





www.freevalpaper.com

ной промышленной системы, составляет десять лет и более. Таким образом, надежность прецизионных систем гораздо выше, чем полубытовых и бытовых.

В помещениях с высокотехнологичным оборудованием нельзя устанавливать бытовые системы кондиционирования. Применение последних, рассчитанных на восьмичасовую работу в летнее время и модернизированных электроннагревателями, приводит к быстрой выработке их ресурса.

Для снижения шумовых давлений бытовые кондиционеры оснащены вентиляторами с малым расходом воздуха. Кратность воздухообмена прецизионных систем на испарителе в три раза превышает воздухообмен бытовых систем. Таким образом, холодопроизводительность бытовых систем достигается за счет увеличения разности температуры, а именно за счет занижения исходящей температуры воздуха из испарителя. Следствием данной архитектуры являются два фактора, вредных для тепловыделяющего оборудования:

1. Заниженный расход воздуха не позволяет обдувать все оборудование полностью, в связи с чем возникают тепловые барьеры в дальних углах помещения и возле оборудования. Следствием небольшой кратности рециркуляционного воздухообмена в помещении является невозможность точного поддержания параметров температуры воздуха.
2. Заниженный параметр исходящей температуры (ниже точки росы) приводит к постоянному осушению воздуха в помещении и, как следствие, нарушению ТУ.

Задачу снятия тепловых нагрузок в высокотехнологических помещениях можно решать только с помощью про-

мышленного оборудования. Почему на практике всегда применяется прецизионная система? Дело в том, что производитель прецизионной техники следует требованиям по поддержанию точных параметров микроклимата, а также требованиям к компактности, управлению системы и шумовому давлению.

Отличие обычных промышленных систем кондиционирования от прецизионных заключается в следующем.

**Таким образом, холодопроизводительность бытовых систем достигается за счет увеличения разности температуры, а именно за счет занижения исходящей температуры воздуха из испарителя**

Заводская технология производства промышленных систем кондиционирования не позволяет создать вертикальный агрегат с воздухоохладителем и камерой увлажнения. Причина — отсутствие вертикального каплеуловителя и системы отвода дренажа и конденсата. Вертикальный поток воздуха в прецизионном кондиционере обусловлен естественным скапливанием теплого воздуха наверху помещения и наличием фальшпола, используемого в качестве приточного воздуховода. Производители систем прецизионного кондиционирования декларирует, что один квадратный метр занимаемой площади прецизионного оборудования позволяет снимать тепловую нагрузку в 42 кВт.

Диапазон рабочих температур прецизионных систем обычно составляет величину  $-60...+50^{\circ}\text{C}$ . В российских климатических условиях для безотказного функционирования системы охлаждения очень важным является нижний барьер наружной температуры, который достигается за счет применения различных дополнительных компонентов системы.

Первый такой компонент — вентилятор, устанавливаемый на наружном воздушном конденсаторе. Смазка его подшипника должна оставаться вязкой и не мерзнуть при температуре  $-60^{\circ}\text{C}$ .

Постоянно действующий холодильный контур вида «компрессор  $\Rightarrow$  испаритель  $\Rightarrow$  конденсатор» может работать без остановки и дополнительных элементов при температуре до  $-60^{\circ}\text{C}$ . В случае остановки компрессора по сигналу контроллера, например, по достижении заданной в помещении температуры, хладагент в вышеупомянутой системе начи-



www.freevalpaper.com

нает остывать, чему сильно способствует наружный холодный воздух. Таким образом, хладагент, уменьшаясь в объеме, снижает давление в сети. Все без исключения компрессоры оснащены клапаном низкого давления, функция которого — защита от сухого хода компрессора в случае разгерметизации и утечки хладагента. При температуре ниже  $-5^{\circ}\text{C}$  давление в сети достигает значения срабатывания клапана по низкому давлению, и компрессор не будет включаться, а система выдаст сообщение об аварии из-за низкого давления в сети.

