

БЛОК УПРАВЛЕНИЯ
Серии HU-Pixel

Для вентиляционных установок

Настоящий паспорт является объединенным эксплуатационным документом блока управления серии ZHU-Pixel и содержит сведения, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации блока управления и поддержания его в исправном состоянии, также является гарантийным талоном. Паспорт нужно сохранять в течение гарантийного срока.

Общие сведения об изделии

Щит автоматики _____ ТУ 4862-002-70282684-07

Дата выпуска _____

М.П.

Подпись: _____

Комплект поставки

Блок управления ZHU-Pixel

Гарантии изготовителя

Изготовитель гарантирует нормальную работу блока управления при условии соблюдения правил транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации. Гарантийный срок устанавливается 1 год со дня выпуска изделия. Все вопросы, связанные с гарантийными обязательствами обеспечивает предприятие-продавец. В случае неисправности ремонт будет осуществлен бесплатно за исключением случаев:

- неквалифицированный монтаж
- внесение каких-либо изменений в устройство блока
- электросеть не удовлетворяет действующим нормам и правилам

Блок управления ZHU-Pixel соответствует требованиям нормативных документов:

ГОСТ 12.1.003-83(п.п.2.1, 2.3, 5.2);

ГОСТ 12.1.012-90(п.п. 2.3.2, 4.3, 6.4);

ГОСТ 12.2.007.0-75(п.п.3.1.5, 3.2, 3.3.5, 3.3.7, 3.3.8, 3.5.1, 3.6.4, 3.7);

ТУ4862-002-70282684-07.

Производство маркируется Знаком соответствия по ГОСТ Р 50460-92

Программируемый логический контроллер «PIXEL»

Руководство по эксплуатации

Введение

«Pixel»-программируемый логический контроллер, предназначенный для автоматизации инженерных систем зданий и технологических процессов в промышленности. Контроллер может работать как в роли отдельного устройства, так и в вычислительной сети в качестве ведомого или ведущего устройства в сети Modbus или Ethernet.

Особенности контроллера «Pixel»:

1. Высокая степень модульности. Не требуется платить за неиспользуемые каналы или интерфейсы. К базовым ресурсам контроллера, путем подключения дополнительных модулей, добавляются возможности (коммуникация в сети Lonworks, увеличение каналов ввода-вывода до 64, увеличение энергонезависимой памяти до 256Кбайт для хранения уставок, событий, графиков)
2. При добавлении новых модулей нет необходимости демонтировать контроллер или разбирать его.
3. Свободное программирование с помощью инструмента «SMLogix» позволяет быстро создавать управляющие программы и адаптировать их под конкретный объект.
4. Возможность сохранять и переносить управляющие программы с помощью Модулей Памяти.
5. Графический дисплей, позволяющий выводить графики процессов и текст различного размера.

Технические характеристики

Наименование	Значение
Питание	18-36VDC, 18-27VAC
Потребляемая мощность	Не более 3,5 W
Кол-во дискретных выходов	2 релейных выхода и 1 симисторный выход
Тип дискретных выходов	Электромагнитное реле
Коммутируемое напряжение	До 277VAC/30VDC
Коммутируемый ток	До 10А
Время переключения	10ms
Ресурс	100000 переключений
Тип дискретных выходов	Симистор
Коммутируемое напряжение	До 380VAC/50Hz
Коммутируемый ток	До 0,5А
Регулирование угла отсечки	Нет
Ресурс	Не ограничен
Количество дискретных входов	6 опторазвязанных входов
Уровни напряжения срабатывания дискретных входов	Замкнутый сухой контакт-от 12 до 36VDC Разомкнутый сухой контакт-от 0 до 1VDC
Количество аналоговых выходов	2 (без гальванической изоляции)
Диапазон выхода	0-10V DC
Разрешающая способность выхода	10mV (10разрядов)
Количество аналоговых входов	5+1 (без гальванической развязки)
Тип аналоговых входов	5 входов для подключения термосопротивлений, 1 вход для измерения тока/напряжения
Подключаемые термосопротивления	Pt1000 или другие термисторы сопротивления до 20 kOm
Режим работы (измерение напряжения или тока)	Конфигурируется пользователем
Измеряемое напряжение/ток	0...10V DC/0...20mA DC
Разрешающая способность входа	10mV/20μA
Последовательный порт	Встроенный RS485 (протокол Modbus)
Сетевая карта (опционально)	Ethernet10Mbit

Клавиатура

В приборе используется графический дисплей с разрешением 122 X 32 точек. Клавиатура насчитывает 5 кнопок:

ESC (F1) – кнопка escape служит для отмены какого-либо действия

«▶»(Fn), «▲»(F2), «▼»(F3) – кнопки перемещения курсора используются для перемещения вправо, вверх, вниз.

OK(F4) – кнопка подтверждения действия/ команды или ввода данных

«▶»(Fn) и ESC (F1) – одновременное нажатие кнопок = кнопка F1.

F1- кнопка входа в Главное меню. Перемещение в Главном меню осуществляется кнопками Вверх, Вниз.

«▶»(Fn) и «▲»(F2) - одновременное нажатие кнопок = кнопка F2.

Кнопка F2 служит для запуска/останова установки. В шкафах с флажком/переключателем кнопка F2 не используется.

«▶»(Fn) и «▼»(F3) - одновременное нажатие кнопок = кнопка F3.

Кнопка F3 применяется для просмотра состояния исполнительных устройств (в %).

«▲»(F2) и «▼»(F3) - одновременное нажатие кнопок вызывает меню сервисного режима.

Включение установки в работу

Общее описание

Управление режимами работы установки производится с панели контроллера.

Работа

После подачи питания на щит управления, установка переходит в дежурный режим («Останов»). На дисплее отображается информация основного экрана.

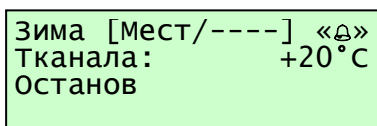


Рис. 1 – Состояние после включения питания

Последовательность запуска

Включение в рабочий режим («Работа») производится путем переключения флажка-переключателя в положение «I». После этого начинается процедура запуска установки, которая в общем случае включает следующие этапы:

1. Ожидание возможности запуска. В это время на экране отображается надпись «Ожидание»
2. Прогрев калориферов в зависимости от настроек и времени года. В это время на экране отображается надпись «Прогрев»
3. Прогрев, а затем открытие входного воздушного клапана (если прогрев кромок и осей жалюзи предусмотрен конструкцией). В это время на экране отображается надпись «Жалюзи»

В результате вентустановка запускается в режим «Работа», а основной экран принимает вид, изображенный на рис.2.

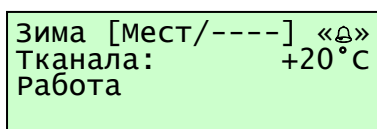


Рис. 2 – Состояние после запуска установки

Последовательность останова

Чтобы остановить вентиляционную установку, необходимо переключить флажок-переключатель в положение «0» контроллера. При этом система перейдет в дежурный режим, выполнив следующие действия (в зависимости от параметров установки):

1. Отключение устройств
2. Продувка электрокалорифера
3. Останов вентиляторов



Повторный запуск после останова возможен не ранее, чем через 60 секунд (режим «Ожидание»).

Особенности

Перезапуск

Во время работы контроллера может произойти сбой в электропитании. При кратковременном (менее 2 секунд) прекращении подачи питания контроллер продолжает работу обычным образом, как будто питание не прерывалось. Если сбой был продолжительный, более 2 секунд, то после повторной подачи электропитания считается, что вентустановка находится в дежурном режиме.

Контроллер можно настроить таким образом, чтобы он автоматически восстанавливал режим работы установки после перезапуска.

Для этого необходимо выбрать вариант «Авто» в пункте «При сбое питания» меню «Параметры».

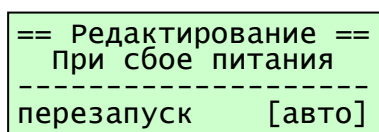


Рис. 3 – Пункт «При сбое питания»

Возможны следующие варианты:

«стоп» – при включении питания шкафа вентустановка останется в дежурном режиме («Останов»)

«авто» – при включении питания шкафа вентустановка перейдет в тот режим работы, который был на момент выключения питания

Восстановление режима работы вентустановки происходит через 60 секунд после подачи питания, в течение которых происходит заполнение индикатора прогресса.

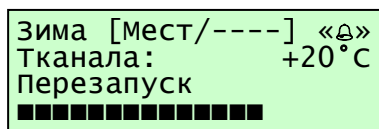


Рис. 4 – Запуск установки

Во время заполнения индикатора можно отменить перезапуск установки путем переключения флажка-переключателя в положение «0», в этом случае она останется в дежурном режиме.

Включение установки в работу

Общее описание

Для включения установки служит флажок-переключатель на панели щита управления, подключенный к дискретному входу контроллера.

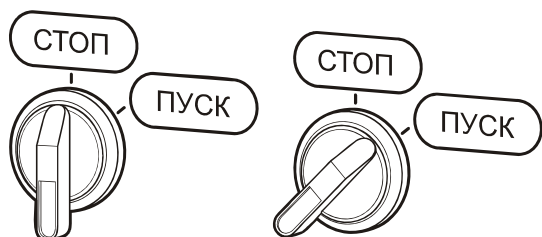


Рис. 5 – Флажковый переключатель

Работа

Изменение режима работы установки производится переключением флажка в положение:

- «Стоп» – безусловный переход в дежурный режим («Останов» в местном режиме управления, «Блокировка» в остальных режимах)
- «Пуск» – переход в рабочий режим

После подачи питания на щит управления вентустановка переходит в соответствующий положению переключателя режим.

Вентустановкой также можно управлять дистанционно, от выносного терминала или от системы диспетчеризации. Подробнее о режимах управления смотрите в главе «Режимы управления».

Режимы управления установкой

Общее описание

Контроллер оснащен коммуникационными интерфейсами, через которые он может быть связан с другими контроллерами, сетевыми устройствами или системой диспетчеризации.

Через эти интерфейсы предусмотрена возможность удаленного управления установкой, например, из центральной диспетчерской.

Работа

Для включения или отключения дистанционного управления измените значение пункта «Режим управления» меню «Параметры»:

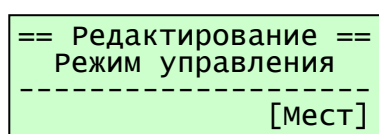


Рис. 6 – Режим управления

Возможны следующие варианты:

- «Дист» – дистанционный, т.е. управление осуществляется из системы диспетчеризации
- «Мест» – местный, т.е. управление осуществляется со щита управления (кнопка F2, либо переключатель «Пуск/Стоп»)

Режим управления также изменяется нажатием на кнопку **F5** контроллера (в случае контроллеров SMH2010).

В режиме местного управления дистанционные команды запуска и останова вентустановки игнорируются.

Блокировка установки

Если щит управления оборудован флажковым переключателем «Пуск-Стоп», то переключатель в положении «Стоп» блокирует дистанционное включение установки. В случае отсутствия переключателя заблокировать дистанционный запуск можно нажатием клавиши F2. При этом установка перейдет в режим «Блокировка», а на основном экране появится соответствующее сообщение (см.

Рис. 7)

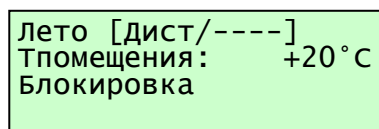


Рис. 7 – Установка заблокирована

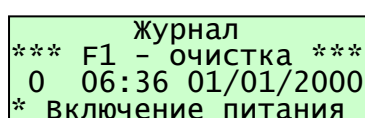
Журнал событий

Общее описание

Журнал событий предназначен для фиксации событий, происходящих в вентустановке. Информация о происходящих событиях хранится в энергонезависимой памяти и не удаляется при отключении питания контроллера.

Работа

Журнал можно открыть, войдя в главное меню нажатием **F1** и выбрав пункт 3 «Журнал». На экран будет выведена информация о последнем произошедшем событии, как показано на



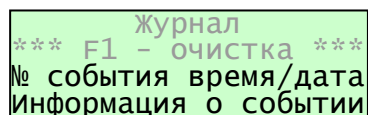
```
Журнал
*** F1 - очистка ***
0 06:36 01/01/2000
* Включение питания
```

Рис. 8– Экран журнала

Рис. 8.

