Эта статья опубликована в журнале АВОК №7/2004

Кольцевая система кондиционирования воздуха в гостинице

***В. И. Шабанов**, инженер по системам ОВК и автоматики гостиницы «Ирис Конгресс Отель»*

За последние годы в Москве построены десятки новых гостиниц, и большинство из них 4- и 5-звездной категории. А эти категории предусматривают обязательное наличие системы кондиционирования воздуха в номерах, гостиничных ресторанах, залах для конференций и других помещениях.

В большинстве новых комфортабельных отелей в Москве установлена общеизвестная и оправдавшая себя система кондиционирования воздуха с использованием чиллера, охлаждающего воду, центральных установок кондиционирования, содержащих аппараты нагрева и охлаждения воздуха, и фэнкойлов. И хотя такие системы используются в различных вариациях, принцип их работы примерно одинаков: в теплое время года чиллер охлаждает воду, которая подается к фэнкойлам и к центральным установкам кондиционирования для охлаждения воздуха. Конденсатор чиллера охлаждается путем выброса тепла наружу. При понижении температуры наружного воздуха чиллер отключается, фэнкойлы выводятся из работы, центральные установки переходят в режим нагрева воздуха, включается система отопления, а при наличии воздухо-воздушных теплообменников (рекуператоров или регенераторов) в установках происходит утилизация тепла, удаляемого из здания воздуха. Именно на утилизацию тепла и работу воздухо-воздушных теплообменников хотелось бы обратить особое внимание.

Гостиница — это сложная структура, в которую входят, помимо собственно номеров для проживания, свои прачечная и химчистка; кухня, обслуживающая рестораны, кафе и столовую персонала и включающая в себя горячий, холодный, кондитерский и прочие цеха; фитнес-центр с тренажерными залами, саунами, соляриями и плавательными бассейнами; конференц-залы вместительностью до сотен человек. А также магазины, холлы, административные помещения, склады, подсобные помещения, различные мастерские, технические помещения. Кроме того, некоторые гостиницы имеют подземные автостоянки, атриумы, офисы для аренды, развлекательные центры с казино, боулингами или бильярдными, зимние сады и пр. Вряд ли найдется сооружение, которое вмещает в себя большее количество и разнообразие отделов и помещений. При этом гостинца функционирует круглосуточно без перерывов и выходных.

Рисунок 1.
Гостиница «Ирис Конгресс Отель»

Гостиничные прачечная и химчистка, кухни, помещения тепловых пунктов, некоторые технические помещения, а также холодильные и морозильные камеры для хранения продуктов являются источниками большого количества тепла. В этих местах даже в зимнее время требуется охлаждение воздуха. В большинстве других помещений в зимние и частично в переходные периоды (весна и осень) в основном требуется обогрев. Естественным решением в этих условиях является использование того немалого количества тепла, отдаваемого перечисленными источниками, для обогрева прочих помещений в зимние и переходные периоды, продолжительность которых на широте Москвы составляет большую часть года.

При использовании, скажем, для отдела прачечной гостиницы центральной установки кондиционирования воздуха, оборудованной охлаждающим и нагревающим теплообменниками, между потоком удаляемого воздуха на выходе установки и потоком приточного воздуха происходит тепловой обмен, если, конечно, установлен воздухо-воздушный теплообменник. Все просто. Однако при использовании такой системы возникает ряд неблагоприятных обстоятельств, обратим внимание на два из них.

Рисунок 2.
Система регулирования водяного контура толовых насосов (бак 20 000 л – слева; автоматические клапаны – на заднем плане)

Во-первых, тепло удаляемого воздуха прачечной используется для первичного подогрева только приточного воздуха, подающегося в отдел прачечной, где он требуется достаточно низкой температуры. В результате воздухо-воздушный теплообменник работает только в очень холодное зимнее время, а в переходные периоды мало эффективен. Возможность же направить тепло в другие помещения гостиницы в описываемом случае отсутствует.

Во-вторых, удаляемый из прачечной воздух забирается не только из помещений, но и из сушильных и стиральных машин, гладильных прессов и другого оборудования и поэтому содержит большое количество ворса, который, быстро накапливаясь на рабочей поверхности воздухо-воздушного теплообменника, резко снижает теплообмен.

Рисунок 3.
Система подогрева градирен при отрицательной температуре наружного воздуха (автоматический клапан — слева вверху; теплообменник — на переднем плане; насосы — справа на заднем плане)

Использование фильтров более тонкой очистки для удаляемого воздуха снижает рентабельность утилизации тепла из-за необходимости использования более мощного вытяжного вентилятора и стоимости самих фильтров, заменять которые в данных условиях приходится довольно часто.