### Способы снижения рабочего диапазона температур

Первым способом снижения рабочего диапазона до  $-20^{\circ}\text{C}$  является использование плавного вращения вентилятора наружного воздуха — вентилятора конденсатора. Таким образом, при снижении давления в системе вентиляторы будут уменьшать расход воздуха, тем самым повышая температуру конденсации, и не давать выключиться компрессору на длительное время. Это не позволит системе остыть до значения аварийного датчика низкого давления. Подобная система применяется на площадках в городе Ростов-на-Дону, Волгодонск и других городах южных районов страны, где температура не опускается ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Второй способ, наиболее распространенный в России, заключается в использовании комплекта оборудования для работы при температуре  $-20\dots-45^{\circ}\text{C}$ . В состав комплекта входит специально подобранный по объему внешний ресивер, два перепускных клапана KVR и KVD, по виду похожие на трехходовые и обратные клапаны.

При помощи вышеперечисленных элементов во время монтажа собираются два контура — малый и большой. В штатном режиме система работает по большому контуру, как в классическом варианте. При снижении давления сети перепускные клапана шунтируют большой контур, образуя малый. Для поддержания необходимого давления в сети, недостающий хладагент берется системой из ресивера, а в случае повышения давления излишний хладагент возвращается в ресивер. Таким образом, система с зимним комплектом для работы при температуре до  $-45^{\circ}\text{C}$  заправляется большим количеством хладагента во время пусконаладочных работ.

Эта система требует точного расчета и подбора ресивера, а также грамотной настройки перепускных клапанов во время пусконаладочных работ.



Комплект для работы при температуре до  $-60^{\circ}\text{C}$  отличается выбором наружного конденсатора с вентиляторами, работающими при очень низких температурах, и размерами ресивера и перепускных клапанов. Так, в настоящее время в Якутске на коммутаторе GSM MSC компании Siemens уже более шести лет функционирует система кондиционирования немецкого производства Stulz CCD 351A прямого испарения с комплектом для работы при температуре до  $-60^{\circ}\text{C}$ .

### Первым способом снижения рабочего диапазона до $-20^{\circ}\text{C}$ является использование плавного вращения вентилятора наружного воздуха — вентилятора конденсатора

При интеграции системы прецизионного кондиционирования специалисты компании столкнулись с двумя проблемами. Первой было отсутствие на заводе в Германии конденсаторных наружных блоков с осевыми вентиляторами, имеющими смазку подшипников с гарантированной вязкостью ниже  $-45^{\circ}\text{C}$ . Производителю пришлось менять вентиляторы на воздухоохлаждаемых конденсаторах со смазкой до  $-60^{\circ}\text{C}$ .

Второй и самой основной проблемой стала необходимость расчета и правильного подбора комплекта обвязки холодного контура между компрессором и конденсатором. Чтобы решить ее, пришлось устанавливать ресивер в помещении в пространстве фальшпола возле кондиционеров, а не на улице.

На другой площадке в Якутске заказчик предоставил арендованное помещение серверной, имеющее небольшую площадь и высоту. Места для установки ресиверов под фальшполом не нашлось. Было принято решение установить их в теплом чердачном помещении, этажом выше. Но возникла проблема с размещением в помещении конденсаторов размером  $2360 \times 770$  мм и весом 85 кг. По предложению заказчика конденсаторы были установлены в чердачном пространстве. Поскольку чердачное помещение было проветриваемым, то на двух выходах, расположенных на разных сторонах ската, были установлены две «несмерзаемые» воздушные заслонки. Самый простой контроллер закрывал заслонки на проветривание, когда температура в чердачном пространстве над конденсаторами опускалась ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ . Данное решение позволило использовать штатные вентиляторы на конденсаторах. Однако заказчику пришлось в дальнейшем платить арендную плату и за эту часть чердачного помещения.

Резюмируя описанные выше примеры решений по установке прецизионных систем кондиционирования в условиях низких температур, можно сделать следующие выводы. Решение, принятое в первом случае, наиболее универсально для любых площадок с наружной температурой ниже  $-60^{\circ}\text{C}$ . Однако в этом случае в помещении приходится устанавливать крупногабаритное оборудование (ресиверы большого размера), что значительно сокращает свободную площадь помещения. К тому же требуются дополнительные затраты на закупку специальных вентиляторов.

Решение, принятое во втором случае, является исключением из первого правила, но сокращение сроков производства конденсаторов и отсутствие дополнительных крупных инвестиций, за исключением затрат на закупку заслонок и контроллера, делают этот вариант решения, конечно, предпочтительным.

Очень часто помещения, предоставляемые заказчиком под монтаж оборудования, являются арендованными, а не собственностью заказчика. В каждом случае при первичном осмотре объекта необходимо уточнять согласие арендодателя на такое прохождение трассы, а самое главное — на расположение наружных блоков.