Информация о произошедшем событии изложена в двух нижних строках. Структура описания события такова (

Рис. 9):



```
Журнал
*** F1 - очистка ***
№ события время/дата
Информация о событии
```

Рис. 10 – Структура отображения информации о событии

Переход по списку событий осуществляется кнопками ▲ и ▼. Очистка журнала производится нажатием кнопки **F1**.

Особенности

Максимальное количество записей в журнале устанавливается на этапе создания проекта SMConstructor. Если применяется контроллер SMH или Pixel, оборудованный дополнительным модулем памяти, то журнал будет иметь глубину 200 записей. Если же используется Pixel без дополнительного модуля памяти, то в журнале будут храниться 13 последних записей.



После создания проекта изменить максимальное число записей в журнале нельзя!

Коррекция времени

Общее описание

В контроллере установлены часы реального времени, которые необходимы для работы журнала событий и расписания.



Для работы часов в контроллере необходимо наличие батареи питания.

Работа

Для выставления даты и времени в меню контроллера предусмотрен пункт «Коррекция времени».

26/11/2009 13:___

Текущая позиция ввода отображается курсором - мигающими символами «_ _».

Перемещение курсора – клавишами ◀ и ▶.

Для увеличения значения нажмите кнопку ▲, для уменьшения ▼.

По окончании настройки времени выйдите из меню нажатием клавиши **ESC**.

Жалюзи (воздушный клапан)

Общее описание

Для управления воздушным клапаном (жалюзи) реализована функция задержки запуска вентиляторов притока и вытяжки на время открытия жалюзи.

Работа

При поступлении команды на запуск вентустановки вентиляторы притока и вытяжки не включаются до открытия жалюзи. Одновременно с началом открытия жалюзи начинается отсчет задержки перед запуском приточного и вытяжного вентиляторов. Запуск вентиляторов происходит спустя время, заданное параметром «время реакции».

Особенности

Резервирование вентилятора притока оказывает влияние на подключение жалюзи притока. Подробнее об этом можно прочитать в разделе «Резервирование».

Настройки

Настройки жалюзи, доступные из меню, сведены в Табл. 1

Табл. 1 – Настройки жалюзи

Наименование	Размерность	Описание	Заводское значение	Диапазон
Время реакции	сек	Указанное здесь время будет использовано как задержка запуска вентилятора после выдачи сигнала на открывание заслонки	60	0...1600

Фильтр притока (вытяжки)

Общее описание

Воздушный фильтр служит для очистки приточного (и вытяжного, если используется рекуперация) воздуха от пыли. При загрязнении фильтра его сопротивление потоку воздуха вырастает настолько, что срабатывает дифференциальное реле давления, контролирующее работу фильтра. Контроллер оповещает пользователя о необходимости замены фильтрующего элемента.

Аварии

В журнал заносится запись «Фильтр притока» («Фильтр вытяжки»). Вентустановка продолжает работу в штатном режиме, при этом на экран контроллера постоянно выводится сообщение о загрязнении фильтра (Рис. 11).

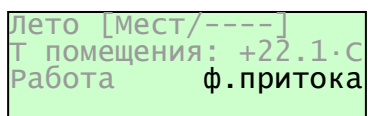


Рис. 11 – Сообщение о засорении фильтра притока

Если производится также контроль засорения фильтра вытяжки, то сообщение о засорении фильтра притока будет иметь больший приоритет и выводиться поверх сообщения о засорении вытяжного фильтра.

Водяной калорифер

Общее описание

Возможности контроллера по управлению водяным калорифером:

- Автоматическое поддержание заданной температуры обратной воды в дежурном режиме
- Автоматическое поддержание разрешённых теплосетью границ температуры обратной воды
- Автоматический контроль и предотвращение опасности обмерзания калорифера путём анализа температур обратной воды и в канале. Также контролируется сигнал от капиллярного термостата.
- Управление циркуляционным насосом

Работа

Дежурный режим

В дежурном режиме контроллер производит управление краном калорифера, поддерживая температуру обратной воды равной значению, заданному параметром «Тобр,деж». Стабилизирующий регулятор использует для работы коэффициенты, задаваемые параметрами «Р(дежурный)» и «I(дежурный)». Точность удержания температуры определяется геометрическими параметрами вентустановки и точностью настройки регулятора.



При желании можно перевести регулятор в триггерный режим, это достигается заданием «Р(дежур)» = 9999, «I(дежур)» = 2. В этом случае кран будет полностью открываться при падении температуры обратной воды ниже уставки «Тобр,деж» и затем полностью закрываться. И так до следующего падения температуры.

Запуск

При переходе из режима «Останов» в режим «Работа», начинается прогрев калорифера до температуры обратной воды, определяемой графиком прогрева. Этот режим называется «Прогрев».

Зима [Мест/----]	
Тобр. воды:	+20 °C
Прогрев	Насос

Рис.12 – Режим «Прогрев»

Прогрев по графику

Функция «Прогрев по графику» позволяет водяному калориферу прогреваться до температуры, которая лучше всего подходит для наружных условий во время запуска вентустановки.

Исходя из настроек, заданных в меню, и наружной температуры, подбирается необходимая температура обратной воды для прогрева калорифера перед запуском вентустановки.

Настройки в меню определяют вид графика прогрева, который изображён на Рис. 8

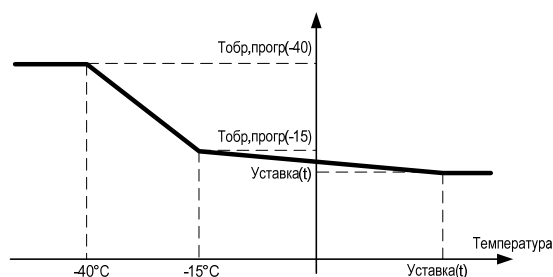


Рис. 8 – График прогрева

Настройки графика прогрева задаются из меню тремя параметрами: «Тобр,пр(-15)», «Тобр,пр(-40)» и «Уставкой (t)»:

- «Тобр,пр(-40)» – Температура прогрева обратной воды при наружной температуре, равной -40°C »
- «Тобр,пр(-15)» – Температура прогрева при наружной температуре, равной -15°C »
- «Уставка (t)» – уставка температуры ограничивает самую правую часть графика, задается в меню «Параметры»

Понятно, что при уличной температуре, равной уставке, водяной калорифер прогревать не имеет смысла, поэтому график сходит к минимуму именно при этой температуре. Т.е., если наружная температура будет равна или больше заданной уставки температуры воздуха, то вентустановка будет запущена без прогрева водяного калорифера.

Можно отключить график прогрева, задав

«Тобр,пр(-15)» = «Тобр,пр(-40)». Тогда температура прогрева будет постоянной вне зависимости от наружной температуры и от значения уставки. Отключить прогрев можно, задав «Тобр,пр(-40)» = 0

Работа

После прогрева начинается регулирование температуры воздуха в приточном канале по ПИ-закону регулирования. Параметры регулирования (коэффициенты «Р(работа)» и «I(работа)» задаются в настройках)

Режим ограничения

В целях предотвращения возврата в тепловую сеть слишком холодной или слишком горячей обратной воды, контроллер может в рабочем режиме самостоятельно перейти на поддержание «Тобр,min» или «Тобр,max». При этом возможный рост и, соответственно, падение температуры в канале будут игнорироваться (функцию поддержания температуры возьмут на себя другие устройства, задействованные в последовательном контуре регулирования температуры).

Возврат в режим поддержания температуры в канале происходит автоматически, как только внешние условия позволят это сделать.



Рис. 9 - Режим ограничения производительности

Функция ограничения автоматически блокируется, если задать параметры «Тобр,маж» = 999, «Тобр,мин» = -999, т.е. полностью перекрыть диапазон работы калорифера.

Циркуляционный насос

Работает всегда, когда активен водяной калорифер (в том числе и в дежурном режиме). На время стоянки калорифера (например, в летний период), когда насос калорифера отключен, контроллером предусматривается функция проворачивания, запускающая насос на 5 секунд раз в сутки во избежание закисания ротора насоса.

Особенности

Если необходимо **прервать процедуру прогрева** при запуске установки, то нужно нажать (при появлении на дисплее контроллера надписи «Прогрев») и удерживать в течение 5 секунд клавишу **ESC**.

Для калориферов, которым **не требуется поддержание температуры обратной воды в дежурном режиме**, можно отключить регулятор дежурного режима. Коэффициенты должны быть следующими: «Р(дежурный)» = 0 и «I(дежурный)» = 0, температура «Тобр,дежур» = 0. В дежурном режиме кран будет закрыт.

Калориферы, не подверженные заморозке (например, если рабочее тело – антифриз) и **не имеющие ограничений по температуре возвращаемого обратного теплоносителя**. Для отключения этих функций нужно задать максимально возможный рабочий диапазон, который точно перекроет диапазон температур работы калорифера. Например: «Тобр,max» = 999, «Тобр,min» = -999. Эти установки полностью отключат режим ограничения. Также нужно отключить режим плавного пуска, задав «Время запуска,сек» = 0. Теперь коэффициенты «Р(ограничение)» и «I(ограничение)» могут быть любыми (рекомендуется Р = 999, I = 1), т.к. регулятор ограничения отключен. Если нет надобности в прогреве перед запуском: «Тобр,прогрев» = «Тобр,авар», так отключается прогрев. Можно отключить и режим защиты от обмерзания: «Тобр,авар» = -999.

Чтобы в процессе работы **не производился вход в режим ограничения**, необходимо обнулить коэффициенты регулятора дежурного режима: «Р(ограничение)» = 0 и «I(ограничение)» = 0.

На время стоянки калорифера (например, в летний период) кран калорифера закрывается, а циркуляционный насос останавливается.

Аварии

Основной вид аварии для водяного калорифера – «Угроза заморозки». Данная авария отрабатывается по любому из трёх датчиков:

- Датчик температуры в канале –
уставка «Тпритока,авар»
- Датчик температуры обратной воды –
уставка «Тобр,авария»
- Термостат защиты от замораживания

При возникновении опасности переохлаждения теплообменника калорифера в любое время года отрабатывается «Защита от заморозки»: вентиляторы останавливаются, жалюзи закрываются, шаровой кран калорифера открывается на 100%, а данное событие заносится в журнал как «Угроза заморозки». Также в журнал заносится источник аварийного сигнала («Термостат калорифера», «Низкая Тобр.воды» или «Низкая Тпритока»). Когда угроза заморозки минует, происходит автоматическое возобновление работы вентустановки в штатном режиме.



В летнем режиме работы происходит автоматическое понижение аварийных значений температуры обратной воды («Тобр,авария») и воздуха в притоке («Тпритока,авар») до 2°C.

Циркуляционный насос во время стоянки калорифера отключен даже при отработке аварии «Угроза заморозки».

Контроллер также отслеживает состояние циркуляционного насоса калорифера. Если поступает сигнал об аварии, насос отключается, установка переходит в дежурный режим, а в журнал событий заносится сообщение «Авария насоса ВоКал».

Аварии можно снять удержанием кнопки **ESC** в течение 5 сек, после чего вентустановка будет разблокирована.

Настройка

Параметры, служащие для настройки водяного калорифера сведены в таблицу 1.

Табл. 1.

