

## Краткое описание алгоритма работы автоматики систем вентиляции с водяным нагревом

Основное назначение щита - обеспечение нормальной работы вентиляционного оборудования, а именно:

- полное управление вентиляционной установкой со щита;
- автоматическое поддержание температуры приточного воздуха путем регулирования объема подачи теплоносителя (горячей воды) в замкнутый контур калорифера приточной системы;
- Возможность ручного и автоматического пуска и остановки в определенное время суток;
- Индикация неисправностей в системе (обрыв ремней, срабатывание тепл.защиты двигателей, срабатывание термодатчиков двигателей, засорение фильтров, угроза заморозки калорифера т.е. срабатывание термостатов за калорифером и термостатов обратной воды, пожар);
- Блокировка пуска приточной системы в зимнее время при понижении температуры теплоносителя ниже критической;
- Остановка приточной системы при понижении температуры «обратной» воды до критической отметки;
- Остановка приточной системы при понижении температуры подаваемого воздуха до установленной отметки;
- Аварийная остановка системы при возникновении неисправности приточного вентилятора;
- Аварийная остановка системы при возникновении неисправности насоса калорифера;
- Аварийная остановка системы по сигналу пожарной сигнализации;
- Автоматическое закрытие воздухозаборной заслонки при отключении системы или возникновении аварийной ситуации;
- Автоматический переход системы в зимний режим работы (постоянно включен насос узла обвязки калорифера);
- Автоматическое поддержание температуры обратной воды в «дежурном» режиме;
- Контроль за температурой «обратной» воды в рабочем режиме;
- Ведение журнала событий;
- возможность подключения пультов дистанционного управления;
- возможность управления установкой с пульта диспетчера (с компьютера);
- Автоматическое снижение скорости вращения приточного вентилятора при недостатке теплоносителя (при наличии частотных регуляторов);

Автоматика отслеживает следующие основные параметры работы вентиляционной установки:

- Нажатие кнопок управления на контроллере и на удаленных кнопочных постах;
- Сигналы с термодатчиков всех двигателей (если они есть и заведены в щит автоматики);
- Сигналы с доп.контактов автоматов тепловой защиты;
- Сигнал с термостатов по воздуху за калорифером;
- Сигнал с термостата «обратной» воды;
- Сигнал с датчика температуры приточного воздуха;
- Сигнал с датчика температуры вытяжного воздуха (или за рекуператором);
- Сигнал с датчика температуры уличного воздуха;
- Сигнал с датчика температуры обратной воды;
- Сигнал с термостата «зима/лето»;
- Сигнал о засорении фильтра притока;
- Сигнал о засорении фильтра вытяжки;
- Сигнал об обрыве ремней вентиляторов (если они есть);
- Сигналы об открытии/закрытии заслонок (если они есть);
- Сигнал с датчика давления воды (или манометра если они есть);
- Любые другие сигналы, требуемые конфигурацией системы;