Те же самые проблемы возникают и при использовании подобной установки кондиционирования воздуха для отдела кухни гостиницы. Только в данном случае помехой является не ворс, а жир, неизбежный спутник воздуха, удаляемого из кухни. Фильтры-жироуловители, обычно устанавливаемые на кухонных вытяжках, справляются со своей задачей лишь частично.

Проблематичным является в описываемой системе кондиционирования воздуха и утилизация тепла из холодильных и морозильных камер, которых в гостинице при наличии нескольких пунктов питания (рестораны, кафе, бары, румсервис, столовая для персонала и пр.) имеется немалое количество, и по объему они бывают достаточно велики.

Например, в одной из московских гостиниц утилизация тепла холодильников и чиллеров реализована через систему горячего водоснабжения. Но в ночные часы при отсутствии разбора воды система горячего водоснабжения потребляет мало тепла, и поэтому утилизация тепла, отдаваемого холодильниками и чиллерами, в это время крайне не эффективна. Возникают также проблемы с повышением температуры обратной сетевой воды в ЦТП.

Конечно, все эти проблемы можно решить разными способами и при

использовании приведенной в качестве примера системы кондиционирования воздуха, которая действительно используется в большинстве гостиниц Москвы. Но, как правило, возникают новые проблемы, такие как чрезмерное усложнение оборудования, увеличение его габаритов и необходимость больших площадей для размещения, применение более сложной и дорогостоящей автоматики. Или, скажем, можно отказаться вовсе от утилизации тепла, как и было сделано в одной новой небольшой гостинице в Москве.

Рисунок 4.
Градирни для охлаждения воды контура тепловых насосов

Но есть одно очень интересное решение этого вопроса.

Это — кольцевая система кондиционирования воздуха. Решение это вовсе не оригинальное, а скорее наоборот — давно известное, в мире довольно много гостиниц, использующих его, но для России такое решение является редкой экзотикой. Хотя как раз для московского климата с его длинными переходными периодами и частыми зимними оттепелями система кондиционирования воздуха на основе кольцевого принципа может представлять особый интерес.

В основе кольцевой схемы лежит использование тепловых насосов, которые забирают тепло из помещения и перекачивают его в общий водяной контур или из общего водяного контура перекачивают тепло в помещение. Температура воды в водяном контуре поддерживается на определенном уровне имеющимися средствами.

Кольцевой системой кондиционирования воздуха оборудована московская гостиница «Ирис Конгресс Отель». Гостиница была построена в 1990 году, и, исходя из 14-летнего периода ее эксплуатации, можно судить о плюсах и минусах кольцевого принципа системы кондиционирования воздуха.

Гостиница расположена на севере Москвы, на Коровинском шоссе. 8-этажное здание включает в себя 195 номеров разного класса и вместимости, два ресторана, бар, фитнес-центр с тренажерным залом, бассейном и саунами, 10 залов для конференций и банкетов, вмещающих до 300 человек, подземную автостоянку.

Рисунок 5.
Напольные тепловые насосы большой производительности

Тепловыми насосами оборудованы все помещения гостиницы «Ирис Конгресс Отель», где предусматривается присутствие людей. Тепловым насосом в данном случае является устройство, состоящее из фреонового холодильного агрегата, снабженного перепускным 4-ходовым клапаном для смены режимов нагрева и охлаждения, и вентилятором, нагнетающим воздух в помещение. Теплообменник фреон/вода подключен к общему водяному контуру, а через теплообменник воздух/фреон воздух подается в помещение. Если теплообменник воздух/фреон работает как испаритель, то воздух, проходящий через него и подаваемый в помещение, охлаждается, а теплообменник фреон/вода играет роль конденсатора, и вода в нем нагревается. При необходимости нагрева воздуха перепускной клапан в агрегате переключается, направление движения фреона меняется на противоположное, и вся система работает наоборот. Имеются тепловые насосы разной мощности и производительности в зависимости от параметров помещений. Маломощные насосы подвешены за подшивным потолком в помещениях или рядом с ними, более мощные смонтированы на полу в смежных технических помещениях.

Все тепловые насосы подключены к общему водяному контуру, вода в котором циркулирует с помощью центробежного водяного насоса. К этому же контуру подключены и конденсаторы всех холодильных и

морозильных камер. Чтобы усилить эффективность теплообмена и стабилизировать температуру в начале водяного контура, установлена емкость объемом 20 000 л.