Табл. 1 – Настройки водяного калорифера

Наименование	Размерность	Описание	Заводское значение	Диапазон
P(работа)	см. примечание	Пропорциональный коэффициент регулятора температуры воздуха в рабочем режиме	10	1...9999
I(работа)	сек	Интегральный коэффициент регулятора температуры воздуха в рабочем режиме	300	10...9999
P(ограничение)	см. примечание	Пропорциональный коэффициент регулятора температуры обратной воды в режиме ограничения. Если задан ноль, то регулятор будет отключен, режим ограничения также будет отключен	10	1...9999
I(ограничение)	сек	Интегральный коэффициент регулятора температуры обратной воды в режиме ограничения	300	10...9999
P(дежурный)	см. примечание	Пропорциональный коэффициент регулятора температуры обратной воды в дежурном режиме («Останов»/«Блокировка») Если задан ноль, то регулятор будет отключен, и клапан закрыт	9999	1...9999
I(дежурный)	сек	Интегральный коэффициент регулятора температуры обратной воды в дежурном режиме	2	0...9999
Тобр,мах	°C	Ограничение максимума температуры обратной воды	110	0...200
Тобр,прогр -15	°C	Значение температуры, до которой будет прогрет калорифер перед запуском вентустановки в работу при наружной температуре -15°C	50	0...120
Тобр,прогр -40	°C	Значение температуры, до которой будет прогрет калорифер перед запуском вентустановки в работу при наружной температуре -40°C	50	0...120
Тобр,дежурный	°C	Уставка температуры обратной воды в дежурном режиме	25	0...120
Тобр,min	°C	Минимальная температура обратной воды	15	-10...120

Наименование	Размерность	Описание	Заводское значение	Диапазон
Тобр,авария	°С	Температура обратной воды, при которой обрабатывается авария «Угроза замерзания»	7	0...120
Тпритока,авар	°С	Температура воздуха в канале, при которой обрабатывается авария «Угроза замерзания»	7	0...100



*Примечание: Пропорциональный коэффициент регуляторов задается в десятых долях процента, деленных на единицу измерения датчика.
В случае с водяным калорифером, например, если $P(\text{работа})=1$, то при изменении показаний датчика температуры на 1°C положение крана изменится на 0.1% (без учёта интегральной составляющей).*

Водяной калорифер

Общее описание

Возможности контроллера по управлению водяным калорифером:

- Автоматическое поддержание заданной температуры обратной воды в дежурном режиме
- Автоматическое поддержание разрешённых теплосетью границ температуры обратной воды
- Автоматический контроль и предотвращение опасности обмерзания калорифера путём анализа температур обратной воды и в канале. Также контролируется сигнал от капиллярного термостата.
- Несколько режимов «Мягкого пуска», позволяющих запустить установку даже в самых неблагоприятных условиях: «мягкий», «усиленный» и «перегрузочный»
- Возможность отключения контроля замерзания по температуре канала в дежурном режиме и в первое время после включения вентилятора (функция продувки канала)
- Управление циркуляционным насосом

Работа

Дежурный режим

В дежурном режиме контроллер производит управление краном калорифера, поддерживая температуру обратной воды равной значению, заданному параметром «Тобр,деж». Стабилизирующий регулятор использует для работы коэффициенты, задаваемые параметрами «Р(дежурный)» и «I(дежурный)». Точность удержания температуры определяется геометрическими параметрами вентустановки и точностью настройки регулятора.



При желании можно перевести регулятор в триггерный режим, это достигается заданием «Р(дежур)» = 9999, «I(дежур)» = 2. В этом случае кран будет полностью открываться при падении температуры обратной воды ниже уставки «Тобр,деж» и затем полностью закрываться. И так до следующего падения температуры.

Запуск

При переходе из режима «Останов» в режим «Работа», начинается прогрев калорифера до температуры обратной воды, определяемой графиком прогрева. Этот режим называется «Прогрев».

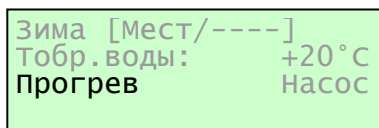


Рис.136 – Режим «Прогрев»

Прогрев по графику

Функция «Прогрев по графику» позволяет водяному калориферу прогреваться до температуры, которая лучше всего подходит для наружных условий во время запуска вентустановки.

Исходя из настроек, заданных в меню, и наружной температуры, подбирается необходимая температура обратной воды для прогрева калорифера перед запуском вентустановки. Настройки в меню определяют вид графика прогрева, который изображён на Рис. 814

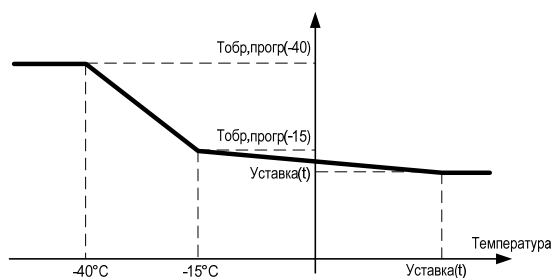


Рис. 14 – График прогрева

Настройки графика прогрева задаются из меню тремя параметрами: «Тобр,пр(-15)», «Тобр,пр(-40)» и «Уставкой (t)»:

- «Тобр,пр(-40)» – Температура прогрева обратной воды при наружной температуре, равной -40°C »
- «Тобр,пр(-15)» – Температура прогрева при наружной температуре, равной -15°C »
- «Уставка (t)» – уставка температуры ограничивает самую правую часть графика, задается в меню «Параметры»

Понятно, что при уличной температуре, равной уставке, водяной калорифер прогревать не имеет смысла, поэтому график сходит к минимуму именно при этой температуре. Т.е., если наружная температура будет равна или больше заданной уставки температуры воздуха, то вентустановка будет запущена без прогрева водяного калорифера.

Можно отключить график прогрева, задав «Тобр,пр(-15)» = «Тобр,пр(-40)». Тогда температура прогрева будет постоянной вне зависимости от наружной температуры и от значения уставки. Отключить прогрев можно, задав «Тобр,пр(-40)» = 0

«Мягкий пуск»

После прогрева начинается процедура мягкого пуска. Если параметр «Время запуска,сек» равен нулю, то функция «Мягкого пуска» неактивна. В зависимости от выставленного в меню метода мягкого пуска («Метод запуска»), возможны следующие сценарии:

Метод «0» (мягкий): Ограничение скорости понижения температуры обратной воды (Рис. 15). Величину ограничения можно задать, изменяя время запуска.

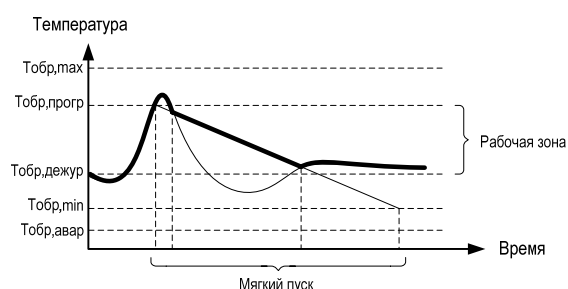


Рис. 15 - Мягкий пуск. Метод «0»

Метод «1» (усиленный): отличается от предыдущего исключительно тем, что кран калорифера в процессе запуска открывается на большую величину. Если нет ограничения от теплосети по верхней границе температуры обратной воды, то задав максимальную температуру обратной воды выше 100 °С, можно добиться запуска при значительно повышенной температуре обратной воды. Отрицательной стороной этого режима является появление вероятности сброса перегретой обратной воды в теплосеть и больший перегрев воздуха в канале при запуске установки.

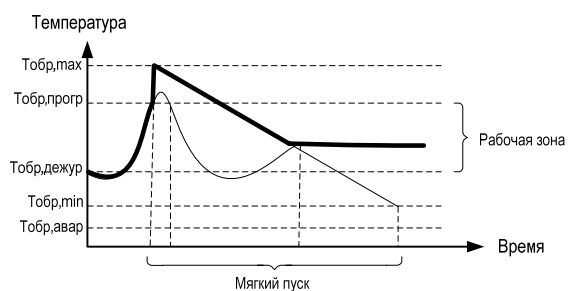


Рис. 16 - Мягкий пуск. Метод «1»

Метод «2» (перегрузочный): кардинально отличается от режимов «0» и «1» тем, что не учитывает показания температурных датчиков при запуске вентустановки в работу. Разумеется, не затрагивая этим контроля заморозки калорифера. Данный способ запуска позволяет запуститься вентустановке даже в тех случаях, когда показания датчиков устаревают слишком быстро или гидроузел (кран) находится слишком далеко от самого калорифера. После начала работы функции «Мягкий пуск» внутренний регулятор ограничителя начинает работать не от температурного датчика, а от времязадающего контура. Результатом его работы является плавно спадающий от 100% до 0% в течение времени «Время запуска, сек» сигнал ограничения минимального открытия крана.

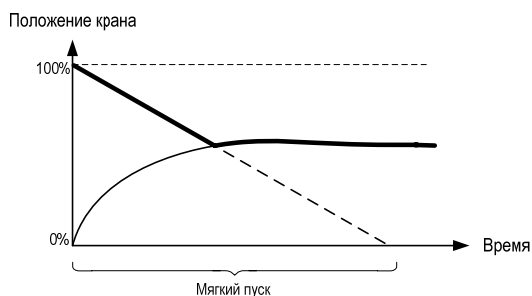


Рис. 17- Мягкий пуск. Метод «2»

Работа

После прогрева и пуска начинается регулирование температуры воздуха в приточном канале по ПИ-закону регулирования. Параметры регулирования (коэффициенты «P(работа)» и «I(работа)» задаются в настройках.

Режим ограничения

В целях предотвращения возврата в тепловую сеть слишком холодной или слишком горячей обратной воды, контроллер может в рабочем режиме самостоятельно перейти на поддержание «Тобр,min» или «Тобр,max». При этом возможный рост и, соответственно, падение температуры в канале будут игнорироваться (функцию поддержания температуры возьмут на себя другие устройства, задействованные в последовательном контуре регулирования температуры).

Возврат в режим поддержания температуры в канале происходит автоматически, как только внешние условия позволят это сделать.



Рис. 18- Режим ограничения производительности

Функция ограничения автоматически блокируется, если задать параметры «Тобр,max» = 999, «Тобр,min» = -999, т.е. полностью перекрыть диапазон работы калорифера.

Циркуляционный насос

Работает всегда, когда активен водяной калорифер (в том числе и в дежурном режиме). На время стоянки калорифера (например, в летний период), когда насос калорифера отключен, контроллером предусматривается функция проворачивания, запускающая насос на 5 секунд раз в сутки во избежание закисания ротора насоса.

Особенности

Если необходимо **прервать процедуру прогрева** при запуске установки, то нужно нажать (при появлении на дисплее контроллера надписи «Прогрев») и удерживать в течение 5 секунд клавишу **ESC**.

Для калориферов, которым **не требуется поддержание температуры обратной воды в дежурном режиме**, можно отключить регулятор дежурного режима. Коэффициенты должны быть следующими: «P(дежурный)» = 0 и «I(дежурный)» = 0, температура «Тобр,дежур» = 0. В дежурном режиме кран будет закрыт.

Калориферы, не подверженные заморозке (например, если рабочее тело – антифриз) и **не имеющие ограничений по температуре возвращаемого обратного теплоносителя**. Для отключения этих функций нужно задать максимально возможный рабочий диапазон, который точно перекроет диапазон температур работы калорифера. Например: «Тобр,max» = 999, «Тобр,min» = -999. Эти установки полностью отключат режим ограничения. Также нужно отключить режим плавного пуска, задав «Время запуска,сек» = 0. Теперь коэффициенты «P(ограничение)» и «I(ограничение)» могут быть любыми (рекомендуется P = 999, I = 1), т.к. регулятор ограничения отключен. Если нет надобности в прогреве перед запуском: «Тобр,прогрев» = «Тобр,авар», так отключается прогрев. Можно отключить и режим защиты от обмерзания: «Тобр,авар» = -999.

Чтобы в процессе работы **не производился вход в режим ограничения**, необходимо обнулить коэффициенты регулятора дежурного режима: «P(ограничение)» = 0 и «I(ограничение)» = 0.

На время стоянки калорифера (например, в летний период) кран калорифера закрывается, а циркуляционный насос останавливается.

Аварии

Основной вид аварии для водяного калорифера – «Угроза заморозки». Данная авария обрабатывается по любому из трёх датчиков:

- Датчик температуры в канале – уставка «Тпритока,авар»
- Датчик температуры обратной воды – уставка «Тобр,авария»
- Термостат защиты от замораживания

При возникновении опасности переохлаждения теплообменника калорифера в любое время года обрабатывается «Защита от заморозки»: вентиляторы останавливаются, жалюзи закрываются, шаровой кран калорифера открывается на 100%, а данное событие заносится в журнал как «Угроза заморозки». Также в журнал заносится источник аварийного сигнала («Термостат калорифера», «Низкая Тобр.воды» или «Низкая Тпритока»). Когда угроза заморозки минует, происходит автоматическое возобновление работы вентустановки в штатном режиме.



В летнем режиме работы происходит автоматическое понижение аварийных значений температуры обратной воды («Тобр,авария») и воздуха в притоке («Тпритока,авар») до 2°С.

Циркуляционный насос во время стоянки калорифера отключен даже при отработке аварии «Угроза заморозки».

Контроллер также отслеживает состояние циркуляционного насоса калорифера. Если поступает сигнал об аварии, насос отключается, установка переходит в дежурный режим, а в журнал событий заносится сообщение «Авария насоса ВоКал».

Аварии можно снять удержанием кнопки ESC в течение 5 сек, после чего вентустановка будет разблокирована.

