

Управление водяным нагревателем (Heat\_W\_v1.00)

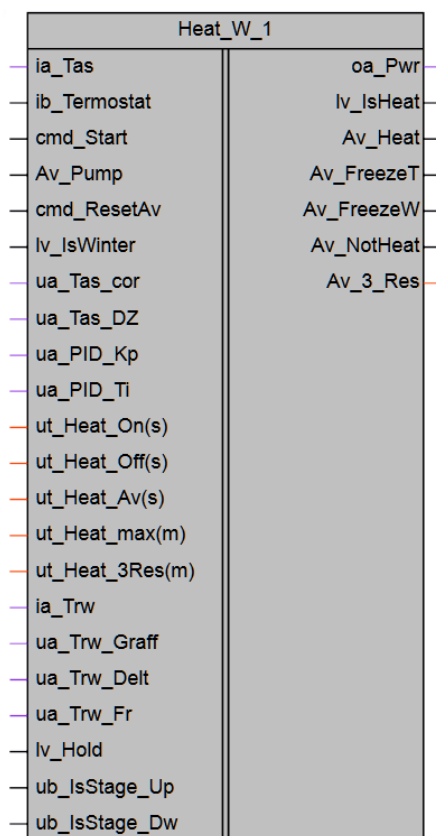


Рисунок 1 – Условное обозначение

Входы	Тип данных	Пояснения	Диапазон
ia_Tas	Float	Текущее значение температуры приточного воздуха	
ib_Termostat	Bool	Сигнал от защитного термостата	0- Авария 1- Норма
cmd_Start	Bool	Команда на запуск регулирования	0- Стоп 1- Пуск
Av_Pump	Bool	Флаг неисправности циркуляционного насоса	0- Норма 1- Авария
cmd_ResetAv	Bool	Сброс аварий	1- Сбросить
lv_IsWinter	Bool	Текущий сезон	0- Лето 1- Зима
ua_Tas_cor	Float	Уставка температуры приточного воздуха	
ua_Tas_DZ	Float	Зона нечувствительности регулятора	
ua_PID_Kp	Float	Пропорциональный коэффициент ПИ-регулятора	≥0
ua_PID_Ti	Float	Время интегрирования ПИ-регулятора	≥0
ut_Heat_On(s)	Int	Время прогрева калорифера перед стартом , в секундах	≥0

ut_Heat_Off(s)	Int	Время прогрева калорифера в дежурном режиме, в секундах	≥0
ut_HeatAv(s)	Int	Время прогрева калорифера после аварии, в секундах	≥0
ut_Heat_max(m)	Int	Максимально допустимое время прогрева калорифера, в минутах	≥0
ut_Heat_3Res(m)	Int	Время мониторинга 3-х остановов, в минутах	≥0
ia_Trw	Float	Текущая температура обратной воды (Тобр)	
ua_Trw_Graff	Float	Уставка температуры обратной воды, рассчитанная по графику	
ua_Trw_Delt	Float	Допустимое отклонение температуры обратной воды	
ua_Trw_Fr	Float	Температура замерзания калорифера	
lv_Hold	Bool	Флаг переключения на старшую ступень	
ub_IsStage_Up	Bool	Наличие старшей ступени нагрева	
ub_IsStage_Dw	Bool	Наличие младшей ступени нагрева	
Выходы	Тип данных	Пояснения	Диапазон
oa_Pwr	Float	Рассчитанный процент открытия клапана	0..100 (-5..105)
lv_IsHeat	Bool	Флаг окончания прогрева водяного нагревателя	1- Прогрев
Av_Heat	Bool	Флаг аварии, нагреватель неисправен	0-Норма 1- Авария
Av_FreezeT	Bool	Флаг аварии, угроза заморозки по капиллярному термостату	0-Норма 1- Авария
Av_FreezeW	Bool	Флаг аварии, угроза заморозки по Тобр	0-Норма 1- Авария
Av_NotHeat	Bool	Флаг аварии, не удалось прогреть нагреватель за заданное время	0-Норма 1- Авария
Av_3Res	Int	Флаг аварии, количество остановов из-за угрозы заморозки за заданное время более 3	≥0

### Описание работы макроса

Макрос предназначен для управления и защите от замерзания водяного нагревателя (водяного калорифера нагрева).

Если сезон лето ( $lv\_IsWinter=0$ ), то клапан закрыт ( $oa\_Pwr=0$ ), нет контроля аварий. При подаче команды на запуск ( $cmd\_Start=1$ ) сразу выставляется флаг окончания прогрева ( $lv\_IsHeat=1$ ), клапан закрыт ( $oa\_Pwr=0$ ).

Если Сезон зима ( $lv\_IsWinter=1$ ) и нет команды на запуск ( $cmd\_Start=0$ ), то осуществляется поддержание температуры обратной воды по двухпозиционному закону (Дежурный режим):

- Если температура обратной воды < уставки с учетом отклонения ( $ia\_Trw < ua\_Trw\_Graff - ua\_Trw\_Delt$ ), то клапан полностью открывается ( $oa\_Pwr=100$ ).
- Если температура обратной воды > уставки с учетом отклонения ( $ia\_Trw > ua\_Trw\_Graff + ua\_Trw\_Delt$ ), то спустя заданное время ( $ut\_Heat\_Off(s)$ ) клапан полностью закрывается ( $oa\_Pwr=0$ ).