## Алгоритм работы стандартной приточно-вытяжной системы вентиляции:

1. После подачи питающего напряжения на щит автоматики начинают работать все функции автоматики управления приточной (приточно-вытяжной) системой. Через несколько секунд после включения становится доступно меню работы с системой. Это время необходимо контроллеру для прогрева операционных усилителей аналоговых входов, проверки правильности подключенных датчиков (тест на обрыв связей), считывания переменных, хранящихся в энергонезависимой памяти. Поэтому нажатие клавиш управления в эти несколько секунд может не дать никакого результата.
2. Далее контроллер перейдет в требуемый режим работы, а именно:
  - Если был задан автоматический старт вентиляторов после сбоя питания, то он будет выполнен и контроллер перейдет в режим управления запущенными вентиляционными системами.
  - Если автоматического старта не было, то контроллер переходит в «дежурный» режим, при котором отслеживаются все возможные аварийные ситуации, а также осуществляется управление 3-ходовым клапаном узла обвязки калорифера с целью поддержания заданной температуры обратной воды. При нахождении в этом режиме системы могут быть запущены либо автоматически, по расписанию (если оно активировано) или вручную с панели контроллера.
3. При пуске вытяжных установок анализируются сигналы с датчиков протока воздуха и сигналы об аварии вентиляторов. Если аварии отсутствуют, то вытяжки включаются и выключаются без каких-либо дополнительных проверок. Пуск может быть осуществлен непосредственно с клавиатуры контроллера, с кнопочного поста (если он установлен), автоматически по расписанию или из системы диспетчеризации (если таковая присутствует). При наличии частотных преобразователей возможен автоматический или ручной переход в экономичный режим, т.е. режим при котором снижается расход воздуха при помощи уменьшения скорости вращения вентиляторов. После запуска вентилятора, через несколько секунд, необходимых для набора номинального числа оборотов, проверяется состояние контактов датчика дифференциального давления воздуха, установленного на системе (если он есть). При отсутствии сигнала, т.е. вентилятор не создал по каким-либо причинам давление в воздуховоде (заклинило двигатель, оборван ремень...) данный вентилятор останавливается, в журнал заносится соответствующая запись, а на экране появляется пиктограмма о срабатывании датчика. При наличии сигнала вентилятор продолжит свою работу до выключения. Выключение вентилятора может быть произведено непосредственно с клавиатуры контроллера, с кнопочного поста, автоматически по расписанию или из системы диспетчеризации. В процессе работы контролируются датчики протока и сигналы об аварии вентилятора. При возникновении аварийной ситуации вентилятор отключается, в журнал заносится соответствующая запись. Если в настройках контроллера включена опция перезапуска после исчезновения аварийного сигнала, то будет предпринята попытка перезапуска вентилятора указанное количество раз. При нескольких неудачных попытках перезапуска пуска вентилятора блокируются до вмешательства обслуживающего персонала (нажатия любой клавиши на контроллере или любой команде из системы диспетчеризации).
4. Алгоритм пуска приточной установки существенно отличается от пуска вытяжной установки и, кроме того, различен по времени года ( т.е. анализируется состояние уличного датчика, режим ЗИМА/ЛЕТО). При пуске анализируются сигналы с датчиков протока воздуха, сигналы об аварии вентиляторов, сигналы с термостатов заморозки и температурных датчиков. Пуск может быть осуществлен непосредственно с клавиатуры контроллера, с кнопочного поста (если он установлен), автоматически по расписанию или из системы диспетчеризации (если таковая присутствует). При наличии частотных преобразователей возможен автоматический или ручной переход в экономичный режим.

Теперь рассмотрим пуск приточного вентилятора в режиме «ЗИМА»:

- При запуске приточной установки в первую очередь происходит прогрев водяного калорифера. Привод 3-х ходового вентиля узла обвязки калорифера открывается для прогрева пропорционально уличной температуре. Прогрев водяного калорифера идет определенное число секунд, установленное в меню настроек контроллера (обычно 30-60 секунд). Если по истечении этого времени значение температуры обратной воды калорифера не достигнет минимально допустимого значения (также устанавливается в настройках), то прогрев продолжается либо до достижения температурой обратной воды нужного значения, либо до истечения максимального времени прогрева. Если требуемая температура так и не была достигнута, то запуск системы отменяется и она переходит в режим перезапуска (через определенный интервал времени процедура запуска будет повторена, если в настройках указан режим перезапуска), а на дисплей контроллера выдается сообщение об отмене пуска из-за низкой температуры теплоносителя. Если же за заданный интервал времени температура обратной воды достигнет нужного значения, то производится открытие заслонок приточного воздуха и пуск приточного вентилятора.
- После пуска, на некоторое время блокируется регулировка приточного воздуха для продува системы от накопившегося там теплого воздуха и система работает по регулировке обратной воды. После этого начинается процесс регулирования температуры приточного воздуха, при помощи выдачи управляющих воздействий на привод. Подавая сигналы управления на привод вентиля, автоматика определяет такое положение 3-х ходового вентиля смесительного узла приточной установки, при котором устанавливается необходимое кол-во теплоносителя постоянно подмешиваемого во внутренний контур калорифера. Таким образом обеспечивается нагрев приточного воздуха до нужной температуры. В процессе выхода установки на режим, т.е. достижения приточным воздухом температуры уставки, может возникнуть ситуация, когда система «просаживается», т.е. колебательный процесс достижения нужной температуры подходит к границам срабатывания защит от заморозки калорифера. В таких ситуациях срабатывает встроенный алгоритм по предотвращению «ложных» срабатываний защит и активная работа привода 3-х ходового вентиля в таких случаях является нормальной.
- Если температура теплоносителя (прямая вода) удовлетворяет расчетным параметрам, то никаких проблем с достижением приточным воздухом температуры уставки, которая задана в контроллере, обычно не происходит. При этом температура обратной воды также обычно находится в норме (если правильно рассчитана термодинамика установки, то обратная вода обычно на 2-5 градусов теплее чем подаваемый воздух) и автоматика работает по стандартному алгоритму регулировки температуры приточного воздуха. Если же по каким-то причинам происходит «перегрев» обратной воды или наоборот – недостаток кол-ва теплоносителя для нагрева приточного воздуха до нужной температуры, то, при соответствующих разрешениях в настройках контроллера, начинают работать корректирующие алгоритмы, а именно – алгоритм поддержания температуры обратной воды, или алгоритм работы установки в режиме недостатка теплоносителя. Данные алгоритмы будут описаны ниже.
- В течение всего времени работы отслеживаются следующие сигналы защиты водяного калорифера от замерзания:
  - сигнал с датчика температуры приточного воздуха (порог срабатывания возможно выставить на значение от +5°C до +15°C, стандартная установка - +12°C);
  - сигнал с датчика температуры обратной воды (порог срабатывания возможно выставить на значение от +3°C до +15°C, стандартная установка - +13°C);