Настройка

Параметры, служащие для настройки водяного калорифера сведены в таблицу 2

Табл. 2 – Настройки водяного калорифера

Наименование	Размерность	Описание	Заводское значение	Диапазон
P(работа)	см. примечание 1	Пропорциональный коэффициент регулятора температуры в рабочем режиме	10	1...9999
I(работа)	сек	Интегральный коэффициент регулятора температуры воздуха в рабочем режиме	300	10...9999
P(ограничение)	см. примечание 1	Пропорциональный коэффициент регулятора температуры обратной воды в режиме ограничения. Если задан ноль, то регулятор будет отключен, режим ограничения также будет отключен	10	1...9999
I(ограничение)	сек	Интегральный коэффициент регулятора температуры обратной воды в режиме ограничения	300	10...9999
D(ограничение)	см. примечание 2	Дифференциальный коэффициент регулятора температуры обратной воды в режиме ограничения	0	0...9999
P(дежурный)	см. примечание 1	Пропорциональный коэффициент регулятора температуры обратной воды в дежурном режиме («Останов»/«Блокировка») Если задан ноль, то регулятор будет отключен, и клапан закрыт	9999	1...9999
I(дежурный)	сек	Интегральный коэффициент регулятора температуры обратной воды в дежурном режиме	2	0...9999

Наименование	Размерность	Описание	Заводское значение	Диапазон
Тобр,max	°C	Максимально допустимая температура воды, сбрасываемой в теплосеть. Если ограничений нет, то можно оставить заводскую уставку.	110	0...200
Тобр,прогрев	°C	Значение температуры, до которой будет прогрет калорифер перед запуском вентустановки в работу (если не используется прогрев по графику)	50	0...120
Тобр,дежурный	°C	Значение температуры, которая будет поддерживаться в дежурном режиме вентустановки («Останов»/«Блокировка»)	25	0...120
Тобр,min	°C	Минимально допустимая температура воды, сбрасываемой в теплосеть. Если ограничений нет, то можно оставить заводскую уставку	15	-10...120
Тобр,авария	°C	Значение температуры воды на выходе из калорифера, при котором включится режим защиты от заморозки	7	0...120
Тпритока,авар	°C	Значение температуры воздуха в канале, при котором включится режим защиты от заморозки	7	0...100
Тк_блок,сек	сек	Если не равно нулю, то в дежурном режиме и заданное число секунд после запуска вентилятора контроль опасности заморозки по датчику притока не осуществляется. Данная функция используется при значительном удалении канального датчика от калорифера. В этой ситуации температура в канале может упасть ниже аварийной, но это не будет являться признаком аварии. Если задан ноль, то данная функция отключена.	0	0..1600
Время запуска	сек	Время работы функции «Мягкий пуск». Если равно нулю, функция «Мягкий пуск» отключена	300	0...1600
Метод запуска		Метод мягкого пуска калорифера: «0» – обычный (мягкий), по обратной воде «1» – усиленный, по обратной воде «2» – перегрузочный, по графику ограничения	«0»	«0» «1» «2»



Примечание 1: Пропорциональный коэффициент регуляторов задается в десятых долях процента, деленных на единицу измерения датчика.
В случае с водяным калорифером, например, если $P(\text{работа})=1$, то при изменении показаний датчика температуры на 1°C положение крана изменится на 0.1% (без учёта интегральной составляющей).



Примечание 2: Дифференциальный коэффициент регуляторов задается в десятых долях процента, деленных на единицу измерения датчика за секунду.
В случае с водяным калорифером, например, если $D(\text{ограничение})=1$, то при изменении показаний датчика температуры на 1°C за 1 секунду положение крана изменится на 0.1% (без учёта интегральной и пропорциональной составляющих).

Одноступенчатый вентилятор

Общее описание

Вентиляторы обеспечивают подачу свежего воздуха с улицы в помещение и выброс отработанного воздуха за пределы помещения.

Работа

Вентиляторы притока (вытяжки) запускаются при переходе установки в режим «Работа» и останавливаются в режиме «Останов» и «Блокировка».



При запуске установки вентилятор может запускаться одновременно с открытием жалюзи (воздушного клапана) или после открытия жалюзи приточного канала (см. раздел «Жалюзи»). Также возможно резервирование приточного вентилятора, подробнее см. раздел «Резервирование».

Аварии

Для вентиляторов предусматриваются следующие виды защит:

- «Обрыв ремня» фиксируется по сигналу прессостата (дифференциальному реле давления), измеряющему перепад давления между всасом и нагнетанием вентилятора
- Обработка сигнала перегрузки электродвигателя (термореле, УЗД или встроенный термоконтакт)

Последовательность обработки защиты «Обрыв ремня» следующая:

- В состоянии «Останов», контроллер проверяет работоспособность прессостата, т.е. в течение промежутка времени «Время реакции» (задается в Настройках контроллера), прессостат не должен фиксировать никакого перепада давления. В случае неисправности, например, при обрыве кабеля прессостата, вентустановка переходит в дежурный режим и в журнал контроллера записывается событие «Обрыв ремня (приток)» или «Обрыв ремня (вытяжка)».
- При запуске вентустановки прессостат должен сработать после раскрутки вентилятора. Если этого не произойдет в течение промежутка времени «Время реакции» (задается в Настройках контроллера), вентустановка переходит в дежурный режим и в журнал контроллера записывается событие «Обрыв ремня (приток)» или «Обрыв ремня (вытяжка)».

Для отключения обработки этой аварии необходимо задать настройку «время реакции» равной 0.

При срабатывании защиты электродвигателя вентустановка переходит в дежурный режим и в журнал контроллера записывается событие «Перегрузка (приток)» или «Перегрузка(вытяжка)».

Аварии можно снять удержанием кнопки **ESC** в течение 5 сек, после чего вентустановка будет разблокирована.

Настройки

Описание доступных настроек вентилятора приведено в Табл.3

Наименование	Размерность	Описание	Заводское значение	Диапазон
время реакции	сек	<p>Время, за которое должен сработать датчик перепада давления (дифференциальный датчик давления, дифманометр), показывающий факт работы вентилятора. Если время истекло, а датчик не сработал, генерируется авария. Если задан ноль, то данная функция отключена.</p> <p><i>(Если вентилятор остановлен, а датчик ложно показывает наличие разницы давлений, также будет сгенерирована авария)</i></p>	20	1...1600

Табл. 3 – Настройки вентилятора

Сигнал «Пожар»

Общие сведения

Система вентиляции обычно тесно взаимодействует с системой пожарной сигнализации и пожаротушения. При срабатывании пожарной сигнализации приток свежего воздуха в помещение должен прекращаться, поэтому вентиляционная установка должна останавливаться.

Работа

Получение сигнала от внешней системы пожарной сигнализации происходит через один из дискретных входов контроллера.

Аварии

При поступлении сигнала «Пожар» контроллер завершает работу вентиляционной установки, переводя ее в дежурный режим. При этом останов происходит сразу, без продувки электрокалорифера и других процедур остановки, а в журнал заносится событие «Пожарный датчик».

Данную аварию можно снять удержанием кнопки **ESC** в течение 5 сек, после чего вентустановка будет разблокирована.

Прочие настройки

Коррекция датчиков

На показания датчиков, подключенных к контроллеру, оказывают влияние сопротивление соединительных проводов, промежуточных клемм, погрешность характеристик самих датчиков и аналоговых входов контроллера.

Складываясь, все эти факторы могут привести к весомым погрешностям измерения. Однако, эти погрешности носят постоянный характер, т.е. их величина не изменяется при изменении температуры контролируемой среды.

Таким образом, для устранения погрешностей измеренное значение может быть откорректировано в большую или меньшую сторону с помощью меню «Коррекция датчиков».

Через меню «Настройки» главного меню, задаются величины корректирующих параметров (см. Табл. 7). Заданные значения будут прибавлены к полученным с датчиков показаниям. Откорректированные показания выводятся на дисплей контроллера и используются для регулирования

Табл. 7 – Корректирующие параметры

Наименование	Размерность	Описание	Заводское значение	Диапазон
Тобр.воды.2	°С	Коррекция показаний датчика температуры воды на выходе дополнительного водяного калорифера	0	-100...100
Тканала	°С	Коррекция показаний датчика температуры воздуха в приточном воздуховоде	0	-100...100
Тнаружная	°С	Коррекция показаний датчика температуры уличного (наружного) воздуха	0	-100...100
Тпомещения	°С	Коррекция показаний датчика температуры воздуха в помещении	0	-100...100
Твытяжки	°С	Коррекция показаний датчика температуры воздуха в вытяжном воздуховоде	0	-100...100
Влажность	%	Коррекция показаний датчика влажности	0	-100...100
Расх.приток		Коррекция показаний датчика расхода воздуха в приточном воздуховоде	0	-9999...9999
Расх.вытяжка		Коррекция показаний датчика расхода воздуха в вытяжном воздуховоде	0	-9999...9999
СО2		Коррекция показаний датчика качества воздуха или датчика давления	0	-9999...9999

Гистерезис

Гистерезис перехода между зимним и летним режимом в случае автоматического переключения – параметр «Гистерезис з/л».

Автоматический переход по температуре наружного воздуха осуществляется, если в пункте «Время года» меню «Параметры» выбран вариант «Авто».

Для задания температуры перехода между зимним и летним режимом служит пункт «Переход зима/лето».

Границы переключения рассчитываются как:

«Переход зима/лето» $\pm\frac{1}{2}$ «Гистерезис з/л». Переключение из зимнего режима в летний произойдёт по верхней границе, переключение из летнего в зимний – по нижней (см. рис.22).

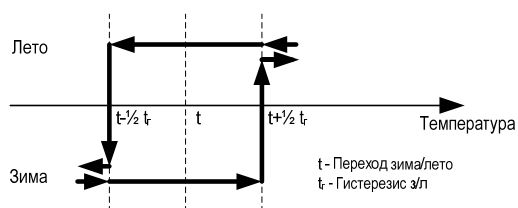


Рис. 22 – Гистерезис перехода «зима»-«лето»

Пример:

Задана температура перехода 5°C и гистерезис 6°C . Это значит, что переключение из зимнего режима в летний произойдёт при температуре наружного воздуха, равной 8°C ($5+(6/2)$), а переход из летнего режима в зимний при температуре наружного воздуха, равной 2° ($5-(6/2)$).

Водяной калорифер версии 1.24 (SMConstructor v0.81b).

Стандартный макрос водяного калорифера (Устр - ВоКал) имеет следующие особенности (здесь и далее **цветом** выделены отличия от предыдущих версий):

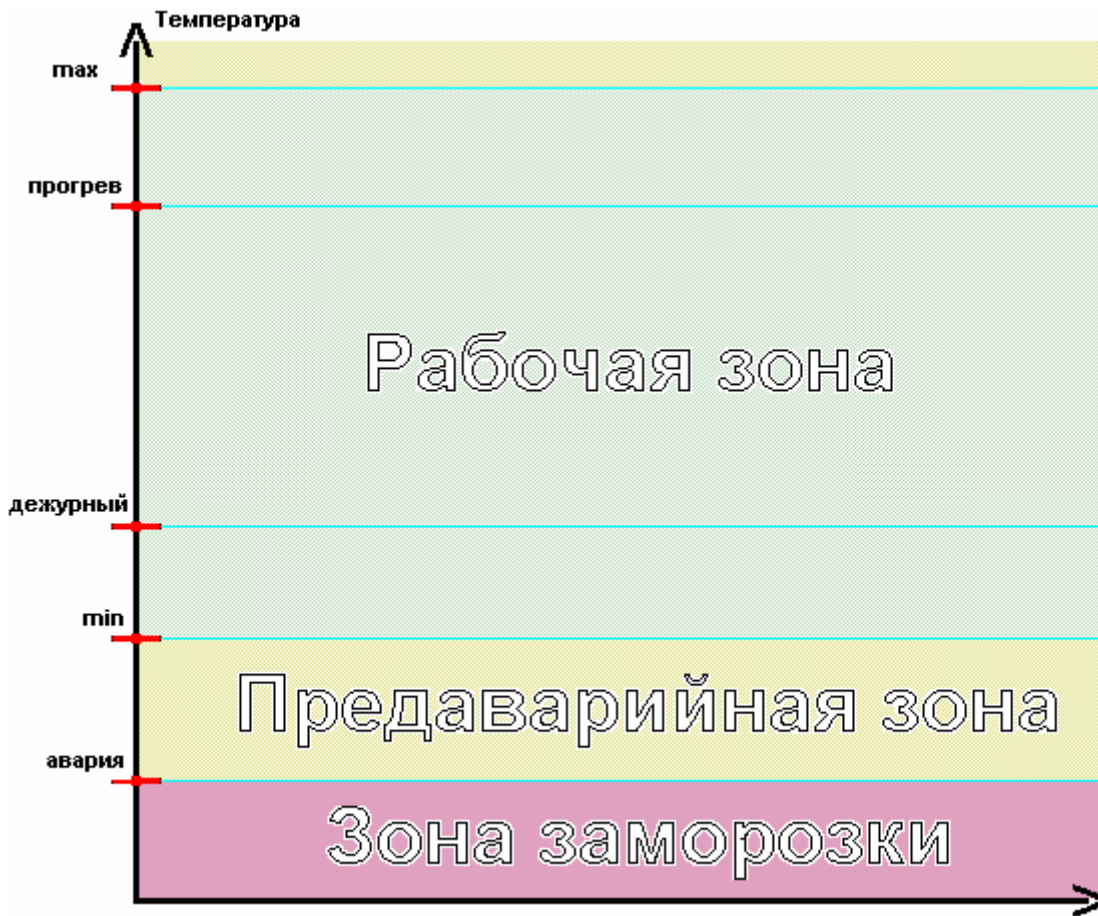
- Автоматическое поддержание заданной температуры обратной воды в стоянке.
- Автоматическое поддержание разрешённых теплосетью границ температуры обратной воды как в стоянке, так и в рабочем режиме.
- Управление возможно приводом только с плавным заданием (0..10V, 4-20mA и подобными).
- Автоматический контроль и предотвращение опасности обмерзания калорифера путём анализа температур обратной воды и в канале. Также контролируется сигнал от капиллярного термостата, установленного возле калорифера.
- **Возможность задержки выполнения функции “Мягкий Пуск”.**
- **Несколько режимов “Мягкого Пуска”: Мягкий, Усиленный и Перегрузочный.**
- **Возможность отключения контроля замерзания в канале в стоянке и первое время после включения вентилятора (продувка канала).**