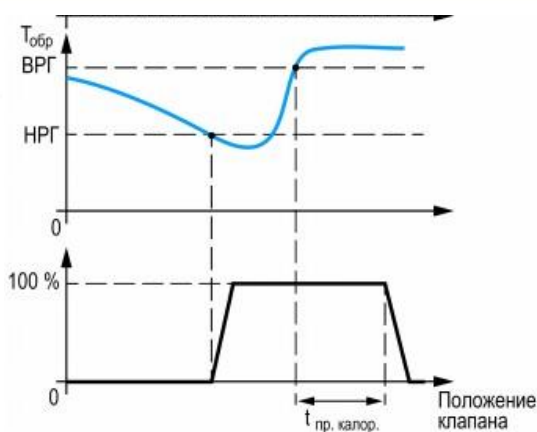


Рисунок 2 – пример работы поддержания температуры обратной воды.

При появлении команды на запуск ( $cmd\_Start=1$ ) клапан открывается полностью для прогрева водяного нагревателя. Если температура обратной воды  $>$  уставки с учетом отклонения ( $ia\_Trw > ua\_Trw\_Graff + ua\_Trw\_Delt$ ), то спустя заданное время ( $ut\_Heat\_Off(s)$ ) выставляется флаг окончания прогрева ( $lv\_IsHeat=1$ ), и начинается регулирование температуры приточного воздуха ( $ia\_Tas$ ) по ПИД-закону.

Что бы регулятор не реагировал на незначительные отклонения текущей температуры от уставки используется зона нечувствительности ( $ua\_Tas\_DZ$ ).

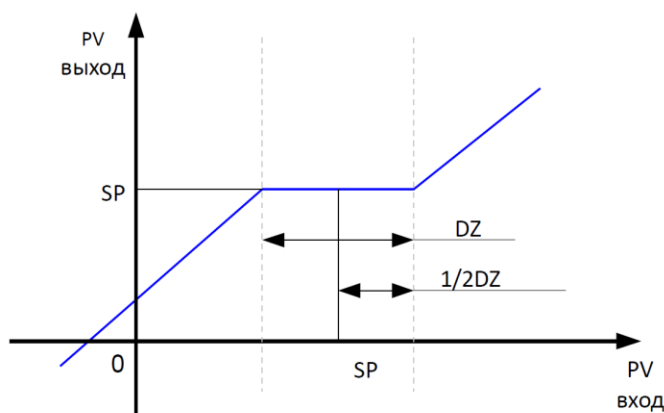


Рисунок 3 – принцип работы зоны нечувствительности. (SP – уставка ( $ua\_Tas\_cor$ ), PV – уставка до (Вход) и после (Выход) коррекции, DZ – зона нечувствительности ( $ua\_Tas\_DZ$ ).

### Работа по ПИ-закону регулирования

Зависимость выходной мощности от управляющего воздействия можно записать в виде:

$$Y_i = K_{\Pi} \cdot \left( E_i + \frac{\Delta t_{\text{ИЗМ}}}{T_{\text{И}}} \sum_{j=0}^i E_j \right),$$

где  $Y_i$  – выходная мощность нагревателя ( $oa\_Pwr$ );

$K_{\Pi}$  – пропорциональный коэффициент ( $ua\_PID\_Kp$ );

$T_{\text{И}}$  – время интегрирования ( $ua\_PID\_Ti$ );

$E_i$  – разность между уставкой и текущим значением  $T_{\text{прит}}$  ( $ua\_Tas\_cor - ia\_Tas$ );

$\Delta t_{\text{изм}}$  – время дискретизации (1 с).

### Аварии

Все аварии фиксируются только если сезон зима ( $lv\_IsWinter=1$ ).

Если температура приточного обратной воды ( $ia\_Trw$ ) опускается ниже минимально допустимого значения ( $ua\_Trw\_Fr$ ) или срабатывает защитный термостат ( $ib\_Termostat=0$ ), то выставляется соответствующий флаг аварии ( $Av\_FreezeW$  или  $Av\_FreezeT$ ), фиксируется неисправность нагревателя ( $ob\_AvHeat=1$ ). Сброс по окончании прогрева. Прогрев аналогичен работе в дежурном режиме, длительность задается отдельно ( $ut\_HeatAv(s)$ ).

Если в течении заданного времени ( $ut\_Heat\_3Res(m)$ ) возникает три аварии угрозы замерзания нагревателя то сброс аварии возможен только по команде ( $cmd\_ResetAv=1$ ). Количество зафиксированных аварий за заданный промежуток времени подается на выход блока ( $Av\_3Res$ ).

Если водяной нагреватель не прогрелся в течении заданного времени ( $ut\_Heat\_max(m)$ ), выставляется соответствующий флаг ( $Av\_NotHeat=1$ ), фиксируется неисправность нагревателя ( $ob\_AvHeat=1$ ). Сброс по команде ( $cmd\_ResetAv=1$ ).

Если фиксируется неисправность насоса ( $Av\_Pump=1$ ), то регулирование прекращается, флаг окончания прогрева снимается ( $lv\_IsHeat=0$ ), клапан открывается на 10% ( $oa\_Pwr=10$ ). Переход к регулированию по устранению неисправности.

### Каскадное регулирование

Для реализации работы каскада необходимо задать наличие младшей ( $ub\_IsStage\_Dw$ ) и старшей ступени ( $ub\_IsStage\_Up$ ). Если их нет, то рассчитанный процент открытия клапана находится в диапазоне 0..100%. Наличие младшей ступени занижает нижнюю границу до -5%. Наличие старшей ступени завышает верхнюю границу до 105%. Величина отклонения задается в свойствах макроса.

Достижение верхней границы служит командой на запуск старшей ступени. Одновременно с этим необходимо остановить работу регулятора текущей ступени ( $lv\_Hold=1$ ), после этого процент открытия станет равен 100.

Достижение нижней границы служит командой на остановку работы текущей ступени.

Разработчик	Версия	Дата изменения
ОВЕН	1.0	25.05.18