При повышении температуры в контуре до 24 °С вода начинает циркулировать через градирню закрытого типа. Градирня оборудована системой орошения, двухскоростными вентиляторами и системой подогрева при отрицательной температуре наружного воздуха. При снижении температуры в контуре до 18 °С происходит добавка теплой воды из системы отопления предусмотренным для этого насосом. Нормальной температурой в контуре тепловых насосов и холодильников является температура от 18 до 32 °С, что, кстати, позволяет не использовать теплоизоляцию на трубах контура, а при обширности и большой разветвленности системы это является немаловажным фактором.

Рисунок 6.
Подвесной тепловой насос меньшей производительности

Использование тепловых насосов в системе кондиционирования воздуха гостиницы позволило упростить систему вентиляции. Установлено 7 приточных вентиляторов, на входе которых имеется общий калорифер первичного подогрева воздуха в холодное время, входящий в систему отопления. Калорифер нагревает воздух до 12 °С. Без дальнейшего подогрева воздух подается в места с большим тепловыделением, например, в прачечную и в кухню. Для подогрева воздуха, подающегося в прочие помещения, на выходе приточных вентиляторов установлены дополнительные калориферы, также входящие в систему отопления и прогревающие воздух не более чем до 20 °С. Например, в гостиничные номера воздух поступает прогретым до 18 °С. Имеется также 5 пароувлажнителей. В системе вытяжной

вентиляции установлено 20 вентиляторов разного типа и мощности.

Сравнительно проста и система отопления. Используется двухтрубная схема. В радиаторы подается вода такой температуры, чтобы обеспечить минимально необходимую температуру воздуха в помещениях. Далее эту температуру может повысить или понизить по желанию людей, находящихся в помещении, тепловой насос.

Например, температура воздуха в номерах поддерживается около 20 °С, при этом температура воды в системе отопления номеров составляет 37 °С при температуре наружного воздуха –5 °С. Такой принцип позволил отказаться от использования регулирующих приборов и арматуры на радиаторах большинства помещений.

В некоторых помещениях, например, во всех конференц-залах, в столовой персонала, радиаторы вовсе отсутствуют и обогрев производится только за счет тепловых насосов.

Рассмотрим теперь уже упомянутый случай с вентиляцией отдела прачечной. Воздух, удаляемый из сушильных и стиральных машин и другого оборудования, после очистки до требуемых экологических норм выбрасывается наружу. Часть воздуха из помещений прачечной забирается и подается к тепловому насосу. На входе теплового насоса он смешивается с большим количеством свежего воздуха, нагретого в зимнее время до 12 °С. Смешанный воздух фильтруется, охлаждается тепловым насосом до 6–10 °С и подается в помещения прачечной. Тепло забирается водой контура и может быть использовано в тех местах, где его не хватает.

Рисунок 7.
Тепловой насос и система вентиляции конференц-зала

Примерно также устроена и вентиляция отдела кухни. Через расположенные над печами и плитами вытяжки с фильтрами-

жироуловителями воздух выбрасывается наружу. Чистый теплый воздух из помещений кухни смешивается со свежим воздухом и подается к тепловому насосу.

Система отопления и подогрева приточного воздуха обеспечивает минимально необходимый прогрев помещений. Тепловые насосы являются не только доводчиками, но и основными источниками тепла. С их помощью осуществляется теплообмен между помещениями гостиницы. Тепловые насосы кухни, прачечной, технических помещений, агрегаты холодильных и морозильных камер перекачивают тепло в водяной контур, в то же самое время тепловые насосы конференц-зала на 250 мест, фитнес-центра с бассейном, ресторана, административных помещений забирают это тепло из контура.

Допустим, в гостиницу приехала большая группа туристов из Скандинавии, и, разместившись в номерах, эти постояльцы установили на пультах кондиционирования в своих комнатах привычную для себя прохладную температуру. А в это время в другом крыле гостиницы проживает делегация из Индии, желание этих гостей — тропики в номерах круглые сутки. Комфорт и тем и другим будет обеспечен, несмотря ни на какую погоду за стенами гостиницы, и это практически без потерь тепла и с затратами только на электроэнергию для работы тепловых наосов.

Летом, конечно, при высокой наружной температуре все тепловые насосы будут работать в режиме охлаждения помещений, а градирня будет работать на полную мощность, выбрасывая тепло из гостиницы. Но сколько длится лето в Москве? В мае иногда бывают даже снегопады, а уже в августе ночью температура наружного воздуха нередко опускается до 5 °С, в конце августа заморозки — обычное явление.

