



### **Водяные нагреватели воздуха в системах ОВК: проблемы, управление, защита.**

Надежность и долговечность функционирования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (HVAC) определяется многими факторами. Климатические условия России выдвигают особые требования к работе вентиляционных агрегатов. Достаточно часто при отрицательных температурах наружного воздуха приходится сталкиваться с проблемой замерзания воды в рекуперативных нагревателях. При этом переход воды в твердое фазовое состояние часто вызывает разрушение теплообменного аппарата.

Опыт, накопленный специалистами отрасли HVAC, позволяет определить основные способы и методы, обеспечивающие надежность функционирования этого важнейшего блока любого вентиляционного агрегата.

В настоящее время производители оборудования для создания микроклимата в зданиях применяют различные способы, методы, мероприятия, направленные на исключение замерзания теплоносителя в трубах водяных нагревателей АНУ.

Одним из простых, доступных и достаточно распространенных решений рассматриваемой проблемы является использование водно-гликолевых теплоносителей (ВГТ), имеющих температуру замерзания, значительно ниже температуры замерзания чистой воды, т.е. ниже 0°C. В качестве «незамерзающего» теплоносителя наиболее часто применяются смеси этилен- или пропиленгликоля с водой. В ВГТ добавляются различные присадки, которые обеспечивают стабильность свойств, снижают коррозионную активность, обеспечивают антивспенивающиеся, антиокислительные свойства и безнакипный режим работы системы, в которой они циркулируют. Вместе с тем гидравлические и тепловые расчеты инженерных систем здания выполняются чаще всего для воды. Однако возрастание концентрации гликолей в теплоносителе существенно изменяют наиболее важные физические свойства ВГТ. Поэтому применение ВГТ в системе нагревания воздуха требуют учета ряда факторов при расчете теплообменников, насосов, трубопроводов. Известно, что такие свойства, как вязкость, удельная теплоемкость, плотность, теплопроводность, коэффициент объемного расширения и другие у ВГТ значительно отличаются

от тех же параметров чистой воды. Для примера в таблице приведены значения физических параметров для воды и для ВГТ на основе этиленгликоля.

| Величина                  | Плотность $\rho$ ,<br>кг/дм <sup>3</sup> | Удельная<br>теплоем-<br>кость $C_p$ ,<br>кДж/кг·°C | Теплопро-<br>водность $\lambda$ ,<br>Вт/м·°C | Кинематическая<br>вязкость,<br>$\nu \cdot 10^6$ м <sup>2</sup> /с |
|---------------------------|--|--|--|---|
| Вода, 80 °C               | 0,972                                    | 4,195  | 0,669  | 0,366   |
| 20 °C                     | 0,998                                    | 4,183  | 0,599  | 1,006   |
| ВГТ (этилен) (40%), 80 °C | 1,029                                    | 3,680  | 0,469  | 1,351   |
| 20 °C                     | 1,062                                    | 3,436  | 0,455  | 3,686   |

Более высокая вязкость и плотность водно-гликолевых смесей по сравнению с водой вызывает повышение гидравлических сопротивлений контура циркуляции теплоносителя. Из-за этого гидравлические потери в системе могут возрасти почти в два раза. При стремлении поддерживать турбулентный режим течения ВГТ в трубах нагревателя требуется создавать относительно высокие скорости движения жидкости. Все эти факторы вызывают рост потребляемой мощности электродвигателем насоса. Изменение теплофизических параметров у ВГТ по сравнению с водой ухудшает теплоотдачу, несколько снижая коэффициент теплопередачи. Все описанное следует обязательно учитывать при расчете тепловой мощности нагревателя и выборе его конструкции.

Тревожным сигналом о приближении угрозы замораживания воды в трубах теплообменника является понижение ее температуры. Трудно и даже невозможно контролировать одновременно температуру воды в большом количестве трубок водяных нагревателей. Поэтому наблюдение за температурой общего потока воды в обратном трубопроводе за теплообменником может быть использовано для контроля приближения угрозы замораживания. Установка датчика температуры «обратной» воды и возможность получения сигнала в нужный «опасный» момент широко применяется в системах автоматики различных производителей.

