра K_i и $K_d = 0$. Затем медленным увеличением передаточного коэффициента П-регулятора K_p выводят настраиваемый контур на границу **устойчивости (если это допустимо по технологическим условиям!)** и в этом режиме фиксируют критические значения коэффициента K_p . крит и периода колебаний T крит. Далее вычисляют настроечные параметры по формулам:

- для П-регулятора || $K_p = 0,50 K_{p. крит}$; ||
- для ПИ-регулятора || $K_p = 0,45 K_{p. крит}$, $K_i = 0,83 T крит$; || A.5)
- для ПИД-регулятора || $K_p = 0,60 K_{p. крит}$, $K_i = 0,50 T крит$, $T_d = 0,125 T крит$. ||

А.9 Следует иметь в виду, что последние рекомендации существенно зависят от соотношения T_0/t_0 , которое в данном случае, как и интервал дискретности T , оказываются учтенными лишь косвенно (через экспериментальные параметры K_p . крит и T крит).

А.10 Все рекомендованные выше подходы и формулы дают лишь ориентировочные значения настроечных параметров, которые, как правило, в силу различных факторов (неточное знание модели и параметров объекта, наличие нелинейностей в контуре и т. п.) необходимо корректировать в процессе наладки системы регулирования.

А.11 При наладке можно руководствоваться следующими **закономерностями и правилами.**

А.11.1 Увеличение коэффициента пропорциональной составляющей регулятора K_p уменьшает статическую (остаточную) ошибку системы, улучшает быстродействие контура, но повышает колебательность переходного процесса.

А.11.2 Добавление интегральной составляющей к пропорциональной и увеличение коэффициента K_i позволяют полностью устранить статическую ошибку (кроме ее составляющей, обусловленной нелинейностями – насыщением и нечувствительностью конструктивных элементов системы!), но уменьшают быстродействие и усиливают колебательность.

А.11.3 Введение дифференциальной составляющей K_d улучшает быстродействие – обеспечивает форсировку переходного процесса (без увеличения первого выброса!), но при действии в контуре системы высокочастотных случайных помех приводит к нежелательным резким скачкам регулирующего воздействия и, как следствие, к ударным нагрузкам на исполнительные элементы системы, а при наличии в контуре нелинейностей (люфтов, ограничений) дифференциальная составляющая может вызывать в нем автоколебания.

Подобные нежелательные эффекты могут возникать и при ступенчатом изменении задания на входе регулятора.

Поэтому дифференциальную составляющую следует применять с определенной осторожностью и только при ее объективной обоснованности.

©1996-2018 г. Конструкторское бюро «АГАВА»

Использование приведенных в настоящем документе материалов без официального разрешения КБ «АГАВА» запрещено.

АД-01

Все права защищены.