Назначение входов макроса:

- **Тобр** – вход для датчика температуры обратной воды.
 - **Тобр, max** – уставка температуры **перегрева**.
 - **Тобр, прогр** – уставка температуры **прогрева**.
 - **Тобр, деж** – уставка температуры в **дежурном режиме**.
 - **Тобр, min** – уставка температуры **недогрева**.
 - **Тобр, авар** – уставка температуры **заморозки**.
- **Тпритока** – вход для датчика температуры в приточном канале.
 - **Тпритока, авар** – уставка температуры **заморозки**.
- **Время запуска** – длительность **режима запуска** водяного калорифера (функция “Мягкий Пуск”).
- **Термостат** – сигнал от термостата, показывающего недопустимо низкую температуру воздуха после калорифера.
- **Р(дежур)** – пропорциональный коэффициент регулятора дежурного режима.
- **І(дежур)** – интегральный коэффициент регулятора дежурного режима.
- **Р(огран)** – пропорциональный коэффициент регулятора режима ограничения.
- **І(огран)** – интегральный коэффициент регулятора режима ограничения.
- **D(огран)** – дифференциальный коэффициент регулятора режима ограничения.
- **Задержка Ткан, сек** – при задании времени, отличного от нуля, показания датчика температуры воздуха в канале в дежурном режиме вентустановки игнорируются, т.е. в стоянке по нему не вырабатывается сигнал “угроза заморозки”. Это иногда требуется в системах, в которых канальный датчик расположен в достаточно неудобном месте, в котором подогрев датчика либо отсутствует, либо недостаточен. Также осуществляется задержка контроля заморозки по этому датчику на заданное время после запуска вентустановки (время начинает отсчитываться сразу после окончания прогрева, но перед запуском вентилятора, нужно это учитывать), это нужно для того, чтобы датчик и канал прогрелись тёплым воздухом, идущим от калорифера.
- **Метод запуска** – задаёт используемый режим функции “Мягкий пуск”.

Термины и определения.

Весь диапазон температуры обратной воды водяного калорифера делится на несколько зон:



На вышеприведённом графике отмечены типичная расстановка уставок температуры обратной воды:

- Зелёная (рабочая) зона располагается между отметками «Тобр,max» и «Тобр,min». Температура выше отметки «Тобр,max» считается повышенной температурой обратной воды («Перегрев»). Температура ниже отметки «Тобр,min» считается пониженной температурой обратной воды («Недогрев»). Если в процессе регулирования температура обратной воды находится в зелёной зоне, то макрос просто передаёт управление от регулятора (от входа «U») на аналоговый выход контроллера (выход «AOUT») никак не вмешиваясь в работу системы.

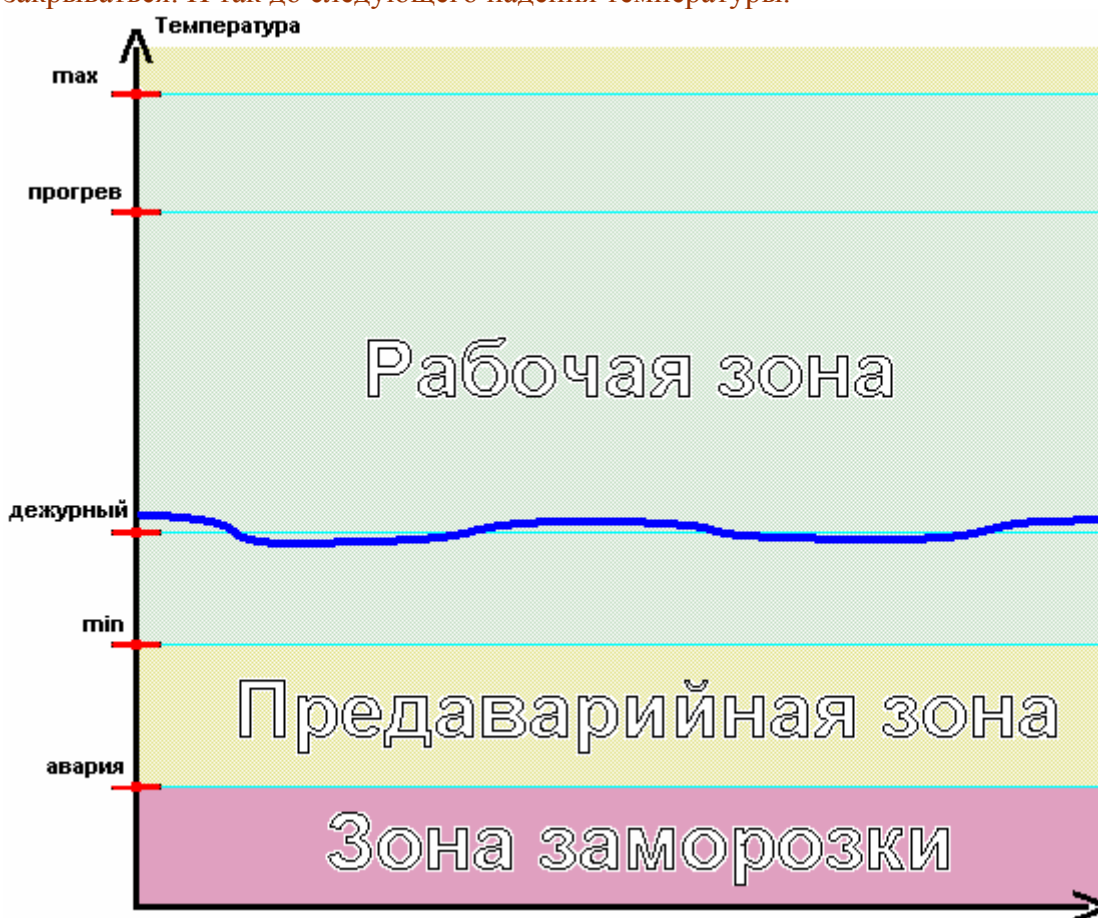
- Жёлтая (предаварийная) зона располагается между отметками «Тобр,min» и «Тобр,авар», а также выше отметки «Тобр,max». При нахождении температуры обратной воды в жёлтой зоне макрос перехватывает процесс регулирования от основного (внешнего) регулятора и переходит в режим стабилизации температуры обратной воды (режим **ограничения** температуры обратной воды). Стабилизирующий регулятор находится внутри макроса и использует для работы коэффициенты, задаваемые на входах «Р(огран)» и «I(огран)». В качестве датчика используется датчик температуры обратной воды, в качестве уставки – «Тобр,max» или «Тобр,min», в зависимости от ситуации («перегрев» или «недогрев»).

- Красная зона (зона заморозки) располагается ниже отметки «Тобр,авар». Если температура обратной воды достигнет этой зоны, то макрос безусловно выдаст

сигнал на полное открывание крана калорифера и в статусе появится сигнал об угрозе заморозки (“Авария”).

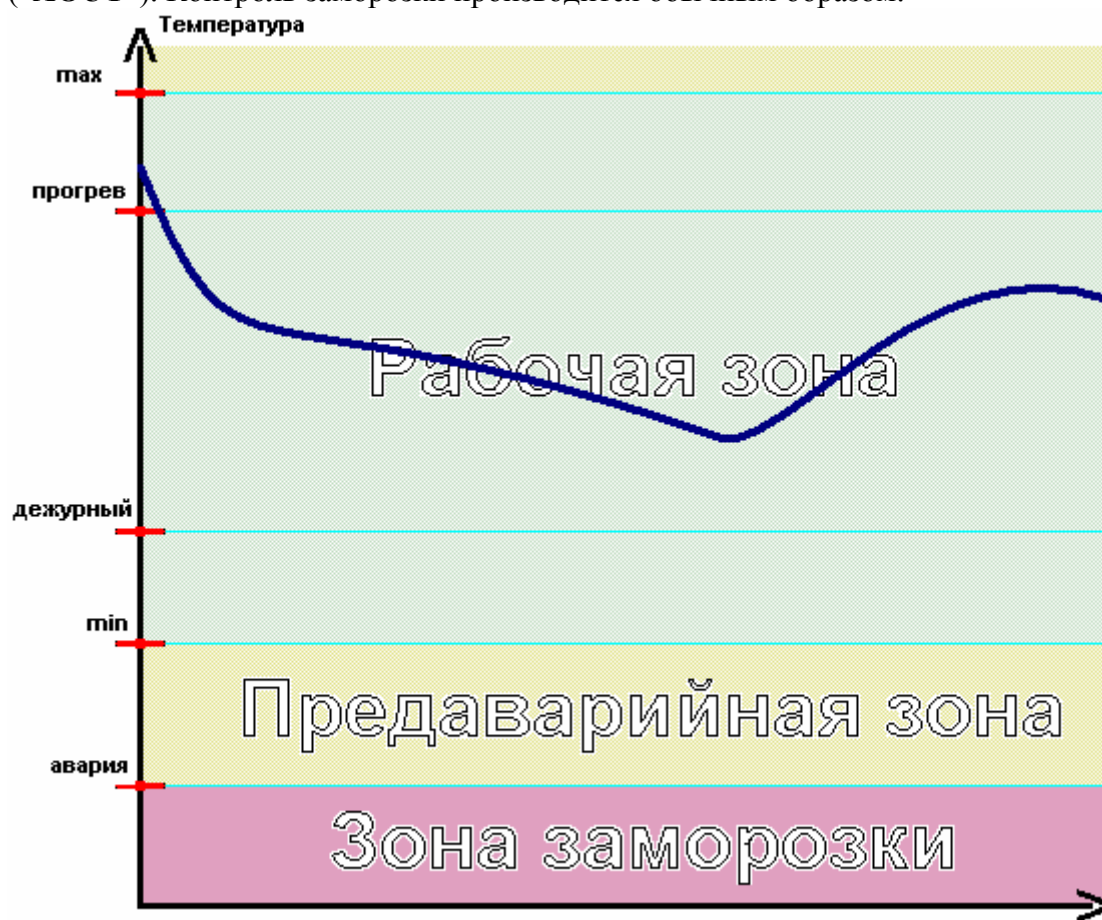
Алгоритм работы. Дежурный режим.

В дежурном режиме макрос производит управление краном калорифера, поддерживая температуру обратной воды равной значению, заданному на входе “Тобр,деж”. Стабилизирующий регулятор находится внутри макроса и использует для работы коэффициенты, задаваемые на входах “Р(дежур)” и “I(дежур)”. Точность удержания температуры определяется геометрическими параметрами вентустановки и точностью настройки регулятора. Контроль заморозки производится обычным образом. При желании, можно перевести регулятор в триггерный режим, это достигается заданием **Р(дежур) = 9999, I(дежур) = 10**. В этом случае кран будет полностью открываться при падении температуры обратной воды ниже уставки “Тобр,деж” и, затем, полностью закрываться. И так до следующего падения температуры.