Особая ситуация возникает в вентиляционных установках, смонтированных и эксплуатируемых вне помещений, на открытом воздухе. При отрицательных температурах наружного воздуха, когда вентилегрегат остановлен (например, ночью), возникает опасность промерзания теплообменника, если циркуляции теплоносителя в нем отсутствует. Опубликованы данные о том, что разрывы трубок теплообменников часто происходят именно по этой причине.

Поддерживать полный расход горячей воды через нефункционирующий теплообменник неразумно. В обратный трубопровод будет возвращаться неохлажденный теплоноситель, а это чревато конфликтами с организациями, поставляющими тепловую энергию. В комплексах автоматического регулирования и управления компании VTS предусмотрена возможность для неработающего агрегата по сигналу от датчика температуры обратной воды регулировать пропуск теплоносителя через теплообменник и не позволять ему охлаждаться до опасно низких температур. Система автоматики должна поддерживать температуру воды после нагревателя на требуемом задаваемом уровне. Добавим, что эта же система автоматики позволяет контролировать еще один важный параметр - температуру воздуха вокруг водяного нагревателя. При понижении температуры в этой зоне ниже заданной термостат, растянутый за нагревателем, даст импульс на открытие водяного клапана для увеличения протока теплоносителя.

Добавим несколько слов об этих термостатах, капиллярных трубках, заполненных фреоном, длиной несколько метров и растягиваемых поперек потока воздуха за нагревателем. Такой термостат совместно с системой автоматики позволяет контролировать температуру нагретого потока воздуха на большей площади и в больших точках по поперечному сечению вентилегрегата.

Еще одним способом исключения проблемы замерзания воды в трубах теплообменника является поддержание в них скорости воды на таком уровне, чтобы движение потока теплоносителя было турбулентным. В этом случае смена фазового состояния на твердое у жидкостей менее вероятна.

Известно, что в СНиП 41-01-2003 "Отопление, вентиляция и кондиционирование" раздел 7.8.2 записано, что «для защиты от замерзания воды в трубах воздухонагревателей следует скорость движения воды обосновывать расчетом или принимать не менее 0,12 м/с при расчетной температуре наружного воздуха по параметрам Б и при 0°C». Естественно, при турбулентном течении воды гидравлическое сопротивление увеличивается, однако при этом возрастает

коэффициент теплоотдачи от жидкости к внутренней стенке трубы, что, хотя и незначительно, но повышает коэффициент теплопередачи.

Обеспечение активного, турбулентного режима движения воды во всех трубках нагревателя, независимо от температуры наружного воздуха, может быть обеспечено только при постоянном расходе жидкости. Отсюда оптимальным способом регулирования тепловой мощности следует считать «качественное», а не «количественное», регулирование расхода теплоносителя.

С точки зрения противозамораживающей безопасности прямоточное подключение водяного нагревателя более оптимально по сравнению с прямотоком. При прямотоке холодный поток воздуха сталкивается, в первую очередь, с первым рядом трубок, в котором протекает теплоноситель с самой высокой температурой. Но, в то же время, известно, что противоточное подключение теплообменника позволяет увеличить его тепловую мощность. Учитывая, что конструкция водо-воздушных теплообменников в АНУ, как правило, реализует перекрестную схему течения теплоноситель-воздух, то влияние обсуждаемых схем подключения требует дальнейшего анализа.

Достаточно надежным способом защиты от замерзания воды в основных нагревателях воздуха является монтаж в вентагрегатах предварительного нагревателя («preheating»), который начинает сообщать тепловую энергию наружному воздуху при снижении его температуры ниже, например,  $-15^{\circ}\text{C}$ . Напомним, что такие же предварительные нагреватели рекомендуется устанавливать перед блоками теплоутилизации, где также существует опасность замерзания конденсата и снижения эффективности работы этих устройств. Для предварительных нагревателей воздуха желательно использовать электрическую энергию. Возможно также применение для них в качестве теплоносителей водно-гликолевых смесей, упомянутых выше. Однако, в этом случае для эксплуатационных служб создаются дополнительные сложности, т.к. появляется циркуляционный контур с теплообменником, в котором нагревается ВГТ, насос и т.д. Добавим, что в настоящее время ряд производителей предлагает водогрейные котлы, использующие ВГТ в качестве теплоносителя.