- сигнал с термостата защиты по воздуху за калорифером (порог срабатывания возможно выставить на значение от +0°C до +12 °С, стандартная установка - +8 °С);
  - сигнал с термостата защиты по температуре обратной воды (порог срабатывания возможно выставить на значение от +0°C до +90 °С, стандартная установка - +10 °С).
- Либо по срабатыванию одного из термостатов, либо при понижении температуры на датчиках ниже критической отметки, приточная установка отключается. При этом на экран контроллера выводится надпись об угрозе замерзания калорифера.
  - В случае остановки приточной системы по угрозе замораживания водяного калорифера или при блокировке пуска по причине низкой температуры воды через некоторое время после вышеуказанных событий произойдет попытка перезапуска системы (если перезапуск разрешен в настройках контроллера). Время, через которое произойдет перезапуск, устанавливается в меню контроллера (от 30 секунд до 900 секунд). При последующих остановках системы будут проведены вторая и третья попытки старта приточной установки. После трех неудачных попыток пуск системы блокируется до вмешательства оператора.
  - После запуска вентилятора, через несколько секунд, необходимых для набора номинального числа оборотов, проверяется состояние контактов датчика дифференциального давления воздуха, установленного на системе (если он есть). При отсутствии сигнала, т.е. вентилятор не создал по каким-либо причинам давление в воздуховоде (заклинило двигатель, оборван ремень...) данный вентилятор останавливается, в журнал заносится соответствующая запись, а на экране появляется пиктограмма о срабатывании датчика. При наличии сигнала вентилятор продолжит свою работу до выключения.
  - В процессе работы также отслеживаются сигналы от тепловой защиты двигателей (автоматы тепловой защиты или термоконтакты, сигналы с частотных регуляторов). При возникновении аварии вентилятора автоматика отключает данный вентилятор. Если произошло отключение приточного вентилятора, и по истечении определенного времени сигнал об аварии был снят, то произойдет попытка автоматического перезапуска приточной установки. При наличии частотных преобразователей возможен автоматический или ручной переход в экономичный режим, т.е. режим при котором снижается расход воздуха при помощи уменьшения скорости вращения вентиляторов.
  - Сигнал от тепловой защиты насоса (т.е. о выключении автомата насоса) приводит к блокировке запуска приточной машины в зимнем режиме. Если авария насоса произошла в процессе работы – приточная установка останавливается.
  - Выключение вентилятора может быть произведено непосредственно с клавиатуры контроллера, с кнопочного поста, автоматически по расписанию или из системы диспетчеризации.

В режиме «ЛЕТО» приточная установка работает несколько иначе, а именно:

- Отсутствует прогрев калорифера перед пуском системы, соответственно не работают и алгоритмы прогрева и отмены пуска при недостатке теплоносителя.
- Сигналы об отсутствии воды и аварии насосов не влияют на работу установки.
- Все алгоритмы защиты от заморозки водяного калорифера остаются работать в полном объеме.