Например, осенью 2011 года в городе Екатеринбурге специалисты компании, уже имея на руках согласованный с заказчиком проект, вынуждены были приостановить монтаж наружных блоков на кровле здания по запрету арендодателя, с которым не было проведено согласование. На самом деле этот запрет имеет под собой основание. Ведь помимо согласований с городскими архитектурными организациями, существует процедура проверки несущей способности кровли для конденсатора и его бетонного основания. Проводить такую экспертизу может только владелец здания, подпись представителя которого должна быть в монтажном проекте.

### Плюсы и минусы свободного охлаждения

Еще в начале 1990-х годов на российском рынке иностранный производитель систем прецизионного кондиционирования начал активно продвигать идею использования свободного охлаждения как новое решение проблемы запуска кондиционеров в зимний период для стандартных систем кондиционирования. С экономической точки зрения эта идея была превосходна. Подобное решение позволяет экономить ресурс компрессора и, как следствие, потребляемую электроэнергию. Также отсутствует необходимость в установке комплекта зимнего пуска. На первый взгляд система имела только один недостаток: необходимость монтажа громоздких воздухопроводов для подачи свежего воздуха и наличие больших отверстий для установки наружных решеток. За всеми этими плюсами и минусами скрывались два очень важных негативных фактора.

Во-первых, холодный воздух ( $-26^{\circ}\text{C}$ ) нельзя подать в технологическое помещение необработанным. Его необходимо нагреть до  $+18-20^{\circ}\text{C}$ , для чего ис-



пользуется смешение отработанного воздуха из тепловыделяющего помещения. При смешении холодного и теплого воздуха происходит выпадение конденсата в камере смешения, что приводит к намочению воздушных фильтров, и, как следствие, к превышению сопротивления и снижению расхода воздуха. Для предотвращения этого эффекта приточный воздух нагревают до  $+2-3^{\circ}\text{C}$ , для чего необходимо затратить электроэнергию. При очень низких температурах электроэнергии расходуется больше, чем удастся сэкономить от простоя компрессора.

Во-вторых, практически все тепловыделяющее оборудование имеет технические условия (ТУ) на влажность воздуха, обычно в диапазоне от 40 до 55% отн. вл., допускается диапазон от 20 до 80% отн. вл. В зимний период влагосодержание воздуха близко к нулю. Как известно, подогрев воздуха не приводит к появлению в нем влаги, а значит, и относительная влажность при описанном выше свободном охлаждении будет ниже 5–10%. Таким образом, появляется необходимость постоянного увлажнения сухого наружного воздуха до заданной величины 40%. Увлажнение происходит

**Охлажденная воздухом жидкость попадает напрямую в шкаф кондиционера, и происходит свободное охлаждение, при котором не изменяется влагосодержание воздуха внутри помещения. Такое свободное охлаждение действительно является экономически выгодным**

за счет работы электронного парогенератора, которому требуется постоянная электроэнергия и расходный материал в виде цилиндров или электродов. Такой способ свободного охлаждения сложно назвать энергосберегающим. В связи с этим целесообразнее использовать системы свободного охлаждения на основе передачи наружного холода через водно-гликолевую смесь.

### Системы свободного охлаждения на основе передачи наружного холода через водно-гликолевую смесь

В конструктиве таких агрегатов имеются два водовоздушных теплообменника, один из которых — штатный испаритель. Основой свободного охлаждения является пластинчатый конденсатор, установленный в корпусе внутреннего модуля кондиционера, хладагент — водный раствор гликоля. На улице расположена сухая градирня, в летнее время соединенная с компрессором через жидкостной пластинчатый конденсатор. Когда температура наружного воздуха опускается ниже  $+15^{\circ}\text{C}$ , перепускные клапаны переключают путь охлажденной жидкости от пластинчатого конденсатора на второй воздушный теплообменник (воздухоохладитель). Охлажденная воздухом жидкость попадает напрямую в шкаф кондиционера, и происходит свободное охлаждение, при котором не изменяется влагосодержание воздуха внутри помещения. Такое свободное охлаждение действительно является экономически выгодным. Например, в Германии, при цене электроэнергии в пересчете на российскую валюту 3 руб/кВт, стоимость начальных инвестиций в такую систему окупает ее в сравнении с классической за три года эксплуатации. ●