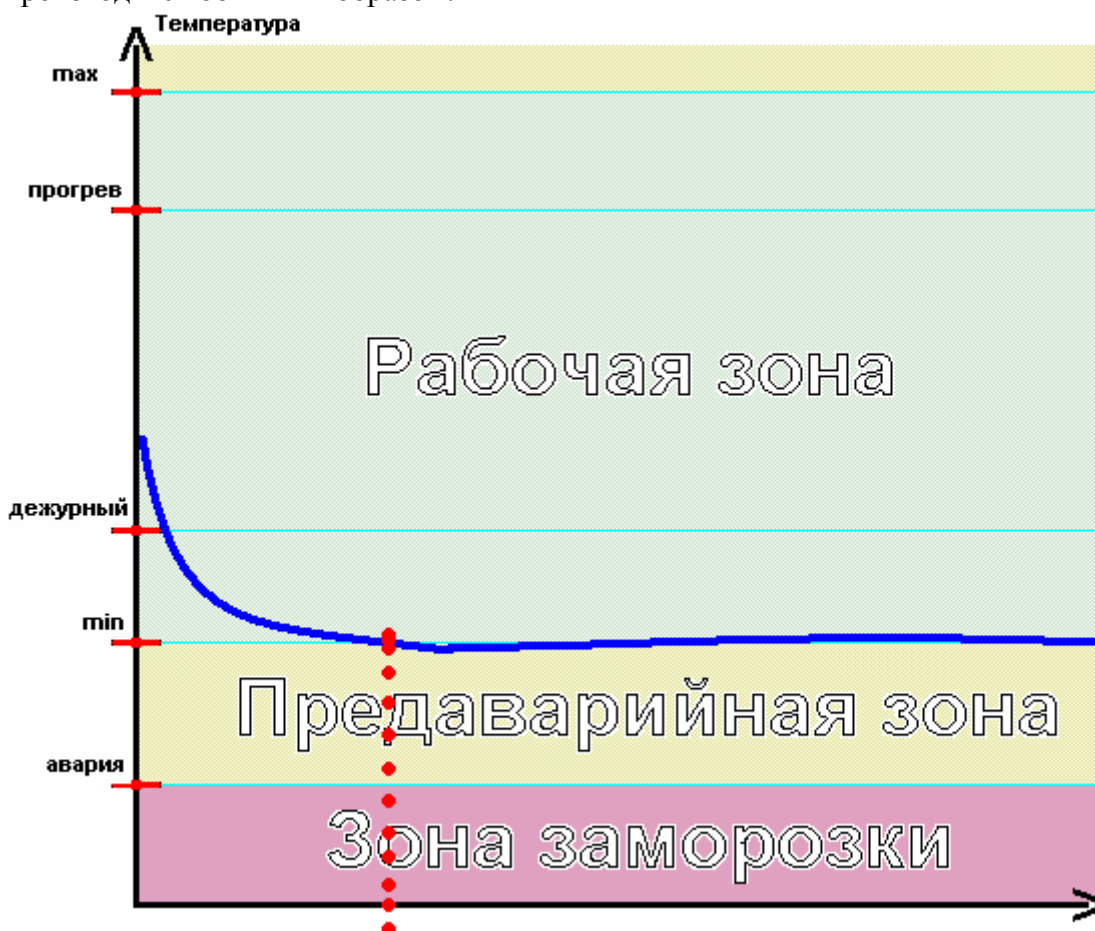
Алгоритм работы. Рабочий режим.

В рабочем режиме макрос не производит управление краном калорифера, Управление от канального регулятора поступает на вход "U" и передаётся на аналоговый выход ("AOUT"). Контроль заморозки производится обычным образом.



Алгоритм работы. Режим ограничения.

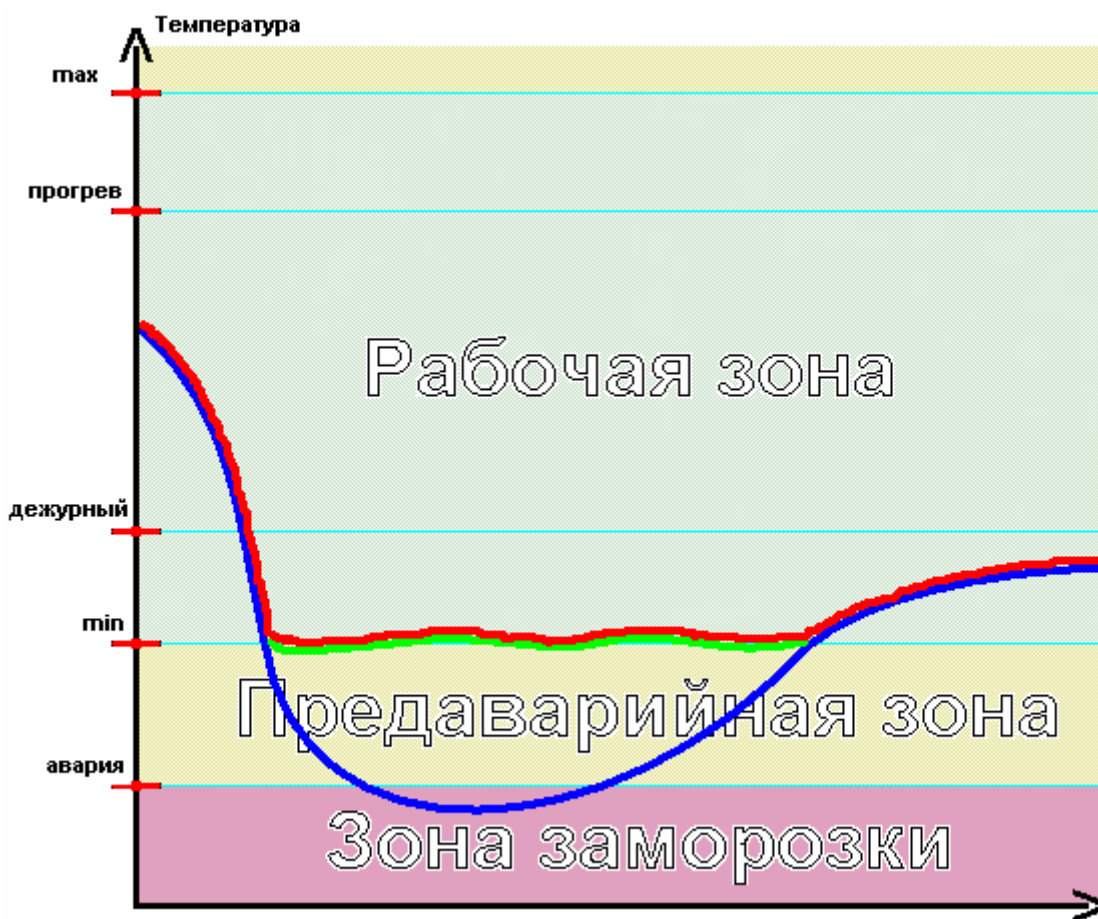
В рабочем режиме макрос не производит управление краном калорифера, Управление от канального регулятора поступает на вход “U” и передаётся на аналоговый выход (“AOUT”). Может сложиться такая ситуация, когда в нормальном процессе регулирования температура обратной воды достигнет порога, задаваемого через “Тобр,min”. В этом случае макрос переходит в режим ограничения температуры обратной воды (режим “недогрева”). Стабилизирующий регулятор находится внутри макроса и использует для работы коэффициенты, задаваемые на входах “Р(огран)” и “I(огран)”. Уставкой для регулятора является “Тобр,min”. Контроль заморозки производится обычным образом.



Выход из режима ограничения минимальной температуры воды происходит при понижении температуры воздуха в приточном канале ниже уставки (при превышении задания внутреннего регулятора внешним регулятором).

Режим ограничения максимальной температуры обратной воды (режим “перегрева”) работает зеркально от режима ограничения минимальной температуры. Вход в этот режим происходит при превышении “Тобр,max” и уставкой внутреннего регулятора является “Тобр,max”. Выход из режима перегрева происходит при повышении температуры воздуха в приточном канале выше уставки (при превышении задания внешнего регулятора внутренним регулятором).

Стоит обратить внимание на то, что внутренний регулятор даже в нормальном режиме работы (когда нет ограничения или заморозки) непрерывно отслеживает задание крана калорифера и вступает в работу достаточно жестко, не допуская перерегулирования и падения температуры обратной воды до аварийной:



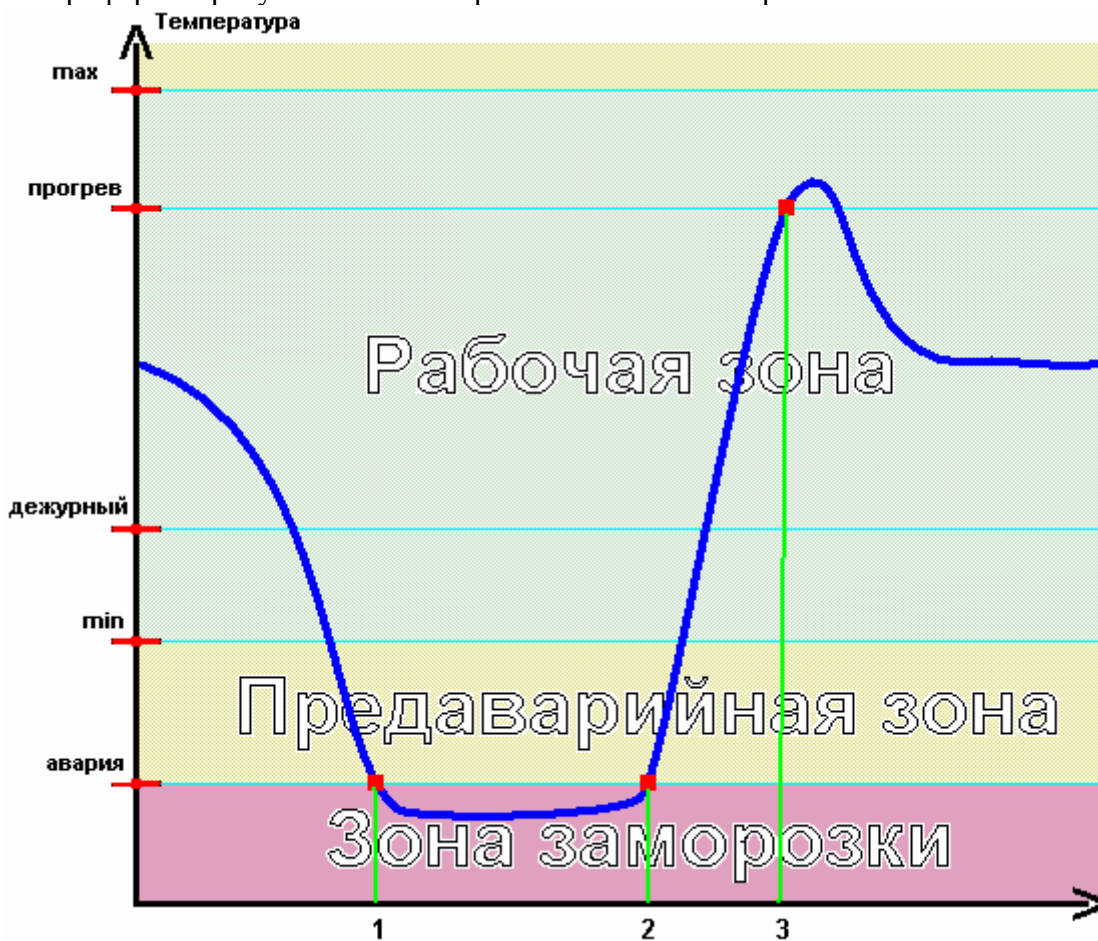
На рисунке **синим** показано управляющее воздействие от внешнего (основного) регулятора, **зелёным** показано управляющее воздействие от внутреннего (стабилизирующего) регулятора. **Красным** показано реальное положение крана (в пересчёте на температуру). Как видно из графика, даже быстрое падение температуры обратной воды будет “перехвачено” на отметке “**Тобр,min**”, не давая водяному калориферу заморозиться.