- Переход из режима нагрева в режим охлаждения и обратно происходит автоматически в зависимости от показаний датчиков температуры уличного и приточного воздуха, а также от температуры уставки.
5. Сигнал от пожарной системы сигнализации приводит к безоговорочной, полной остановке всех вентиляционных систем, которые обслуживаются данным щитом автоматики.
  6. При остановленной приточной системе контроллер работает в «дежурном» режиме. Привод трехходового вентиля работает на поддержание указанной в настройках контроллера температуры об.воды. При этом следует отметить, что даже при полном закрытии клапана температуры об.воды может быть выше установленной, т.к. клапана имеют определенный процент пропускания теплоносителя даже в закрытом состоянии. И хотя температура выше установленной, расход теплоносителя очень мал, и он практически не будет влиять на общую картину температуры обратной воды в теплоцентре объекта.
  7. При наличии в системе рекуператора (пластинчатого с байпасом) добавляется функция управления приводом рекуператора. Алгоритм работы рекуператора отличается в летнем и в зимнем режимах работы. В зимнем режиме, в нормальном состоянии рекуператор открыт, т.е. теплообменник работает на полную мощность. При понижении температуры за рекуператором до  $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$  градусов начинается «приоткрывание» байпаса. Это необходимо для предотвращения возможности обмерзания рекуператора. При понижении температуры ниже  $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$  градусов байпас полностью открыт. После того, как температура за рекуператором снова превысила  $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$  – рекуператор снова работает на полную мощность. В летний период, при длительном превышении температуры приточного воздуха над температурой уставки байпас также открывается, для уменьшения нагрева приточного воздуха (перегрева).
  8. Алгоритм контроля температуры обратной воды. При перегреве температуры об.воды (значение температуры выше чем установлено в контроллере или выше чем значение, определенное по графику «Теплосети», которое выдается с компьютера диспетчеризации) контроллер начинает понижать температуру уставки приточного воздуха. Первая проверка на «перегрев обратной воды» и соответственно возможный старт коррекции работы происходит через 10 минут после старта приточной установки. Т.е. если через 10 минут после старта системы температура обратной воды выше чем установленное значение, то контроллер автоматически понизит температуру уставки и будет понижать её каждую минуту на  $0,1$  градуса до тех пор, пока температура об.воды не войдет в норму. При этом устанавливается нижний предел заданной с клавиатуры контроллера температуры уставки в  $14$  градусов. Корректирующий алгоритм может сам снизить температуру уставки до  $12$  градусов. При работе данного корректирующего алгоритма на контроллере отображается только «исходная» (заданная либо оператором, либо компьютером диспетчеризации) температура уставки. Если корректируемая уставка достигла нижнего предельного значения ( $12$  градусов), а температура обратной воды так и осталась выше чем предельное установленное значение, то система продолжит свою работу с уставкой в  $12$  градусов. Повышение температуры уставки (при повышении температуры теплоносителя) также происходит автоматически, но не выше, чем «исходная» уставка.
  9. Алгоритм работы при недостатке теплоносителя. В процессе работы приточной установки может возникнуть ситуация, когда полное открытие вентиля смесительного узла не обеспечит достижение приточным воздухом нужной температуры, т.е. у нас возникает ситуация, что того количества тепла, которое калорифер может передать приточному воздуху, не хватает для достаточного нагрева приточного воздуха. Налицо - недостаток теплоносителя для нагрева приточного воздуха. В этом случае (при наличии в системе частотных преобразователей) стартует другой алгоритм коррекции работы установки. Происходит автоматическое снижение скорости приточного вентилятора (уменьшается расход воздуха). Первая проверка на недостаток теплоносителя происходит после «выхода»

системы на рабочий режим (примерно через 10 минут после старта). Дальнейший контроль за этим параметром осуществляется раз в минуту. Таким образом, если через 10 минут работы системы температура приточного воздуха будет на 3 градуса ниже чем значение уставки, то контроллер автоматически будет понижать скорость вращения приточного вентилятора (или и приточного и вытяжного вентиляторов, если те работают в паре друг с другом). На системах с плавной регулировкой это будет происходить с шагом примерно в 0,5-0,7 Гц примерно раз в минуту ( на системах со ступенчатой регулировкой скорости по ступеням, предустановленным в частотных регуляторах). При срабатывании данной функции, возврат к нормальной схеме (или попытка возврата) работы произойдет автоматически через 60 минут, или в ручном режиме, остановкой и перезапуском системы.

