

ЗДОРОВЫЙ КЛИМАТ В ЦЕНТРЕ ПРОДАЖ

Владислав ВОЛКОВ,
инженер, главный специалист систем ОВК ОДО «Проектинжстрой»



Торговый центр – это многофункциональное здание с предоставлением населению широкого спектра услуг, основным из которых является продажа различных продовольственных и непродовольственных товаров. Как правило, это одноэтажное здание высотой 10 м, лишь в некоторых местах имеющее несколько этажей. Основной и главной частью является торговый зал площадью 5–25 тыс. м². Торговый зал может быть решен в несколько уровней, что экономит площадь застройки, но затрудняет устройство систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. В состав торгового центра могут входить складская зона, собственная пекарня и производственные помещения по выпечке хлебобулочных изделий, производственные помещения кухни по подготовке мясных и рыбных изделий, полуфабрикатов и других продовольственных товаров к продаже, а также кафе, бары, рестораны, торговые площади, сдаваемые в аренду, отделения банков, парикмахерские, химчистки, фотоуслуги, офисная и административная части...

СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ТОРГОВЫХ ЦЕНТРОВ

→ Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха всех составляющих частей торгового центра не представляет собой какой-то особенно сложной инженерной проблемы, так как подобные объекты по отдельности довольно часто встречаются в строительстве. Проектирование ведется по соответствующим СНБ и Пособиям, действующим в нашей стране. Некоторую новизну придает объединение многих объектов в одном здании и стремление некоторых проектировщиков, а также фирм, занимающихся в основном продажей импортного оборудования, копировать опыт западного проектирования и решения задач отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха в торговых центрах (гипермаркетах) без учета наших климатических условий, что не всегда допустимо. Зачастую просто копируется принципиальное решение, не рассматривая дополнительные мероприятия, в том числе

конструктивного характера, которые обязательно необходимо предусматривать для того, чтобы это решение «заработало». В таких ситуациях простые недосмотры, несогласования, упущения или элементарные пробелы в проекте губят даже самое блестящее решение.

Отопление и теплоснабжение

Система отопления предназначена для поддержания температуры воздуха в помещениях, а система теплоснабжения – для нагрева в холодный период года наружного воздуха, поступающего в помещения. Традиционно эти системы из-за различных гидравлических режимов и периодов использования проектируются отдельными. Отопление работает непрерывно весь отопительный сезон, а приточные установки могут отключаться, например, в нерабочее время. Объединение этих систем негативно ска-

жется на работе системы отопления. Из-за того, что суммарный тепловой поток на системы вентиляции может в 1,5–2,5 раза превышать суммарный тепловой поток на отопление здания, значительные скачки потребления теплоты системами вентиляции будут постоянно задействовать систему автоматики источника теплоты (ИТП или котельную) и системы отопления, что повышает требования к их надежности и долговечности. Поэтому в торговых центрах также целесообразно разделить тепловые потоки – на отопление здания и теплоснабжение приточных установок.

Вопрос теплоснабжения воздушно-тепловых завес (ВТЗ) решается по-разному. Большинство ВТЗ расположены над входами и работают постоянно все рабочее время, а крупные торговые центры могут работать почти круглосуточно – с 6.00 до 24.00. Таким образом, режим их использования относительно

постоянный, а общая доля в суммарных тепловых потерях не превышает 30–40%. Поэтому теплоснабжение ВТЗ может быть предусмотрено как от магистральных трубопроводов системы отопления, так и системы теплоснабжения приточных установок. Тот или иной вариант определяется конструктивно, исходя из конкретных условий и мест прокладки соответствующих магистральных трубопроводов систем и величин тепловых нагрузок.

Из-за значительной протяженности коммуникаций, а также целесообразности проектирования учета потребления тепловой энергии арендаторами наиболее оптимальным является устройство локальных (отдельных) систем отопления для различных зон и устройство единых магистральных трубопроводов (рис. 1). Этим достигается не только удобство выполнения коммерческого учета, но и обеспечения оптимальных гидравлических режи-