Зимой же большая часть тепловых насосов работает в режиме обогрева помещений, некоторые простаивают, а те, что работают в режиме охлаждения воздуха, перекачивают тепла в контур значительно меньше, чем летом, и тепло в контуре тепловых насосов быстро расходуется. Его восполнение происходит за счет перекачивания теплой воды из системы отопления. Но, как показала практика, это происходит редко, только если температура наружного воздуха несколько дней держится ниже –20 °С и обычно в ночное время, когда не работает прачечная и снижается нагрузка на кухню.

Так, зимой 2003–2004 годов температура наружного воздуха в Москве лишь однажды опустилась до –22 °С, и подкачка теплой воды в контур тепловых насосов в эту зиму не производилась ни разу.

Тратится и небольшое количество тепла на обогрев градирен при отрицательных температурах, когда вода контура тепловых насосов не требует охлаждения. Но при поддержании температуры воды в неработающей градирне на уровне 15 °С и при наличии автоматических заслонок, закрывающих жерло градирни, это количество тепла невелико.

Как показала практика, московские, отнюдь не самые суровые, зимы со случающимися часто и нередко продолжительными оттепелями позволяют эффективно работать кольцевой системе кондиционирования

воздуха.

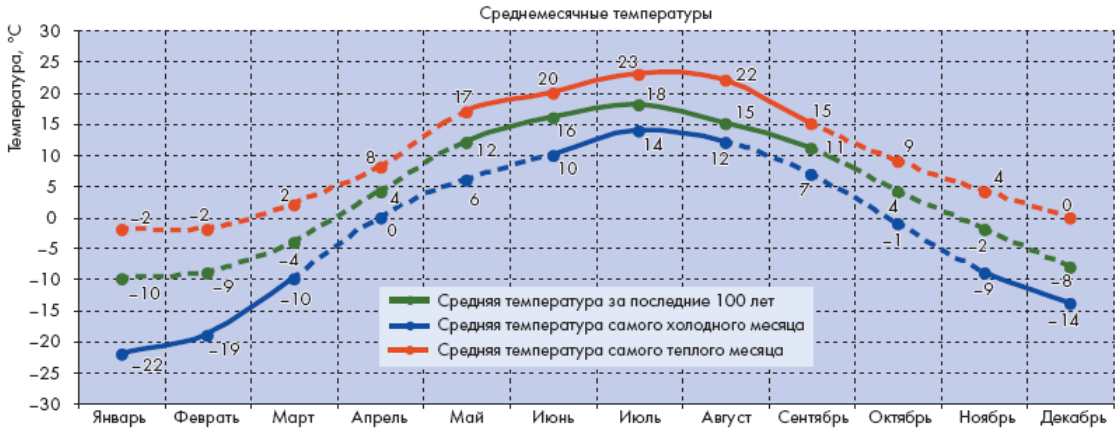
Весна и осень составляют основную часть года, и на широте Москвы их часто затяжной характер и значения средних температур также делают эффективной кольцевую систему. Причем эффективность проявляется и в начале, и в конце переходных периодов. Для наглядности представлена таблица и график значений среднемесячных температур по данным метеостанции, находящейся неподалеку от гостиницы «Ирис Конгресс Отель».

Кроме несомненного преимущества кольцевой системы кондиционирования воздуха с использованием тепловых насосов с точки зрения экономичности имеется и целый ряд других преимуществ. Например, возможно использование несложной автоматики. Автоматическое регулирование всей описываемой системы достаточно просто. Или, скажем, нет необходимости использовать какие-то специальные средства для программирования и управления температурными режимами в помещениях (день/ночь, будни/выходной), достаточно того, чтобы люди, покидая помещение, вместе со светом выключали и тепловой насос, и зимой система отопления будет поддерживать температуру на минимальном уровне.

Как уже было отмечено, при использовании кольцевой схемы кондиционирования воздуха можно применять сравнительно простые системы приточно-вытяжной вентиляции и отопления.