10. Алгоритм работы роторного рекуператора. При наличии роторного рекуператора у вентиляционной системы появляется возможность использовать тепло, «выбрасываемое» на улицу вытяжным вентилятором. Таким образом, у нас появляется еще одна дополнительная ступень нагрева, которой необходимо управлять. Роторный рекуператор почти всегда (кроме случаев, когда системы эксплуатируются при сильных морозах) расположен первым из нагревателей по ходу приточного воздуха. Это делается из расчета максимального использования бесплатного тепла, которое он выдает. Управление роторными рекуператорами производится при помощи частотных регуляторов, замедляя или увеличивая скорость вращения ротора. Встречаются модели, у которых отсутствуют частотные регуляторы, но они встречаются довольно редко и у них свой, отличный от данного, алгоритм работы. У роторного рекуператора есть несколько «режимов» работы:

- Состояние, когда температура уличного воздуха ниже, чем температура уставки. Рекуператор вращается и выдаваемого им тепла хватает с избытком для достижения температуры уставки. В этом случае второй нагреватель полностью отключен и поддержание температуры уставки полностью ложится на управляющий контур роторного рекуператора.
- Состояние, когда температура уличного воздуха существенно ниже, чем температура уставки. Рекуператор вращается на максимальном кол-ве оборотов и выдаваемого им тепла не хватает для достижения температуры уставки, поэтому вторым в работу включается водяной или электрический нагреватель, который в свою очередь уже доводит температуру приточного воздуха до необходимой. В данном режиме управление практически не требуется, т.к. двигатель роторного рекуператора вращается на максимальных оборотах. Следует отметить, что для подавляющего большинства двигателей роторных рекуператоров, максимальными являются обороты при работе двигателя на частоте от 30Hz до 40 Hz. Дальнейшее наращивание оборотов не приводит к увеличению теплообмена между приточным и вытяжным воздухом.
- Состояние, когда температура уличного воздуха выше, чем температура уставки. Рекуператор не вращается, т.к. нам не нужно тепло для нагрева приточного воздуха.
- Низкая (отрицательная) температура уличного воздуха и вытяжной воздух из «прохладного и сырого» помещения может привести систему к так называемому «обмерзанию» рекуператора. Это процесс начинается при работе теплообменника в области «точки росы» вытяжного воздуха. Сначала, влага из вытяжного воздуха конденсируется в трубках роторного рекуператора, а затем замерзает при прохождении приточной секции, т.е. идет образования льда на роторе. В результате снижается «сечение» для протока воздуха через рекуператор и снижается соответственно КПД рекуператора. Дальнейшее «обмерзание» может привести к заклиниванию вращения ротора и выходу его из строя. Для предотвращения этого на роторном рекуператоре устанавливается датчик дифференциального давления (датчик протока воздуха). В случае срабатывания этого датчика программа запускает процесс «оттайки».

Управление роторным рекуператором осуществляется управляющим сигналом контроллера 0-10В. При этом контролируется сигнал с частотного регулятора – «авария двигателя» и

сигнал об «обмерзании» ротора с датчика протока воздуха через роторный рекуператор. Предусмотрена возможность установки датчика температуры вытяжного воздуха за роторным рекуператором по ходу движения вытяжного воздуха. Есть возможность использовать его как дополнительный сигнал об «обмерзании» ротора.

На частотном регуляторе двигателя роторного рекуператора должны быть проверены, а при необходимости выставлены нужные настройки, а именно:

- Минимальная скорость вращения ротора. Из-за наличия редуктора двигатель таких устройств НЕ МОЖЕТ РАБОТАТЬ НА ЧАСТОТАХ от 0Hz до 3-5Hz!!! Игнорирование данного факта может приводить к выходу из строя двигателя. Поэтому устанавливайте минимальную частоту работы двигателя не менее 3 Hz.
- Значение максимальной частоты двигателя роторного рекуператора определяется в процессе пусконаладочных работ на каждой вентиляционной системе в отдельности. Однако в редких случаях теплоотдача возрастает при увеличении частоты работы двигателя рекуператора более чем 30-40 Hz. Рекомендуемое значение – 35Hz. Двигатель может работать и на более высоких частотах, но в этом случае увеличивается время выхода системы на номинальный режим работы.
- Условия возникновения сигнала «авария двигателя» на дополнительных контактах частотного регулятора.

Предельные частоты вращения выставляются в настройках самого частотного регулятора и не меняются со щита автоматики.

Переход системы в режим «оттайки» - нормальная рабочая ситуация, но она не является ШТАТНЫМ РЕЖИМОМ РАБОТЫ УСТАНОВКИ!!! При многократном возникновении этой ситуации обслуживающий персонал должен предпринять необходимые меры для перевода приточно-вытяжной системы в штатный режим работы!!!