Исходя из изложенного выше, можно утверждать, что водяные рекуперативные теплообменники для нагревания наружного воздуха в агрегатах для вентиляции и кондиционирования являются крайне ответственной частью системы ОВК. Причем надежная работа этих функциональных элементов должно быть обязательно обеспечена комплексами автоматического контроля, регулирования, управления и защиты.

Практически все описанные выше способы защиты от замерзания воды в теплообменниках вентагрегатов, могут быть решены при применении «узлов регулирования», разработанных, производимых и поставляемых в Россию компанией VTS. Часто такие комплекты проектировщики именуют «обвязкой» нагревателя.

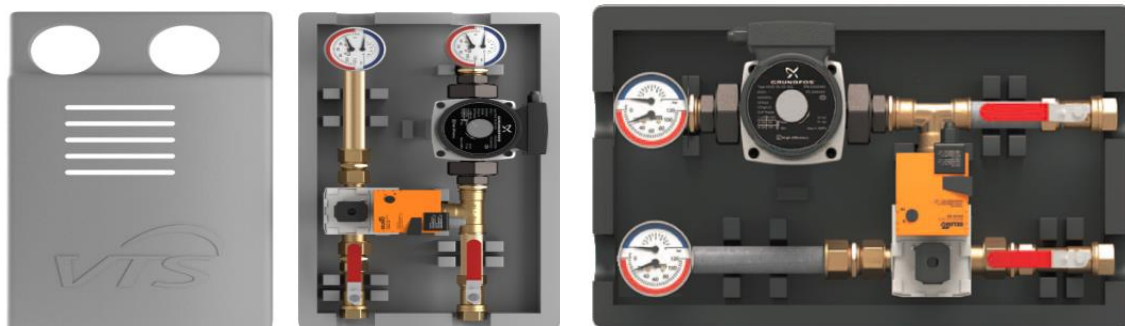
Главной задачей «узла» является регулирование тепловой мощности нагревателя воздуха и поддержание требуемой температуры приточного воздуха независимо от температуры наружного воздуха. Кроме того, «узел» должен активно участвовать в совместной работе с блоком автоматики, защищая нагреватель от замерзания в нем воды.

«Узлы регулирования» компании VTS типа WPG, представляют собой комплект функциональных элементов, размещенных в едином корпусе.



Основными частями «узлов регулирования» VTS, которые подключаются к водяным нагревателям являются: циркуляционный насос, трехходовой водяной клапан, сетчатый фильтр, обратный клапан, два термоманометра и два запорных вентиля.

Корпус «узла регулирования» предназначен для защиты от внешних механических и климатических воздействий и изготовлен из пенополипропилена (EPP), материала с высокими теплоизоляционными характеристиками.



Электродвигатель циркуляционного насоса, входящего в состав комплекта, имеет встроенный трехступенчатый регулятор скорости. Насос может работать с водой или с водно-гликолевыми смесями при концентрации этилен/пропилен гликоля в ней до 35%.

Сервопривод трехходового клапана питается напряжением 24В и управляется аналоговым сигналом 0-10В. Это позволяет обеспечить плавный поворот штока трехходового клапана и работать с логарифмическо-линейной характеристикой. Трехходовой клапан с сервоприводом может применяться при температурах окружающей среды от  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ .

Стандартный щит питания и управления VTS, предназначенный для вентиляционно-кондиционирующих агрегатов типоряда VENTUS, включает в себя элементы, осуществляющие управление и электрическую защиту насосной группы и сервоприводом водяного трехходового клапана.

Циркуляционный насос работает с напряжением электрического тока 230В. Максимальная температура теплоносителя на насосе, монтируемого на обратном трубопроводе допускается равной  $110^{\circ}\text{C}$ , а наибольшее его давление до 10 бар.

Термоманометры, установленные на трубопроводах прямой и обратной воды, предназначены для постоянного визуального мониторинга температур и давлений теплоносителя. Диапазон измеряемых температур  $0^{\circ}\text{C} \div 120^{\circ}\text{C}$ , давление теплоносителя контролируется в интервале 0 -10 бар. Циркуляционный насос имеет индекс защиты IP44, а трехходовой клапан с сервоприводом – IP54.