Значения среднемесячных температур

Температура, °C	янв.	февр.	март	апр.	май	июнь	июль	авг.	сент.	окт.	нояб.	дек.
Средняя температура месяца за последние 100 лет, °C	–10	–9	–4	+5	+12	+16	+18	+15	+11	+4	–2	–8
Средняя температура самого теплого месяца, °C	–2	–2	+2	+8	+17	+20	+23	+22	+15	+9	+4	0
Средняя температура самого холодного месяца, °C	–22	–19	–10	0	+6	+14	+14	+12	+7	–1	–9	–14



Пунктиром обозначены зоны наиболее эффективной работы кольцевой системы кондиционирования воздуха

Преимуществом также можно считать и то, что тепловые насосы малоинерционны по сравнению с другими устройствами, температура в

помещении гораздо быстрее устанавливается на заданном уровне после начала работы. Возможно использование и более широкого диапазона температур в летнее и в зимнее время года. Эти обстоятельства позволяют свести к минимуму жалобы и нарекания на кондиционирование воздуха, что для гостиниц является особенно важным.

Положительным является и то обстоятельство, что ремонтные работы и работы по обслуживанию элементов системы производить достаточно просто и доступно. Также без особых усилий можно проводить модернизацию и какие-либо изменения в системе.

В описываемой гостинице, например, запланирована установка тепловых насосов в помещениях ЦТП и парогенератора. Их функцией будет не создание микроклимата (температура в этих помещениях не нормируется), а дополнительная подача тепла в общий водяной контур тепловых насосов в зимнее время для того, чтобы минимизировать подпитку из системы отопления. Эти тепловые насосы должны будут автоматически включаться при снижении температуры в водяном контуре.

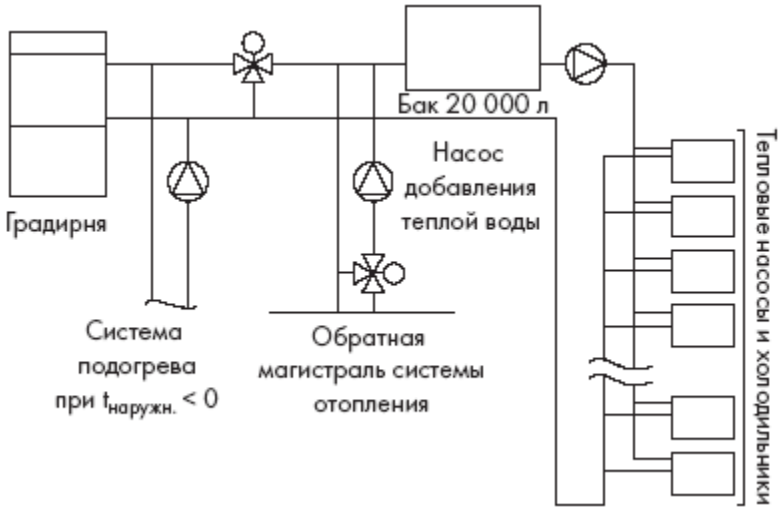


Рисунок 9.

Упрощенная схема водяного контура тепловых насосов

Конечно, есть и целый ряд недостатков. Использование тепловых насосов влечет за собой принятие мер по предотвращению шума, неизбежного при работе его агрегата. В номере гостиницы «Ирис Конгресс Отель» тепловой насос расположен во входном коридоре за разборным подшивным потолком (типичное расположение устройств кондиционирования для гостиничных номеров). Поэтому подшивной потолок выполнен из шумонепроницаемых материалов и включает в себя слой минеральной ваты и слой из листов сухой штукатурки.

Недостатком можно считать и высокую стоимость тепловых насосов, но этот недостаток частично компенсируется за счет удешевления систем

отопления и вентиляции. Кроме того, в России активно проводится реформа ЖКХ, одним из пунктов которой является повышение тарифов на энергоносители, в т. ч. и на тепловую энергию, и, возможно, уже в недалеком будущем экономия тепла будет очень прибыльным делом.

Без сомнения, кольцевой принцип кондиционирования является одним из наиболее удачных решений для систем кондиционирования воздуха именно гостиниц и именно в средней полосе России и Москве. Даже, несмотря на то, что за последние годы в городе построено немало гостиниц, для такой столицы, какой является Москва, их все же недостаточно. В настоящее время Правительство Москвы осуществляет грандиозные планы по гостиничному строительству. В ближайшее время планируется построить новых гостиниц больше, чем их имеется сейчас, намечена реконструкция некоторых старых гостиничных зданий.

Возможно, данная статья окажется полезной для представителей организаций-заказчиков и проектировщиков, и будет учтен опыт, накопленный в результате эксплуатации имеющихся гостиниц с их разными системами кондиционирования воздуха.

Тел. (095) 488-80-46
E-mail: imvad@yandex.ru