Нужно учитывать, что данный режим не может спасти от действительно мгновенных колебаний температуры обратной воды, т.к. макрос не имеет данных о реальном положении крана на момент входа в режим ограничения, имея информацию только о температуре обратной воды (учитывайте инерционность датчика!) и информацию о задании крану от основного регулятора. В реальности, после входа в ограничение будет провал “**Тобр**” ниже “**Тобр,min**”. Глубина провала полностью определяется правильностью настройки основного (внешнего) регулятора (крутизна падения температуры обратной воды) и инерционностью датчика обратной воды (составляющей до 40-50 секунд для накладных датчиков). Именно по этим причинам нужно выбирать величину “**Тобр,min**” с особой тщательностью. Для частичной компенсации провала температуры макрос в момент “перехвата” приоткрывает кран больше, чем это необходимо. Скорость выхода из этого провала и величина компенсирующего приоткрывания определяется настройками стабилизирующего (внутреннего) регулятора.

Алгоритм работы. Защита от заморозки по датчику обратной воды.

В рабочем режиме макрос не производит управление краном калорифера, Управление от канального регулятора поступает на вход “U” и передаётся на аналоговый выход (“AOUT”). Может сложиться такая ситуация, когда в нормальном процессе регулирования из-за неконтролируемого внешнего воздействия (поломка привода крана, отключение воды и подобные) температура обратной воды достигнет порога, задаваемого через “Тобр,авар”. В этом случае макрос переходит в режим защиты от заморозки. Кран открывается на 100% вне зависимости от других настроек или параметров макроса. Также в статусе (выход “Status”) отображается, что макрос выполняет защиту водяного калорифера и требует остановки приточного вентилятора.



- **Точка 1:** Температура обратной воды достигла порога заморозки (“Тобр” меньше “Тобр,авар”).
- **Отрезок 1..2:** Макрос принудительно открывает кран на 100%, сигнализируя в статусе “Авария = 1” (конкретная причина аварии расшифровывается выходом “Заморозка” – авария по недопустимо низкой температуре обратной воды). Также активен сигнал “Переход”, показывая, что необходимо остановить вентилятор для прогрева калорифера.
- **Точка 2:** Макрос фиксирует выход температуры обратной воды из зоны заморозки. Снимается сигнал “Авария” (одновременно снимается сигнал “Заморозка”). Сигнал “Переход” остаётся активен.
- **Отрезок 2..3:** Активен сигнал “Переход”, задерживая запуск системы до полного прогрева калорифера.
- **Точка 3:** Снимается сигнал “Переход”, разрешая запуск вентиляционной установки.



Нужно учитывать, что данный режим не может спасти от действительно мгновенных колебаний температуры обратной воды, т.к. макрос получает информацию о температуре обратной воды с задержкой (учитывайте инерционность датчика!). В реальности, после входа в зону заморозки будет провал температуры обратной воды ниже **“Тобр,авар”** (отрезок 1..2 на рисунке). Глубина провала полностью определяется правильностью настройки основного (внешнего) регулятора (крутизна падения температуры обратной воды) и инерционностью датчика обратной воды (составляющей до 40-50 секунд для накладных датчиков). Скорость выхода из этого провала определяется быстродействием привода шарового крана и удалённостью гидроузла от калорифера (чем ближе, тем лучше). Именно по этим причинам нужно выбрать величину **“Тобр,авар”** с особой тщательностью.

Алгоритм работы. Защита от заморозки по датчику температуры воздуха в канале.

В рабочем режиме макрос не производит управление краном калорифера, Управление от канального регулятора поступает на вход **“U”** и передаётся на аналоговый выход (**“АОУТ”**). Может сложиться такая ситуация, когда в нормальном процессе регулирования из-за неконтролируемого внешнего воздействия температура воздуха в приточном канале достигнет порога, задаваемого через **“Тприт,авар”**. В этом случае макрос переходит в режим защиты от заморозки. Кран открывается на 100% вне зависимости от других настроек или параметров макроса. В статусе (выход **“Status”**) отображается, что макрос выполняет защиту водяного калорифера и требует остановки приточного вентилятора и прогрева калорифера (**“Авария = 1”**, **“Ошибка выполнения = 1”**, **“Переход = 1”**). Сигналы аварии будут сняты только в том случае, когда температура в канале повысится выше аварийной, т.е. станет выше то, что указана на входе **“Тприт,авар”** (если в настройках водяного калорифера нет задания “игнорировать датчик притока в стоянке”). Сигнал прогрева будет снят не ранее того времени, когда температура обратной воды не превысит температуры прогрева **“Тобр,прогр”**, до этих пор кран будет принудительно открыт на 100%.



Нужно учитывать, что данный режим не может спасти от действительно мгновенных колебаний температуры воздуха в канале, т.к. макрос получает информацию о температуре с задержкой (учитывайте инерционность датчика!). Также нужно учитывать, что завышенное значение **“Тприт,авар”** может помешать нормальному процессу регулирования температуры в переходные периоды, т.к. установка постоянно будет обрабатывать защиту от заморозки. Примером такой ситуации могут явиться следующие условия: температура наружного воздуха = 13°C, уставка регулирования = 15°C, температура заморозки по каналу = 14°C. Из-за того, что от калорифера требуется очень маленькая мощность, точность удержания уставки в этих условиях может выйти из коридора ± 1 градуса. Хотя данная ситуация не приведёт к замораживанию водяного калорифера, макрос все равно обработает защиту от заморозки.

Алгоритм работы. Защита от заморозки по термостату в канале.

В рабочем режиме макрос не производит управление краном калорифера, Управление от канального регулятора поступает на вход “U” и передаётся на аналоговый выход (“AOU”). Может сложиться такая ситуация, когда в нормальном процессе регулирования из-за неконтролируемого внешнего воздействия температура воздуха в приточном канале достигнет порога срабатывания капиллярного **термостата**. В этом случае макрос переходит в режим защиты от заморозки. Кран открывается на 100% вне зависимости от других настроек или параметров макроса. В статусе (выход “Status”) отображается, что макрос выполняет защиту водяного калорифера и требует остановки приточного вентилятора и прогрева калорифера (“**Авария = 1**”, “**Ошибка внешняя = 1**”, “**Ошибка выполнения = 1**”, “**Переход = 1**”). Сигналы аварии будут сняты только в том случае, когда температура в канале повысится выше аварийной, т.е. станет выше той, что указана на входе “**Тприт,авар**” (если в настройках водяного калорифера нет задания “игнорировать датчик притока в стоянке”). Сигнал прогрева будет снят не ранее того времени, когда температура обратной воды не превысит температуры прогрева “**Тобр,прогр**”, до этих пор кран будет принудительно открыт на 100%.

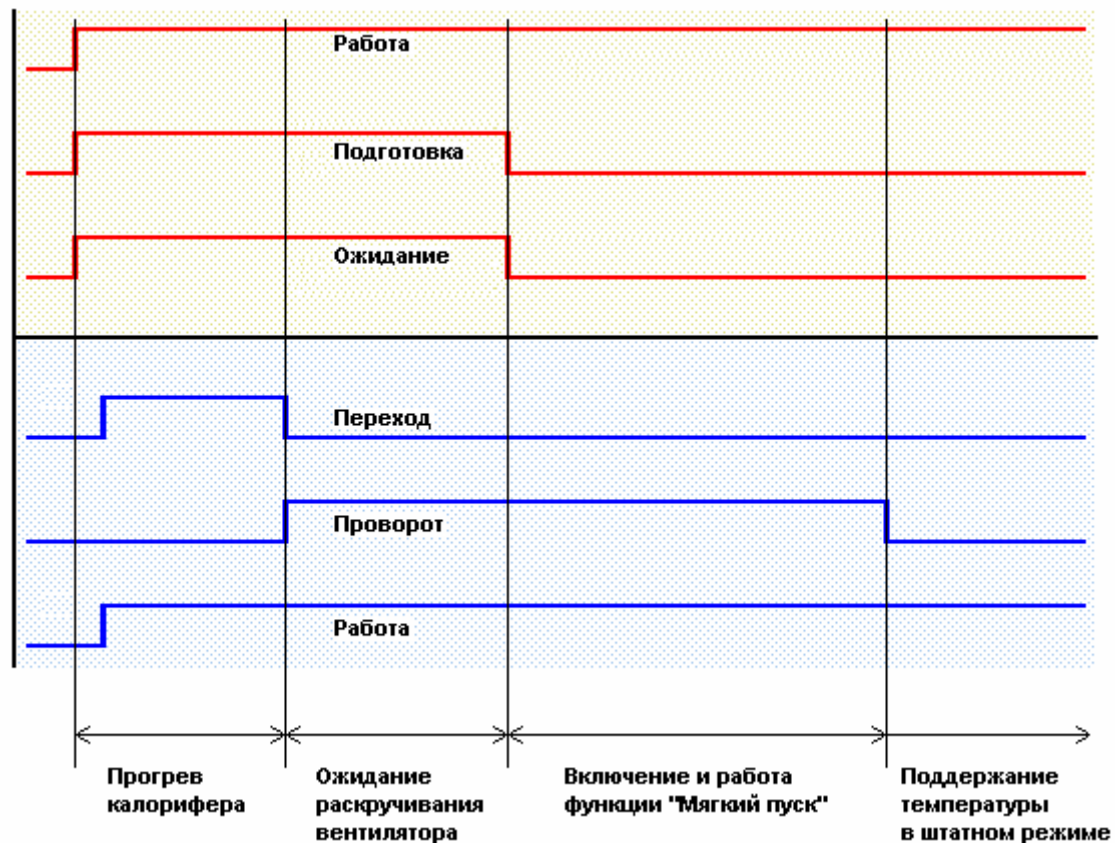


Опыт показывает, что капиллярный термостат имеет самое большое быстродействие и может спасти от действительно быстрых (единицы секунд) колебаний температуры воздуха в канале, поэтому не стоит пренебрегать его правильной установкой за калорифером. Нужно учитывать, что завышенное значение срабатывания термостата может помешать нормальному процессу регулирования, т.к. водяной калорифер имеет неравномерную температуру на своей поверхности (более высокую в месте подачи воды и минимальную в месте выхода воды). Главная задача термостата – дать сигнал аварии при резком и глубоком падении температуры (чаще всего это прорыв местного трубопровода или отключение подачи воды из теплосети), ошибки регулирования или недостаточность мощности калорифера развиваются сравнительно медленно (от единиц минут до десятков часов), поэтому такие ситуации достаточно эффективно контролируются по датчикам температуры притока и обратной воды.

Алгоритм работы. Запуск установки с водяным калорифером в работу.

В дежурном режиме макрос производит управление краном калорифера для удержания температуры обратной воды, равной уставке “Тобр,дежур”. При получении команды на запуск с прогревом “Работа = 1” и “Подготовка = 1” макрос проверяет, нужен ли прогрев. Если прогрев нужен, то открывает кран на 100% и выдаёт в статусе сигнал “Переход”. Программой предусмотрена задержка включения вентилятора на время прогрева. Далее макрос перейдёт в **рабочий режим**, описанный выше.

Если запуск калорифера производился комбинацией команд “Работа = 1” + “Подготовка = 1” + “Ожидание = 1”, то будет задействована функция “Мягкий пуск”. Таким образом, последовательность обмена сигналами управления и статуса будет следующей



Красным цветом выделены сигналы управления макросом, синим цветом выделены сигналы состояния, которые считываются с выхода “Status” макроса. На диаграмме показана типичная ситуация зимнего запуска:

1. макросу задаётся команда управления, указывающая, что происходит запуск в работу (сигнал “Работа”) с предварительным прогревом калорифера (сигнал “Подготовка”) и включением функции “Мягкий пуск” (“Ожидание”) после прогрева. В ответ макрос активирует сигналы состояния “Работа” (команда обработана) и “Переход” (требуется прогрев) и открывает кран калорифера на 100%.
2. по окончании прогрева (температура обратной воды (Тобр.воды) стала выше уставки прогрева (Тпрогрева) макрос снимает сигнал состояния “Переход”, показывая, что прогрев окончен. Из-за того, что активна команда управления “Ожидание”, кран калорифера остаётся открытым на 100%. Время удержания команды “Ожидание” не ограничено, кран останется открыт на всё время действия этой команды. За это время проводятся все операции запуска: открываются

жалюзи, раскручивается вентилятор и, если нужно, продувается приточный канал.

3. после снятия команды **“Ожидание”** начинает работу функция **“Мягкий пуск”**, снижающая вероятность и последствия термоудара в тот период, когда канальный регулятор ещё не набрал достаточно статистики для правильного регулирования температуры воздуха в канале. Работа **“Мягкого пуска”** будет описана ниже.