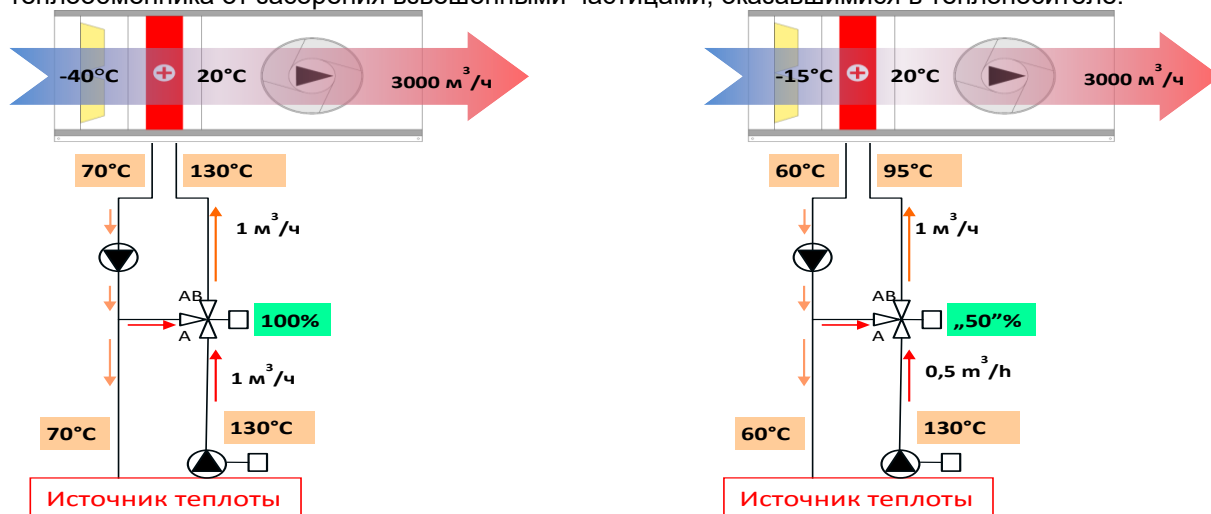
«Узлы регулирования» водяных нагревателей компании VTS предназначены для управления тепловой мощностью водяных нагревателей, устанавливаемых в двенадцати типоразмерах вентиляционно-кондиционирующих агрегатах VENTUS. Эти же «узлы» могут быть использованы для управления работой нагревателей канальных вентиляционных установок типоряда N-Tурe (NVS).

В зависимости от расхода теплоносителя в «узлах» монтируются трехходовые клапаны с коэффициентами пропускной способности от  $K_{vs}2,5$  до  $K_{vs}16$ .

На трубопроводе обратной воды, возвращаемой и подмешиваемой к регулирующему трехходовому клапану, установлен обратный клапан. Кроме того, в комплект входят два запорных вентиля, позволяющих отключить узел от трубопроводов теплоносителя для проведения ремонтных, сервисных и регламентных работ.



Наличие сетчатого водяного фильтра гарантирует защиту трехходового клапана, насоса и теплообменника от засорения взвешенными частицами, оказавшимися в теплоносителе.



При использовании «узлов регулирования» рекомендуется, чтобы вал насосной группы был смонтирован и эксплуатировался в горизонтальном положении.

Применение готовых комплектов узлов регулирования компании VTS позволяет оптимально управлять тепловой мощностью нагревателя и решить много задач, связанных с проблемами эксплуатации систем ОВКВ при отрицательных наружных температурах.

Преимущества применения готовых к подключению узлов регулирования компании VTS:

- оптимальное и надежное взаимодействие с системой автоматического управления и регулирования, поставляемой компанией VTS;
- возможность полной многофункциональной защиты от замораживания воды в нагревателях воздуха, реализуя для этого различные методы и способы, описанные выше;
- обеспечение требуемой электрической защиты электродвигателя насоса;
- оптимальное соответствие технических характеристик элементов узла регулирования гидродинамическим характеристикам водяного нагревателя;
- исключение ошибок при подключении нагревателя к линиям питания;
- удобное и простое подключение водяного нагревателя к сети трубопроводов;
- постоянное измерение и контроль температуры и давления теплоносителя на входе и выходе из нагревателя;
- доступно использование чертежей узлов WPG в AutoCad;
- простой, доступный и интуитивно понятный подбор узлов регулирования для нагревателей воздуха на основе их гидродинамических характеристик с помощью нового программного комплекса «ClimaCad on-line 4.0».