4. функция **“Мягкий пуск”** заканчивает свою работу, о чём показывает снятие сигнала состояния **“Проворот”**. Если все регуляторы настроены корректно, то запуск вентустановки не будет сопровождаться значительным и долговременным перегревом воздуха в канале или провалами как температуры обратной воды, так и температуры воздуха в канале.

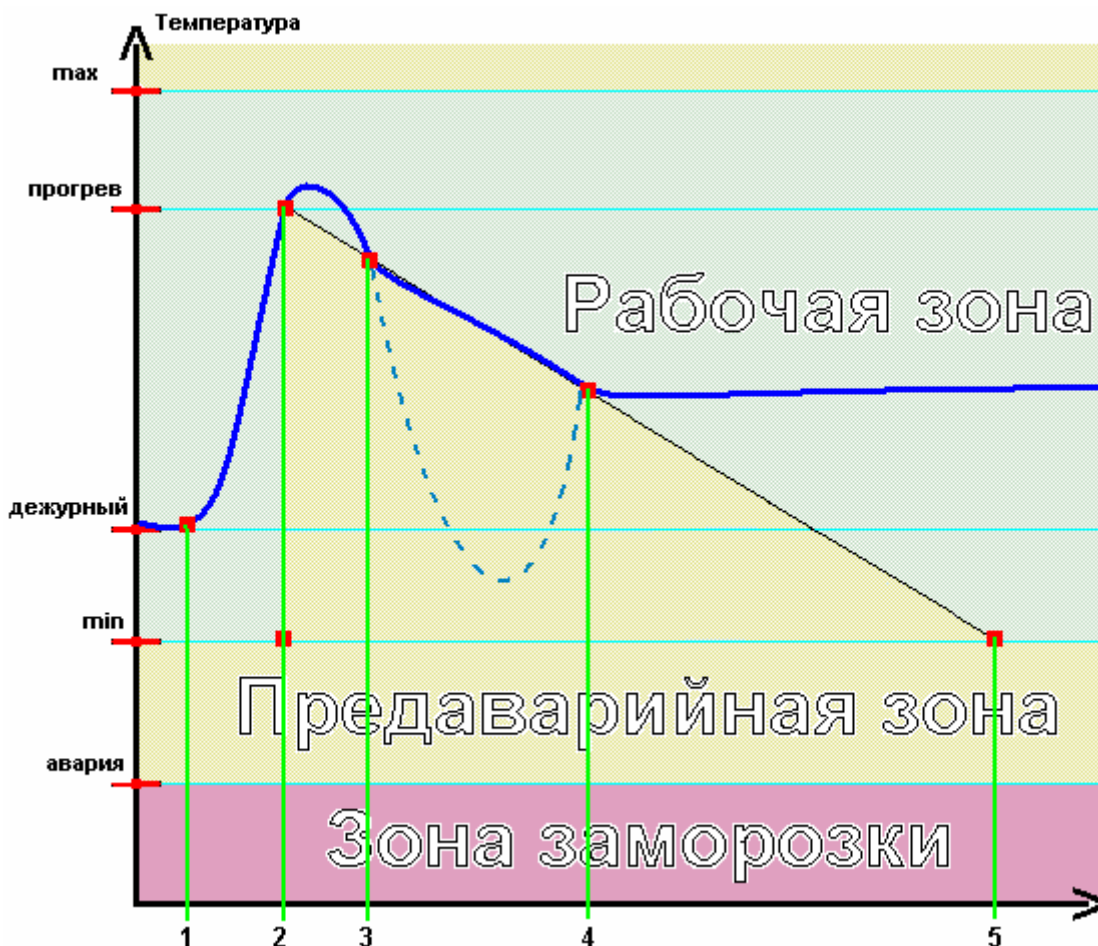
Функция “Мягкий пуск”.

Функция **“Мягкий пуск”** может настраиваться на один из трёх режимов работы:

0. режим **“Мягкий”**
1. режим **“Усиленный”**
2. режим **“Перегрузочный”**

Режим с номером **“0”** полностью соответствует тому методу запуска, который использовался в версиях макроса до 1.24. Практика показала, что в случаях, когда по каким-либо причинам нарушены условия функционирования вентустановки (например, температура воды на подаче ниже всех расчётных величин или недостаточное давление и, как следствие, пониженная скорость обновления теплоносителя и подобное), данный режим запуска работает недостаточно надёжно, т.к. изначально сильно зависим от времени установки температуры на датчиках температуры и скоростью реакции привода управления краном водяного калорифера. При критичных внешних условиях эти скорости могут оказаться слишком малыми по сравнению со скоростью потери тепла теплоносителем в калорифере, что вызывает возникновение угрозы переохлаждения калорифера вплоть до его замерзания. На деле получается следующее: установка прогревается, открывается входная заслонка, запускается вентилятор и по прошествии некоторого времени (десятки секунд) установка переходит в режим защиты от заморозки по термостату, т.к. датчики температуры **“бодро”** показывают, что все температуры в допустимых пределах. Для нивелирования подобных ситуаций в версии 1.24 макроса введены новые режимы **“Мягкого пуска”**: **“1”** и **“2”**. Далее будет описан стандартный, **“нулевой”**, режим работы **“Мягкого пуска”** и отличия от него режимов **“1”** и **“2”**.

Режим “0”: в процессе запуска вентустановки в работу, когда температура обратной воды достигнет уставки прогрева (**“Тобр,прогр”**) сигнал **“Переход”** из статуса будет убран – можно включать приточный вентилятор. Далее начинается процедура мягкого запуска калорифера в работу. Макрос начинает следить за тем, чтобы температура обратной воды не снижалась со слишком большой скоростью. Время выхода калорифера на режим задаётся на входе **“Время запуска,сек”**. Это время задаёт максимально допустимую крутизну понижения температуры обратной воды. Если параметр **“Время запуска,сек”** равен нулю, то функция **“Мягкого пуска”** неактивна (это позволяет оперативно отключать функцию **“Мягкий пуск”** с панели контроллера). Контроль заморозки производится обычным образом.



- **Точка 1:** Получение команды “Работа”, кран открывается на 100%, появляется статус “Переход”.
- **Точка 2:** Прогрев окончен, снимается статус “Переход”, управление передаётся от внешнего регулятора на кран. Активизируется мягкий пуск длительностью от точки 2 до точки 5. На входе “Время запуска,сек” задаётся время прохождения отрезка от точки 2 до точки 5.
- **Точка 3:** Т.к. температура обратной воды снижается с недопустимо высокой скоростью, макрос переходит в режим ограничения температуры обратной воды (“Недогрев”), не давая крану закрыться ниже уровня, определяемого внутренним стабилизирующим регулятором. Факт ограничения показывается статусом “Ограничение”.
- **Точка 4:** Выход из ограничения, температура обратной воды стабилизировалась из-за выхода установки на рабочий режим – поддержание температуры воздуха в канале внешним (по отношению к макросу) канальным регулятором.
- **Точка 5:** Процедура мягкого запуска полностью окончена.



В процессе отработки режима мягкого пуска макрос может многократно переходить в режим ограничения и обратно. Это нормально и полностью поддерживается внутренней логикой как самого макроса, так и канального регулятора. Внутренний (стабилизирующий) регулятор использует коэффициенты, задаваемые на входах “Р(огран)”, “I(огран)” и “D(огран)”. Если на входе “Время запуска,сек” задано нулевое значение – режим мягкого пуска отключен, после прогрева сразу активируется рабочий режим. Работа в этом режиме описана в соответствующем разделе.

Режим “1”: отличается от режима “0” исключительно тем, что отрезок от точки 2 до точки 5 проходит не от температуры прогрева (Тпрогрева) к температуре минимума (Тобр,min), а от температуры максимума (Тобр,max) к температуре минимума (Тобр,min). Таким образом, внутреннему ограничителю изначально задаётся повышенная уставка обратной воды, поэтому внутренний регулятор, как следствие завышения уставки, на большую величину открывает кран калорифера. Если нет ограничения от теплосети по верхней границе температуры обратной воды, то температуру максимума можно задать и выше 100 градусов, влияя таким образом на начальную уставку для функции “Мягкого пуска”. Отрицательной стороной этого режима “Мягкого пуска” является появление вероятности сброса перегретой обратной воды в теплосеть и большой перегрев воздуха в канале при запуске вентустановки в работу.

Режим “2”: кардинально отличается от режимов “0” и “1” тем, что не учитывает показания температурных датчиков при запуске вентустановки в работу. Разумеется, не затрагивая этим контроля заморозки калорифера. Данный способ запуска позволяет запуститься вентустановке даже в тех случаях, когда показания датчиков устаревают безнадёжно быстро и/или гидроузел (кран) находится слишком далеко от самого калорифера. Применительно к моменту запуска установки в работу выражения “безнадёжно устаревают” и “слишком далеко” означают то, что нет никакой реальной возможности предотвратить переохладение калорифера, не выключая для этого приточного вентилятора. Т.е. даже если задать 100% открытие крана в тот момент, когда датчик температуры обратной воды зафиксировал падение температуры, то избежать угрозы заморозки всё равно не удастся. Для решения данной проблемы используется особый метод запуска вентустановки в работу.

После начала работы функции “Мягкий пуск” внутренний регулятор ограничителя начинает работать не от температурного датчика, а от времязадающего контура. Результатом его работы является плавно спадающий от 100% до 0% в течении времени “**Время запуска, сек**” сигнал ограничения закрытия крана. В течении этого времени кран может управляться регуляторами исключительно в “зелёной” зоне (см. рисунок):



На рисунке **красным** цветом показан уровень ограничения закрывания крана, **синим** показан уровень управления краном от канального регулятора, **зелёным** – фактическое положение крана в процессе запуска вентустановки в работу. Таким образом, выбрав достаточно большое время работы функции “Мягкого пуска” (т.е. достаточную крутизну спуска ограничительного регулятора), можно не дать переохладиться калориферу даже в очень неудачных конфигурациях вентустановки.

Особенности конфигурирования макроса водяного калорифера.

Выше была описана работа макроса при полном использовании его возможностей. Далее рассмотрим некоторые распространённые конфигурации, не использующие один или несколько заложенных в макрос алгоритмов.



Указанное ранее соотношение температур ($T_{обр,мах} > T_{обр,прогрева} > T_{обр,дежур} > T_{обр,мин} > T_{обр,авар}$) не является единственно возможным. Единственное ограничение, которое накладывается макросом: $T_{мах}$ должна быть в любом случае выше $T_{обр,мин}$. Именно эти температуры определяют полный диапазон работы логики макроса. $T_{обр,прогрева}$ может быть любой, выше $T_{обр,мах}$ и даже ниже $T_{обр,авар}$ (в этом случае прогрев будет попросту отключен). Естественно нужно понимать, что задавая $T_{обр,дежур}$ ниже $T_{обр,авар}$ пользователь попросту вгонит вентиляционную установку в серию непрерывных защит от обмерзания калорифера. Устанавливая различные соотношения температур можно отключать отдельные алгоритмы, используемые в макросе. Зачем это можно (и нужно) делать? Например: отключение режима ограничения и режима мягкого запуска в случае их ненужности, позволяет отказаться от настройки внутреннего регулятора ограничения, т.е. сократить время пуска вентустановки.

Системы, не подверженные заморозке (рабочее тело - антифриз) и не имеющие ограничений по температуре возвращаемого обратного теплоносителя. Для отключения этих функций нужно задать максимально возможный рабочий диапазон, который точно перекроет диапазон температур работы калорифера. Например: $T_{обр,мах} = 999$, $T_{обр,мин} = -999$. Эти установки полностью отключат режим ограничения. Также нужно отключить режим плавного пуска, задав $Время\ запуска,сек = 0$. Теперь коэффициенты на входах $P(огран)$ и $I(огран)$ могут быть любыми (рекомендуется $P=999$, $I=1$), т.к. регулятор ограничения отключен. Если нет надобности в прогреве перед запуском: $T_{обр,прогрев} = T_{обр,авар}$, так отключается прогрев. Можно отключить и режим защиты от обмерзания: $T_{обр,авар} = -999$.

Для **систем, которым не требуется поддержание температуры обратной воды в стоянке** можно отключить регулятор дежурного режима. Коэффициенты должны быть следующими: $P(дежур) = 0$ и $I(дежур) = 0$, температура $T_{обр,дежур} = 0$. В дежурном режиме кран будет закрыт.