ПЛАН ТОРГОВОГО ЦЕНТРА

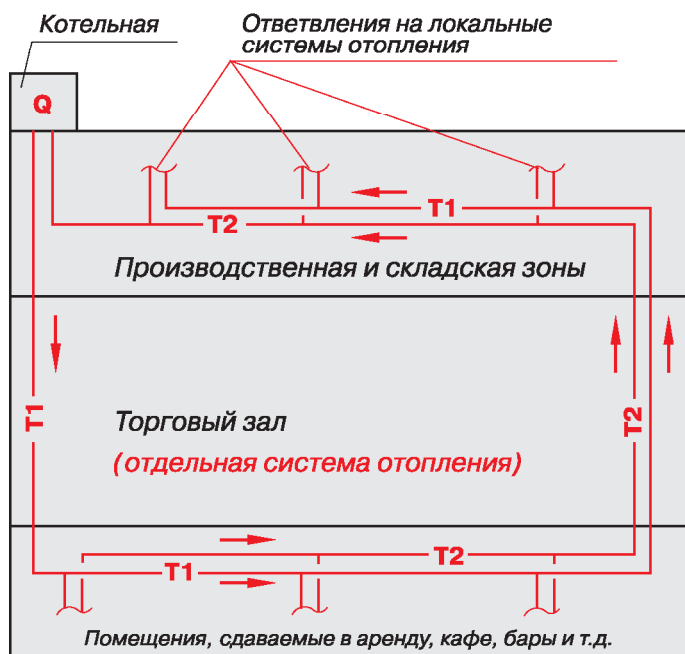


Рис. 1. Принципиальная схема системы отопления с попутным движением теплоносителя

мов, проведения ремонтных и сервисных работ. Для гарантированного обеспечения гидравлической увязки всех систем отопления при значительной протяженности магистральных трубопроводов, обусловленной размерами здания, наиболее оптимальной является схема с попутным движением теплоносителя.

Отопление торгового зала предусматривается отдельными системами. Если торговый зал представляет собой один большой объем, то проще всего установить на его кровле крышные кондиционеры (руфтопы) (рис. 2), которые будут выполнять сразу три функции – воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Отопление осу-

ществляется перегревом приточного воздуха. Температура приточного воздуха руфтопа определяется расчетом, т. к. в калорифере наружный воздух должен нагреться не до расчетной температуры воздуха помещения (15–20 °С), а еще больше – для возможности компенсации теплопотерь помещения.

Нагрев приточного воздуха может осуществляться горячей водой, получаемой из котельной или из наружных тепловых сетей, а также с помощью сжигания природного газа непосредственно в калорифере руфтопа. Как правило, параметры теплоносителя 95–70 °С, 90–70 °С или 90–65 °С. Если теплоснабжение здания осуществляется



Воздушно-отопительные агрегаты (применяются для воздушного отопления)

из наружных тепловых сетей, то в индивидуальном тепловом пункте (ИТП) температура теплоносителя для отопления снижается до указанных выше, а для теплоснабжения приточных установок и руфтопов – не изменяется. Несмотря на то что в Технических условиях на присоединение абонентов к тепловым сетям указываются параметры теплоносителя в тепловой сети 150–70 °С, в расчетах лучше принимать более реальные параметры – 110–70 °С. Вместо руфтопов могут быть также обычные приточные установки с рециркуляцией воздуха или с теплоутилизацией, причем теплоутилизация может быть всех видов – с пластинчатым, роторным теплообменником или с промежуточным теплоносителем. Этот вариант целесообразен, если необходимо спрятать установки внутрь здания, уменьшив тем самым шумовое воздействие на прилегающую территорию, но требует дополнительных площадей под венткамеры.

При определении теплопотерь торгового зала необходимо учитывать постоянные теплопоступления, которые имеют место круглый год, – от освещения и от людей (покупателей). Также следует помнить, что согласно СНБ 4.02.01-03 (п. 7.16) «системы воздушного отопления и системы приточной вентиляции, совмещенные с воздушным отоплением, при отсутствии других систем отопления, следует предус-

матривать с резервным вентилятором или не менее чем с двумя отопительно-вентиляционными агрегатами». При этом при выходе из строя одного агрегата (или его вентилятора) допускается понижение температуры воздуха в помещении не ниже +5 °С и обеспечение минимального расхода наружного воздуха не менее 20 м³/ч на одного человека.

Правда, здесь требования по минимальной температуре воздуха частного инвестора могут не устроить, т. к. неизвестно, как долго будет устраняться неисправность, если это заранее не было оговорено в соответствующем договоре. Да и маловероятной представляется ситуация нормального функционирования торгового центра, когда хотя бы несколько дней, а возможно и недель, температура воздуха в торговом зале будет на уровне 5–10 °С, пока новая деталь приточного агрегата доставляется из дальнего зарубежья в рассматриваемый торговый центр. Возможно, в производственном цехе по сборке чугунных секционных радиаторов такое снижение температуры допустимо, но современный торговый центр – это не производственный цех. Во избежание проблем и нареканий в процессе эксплуатации подобные вопросы всегда следует оговаривать с заказчиком и фиксировать дополнительные требования в задании на проектирование.

Разрез 1-1

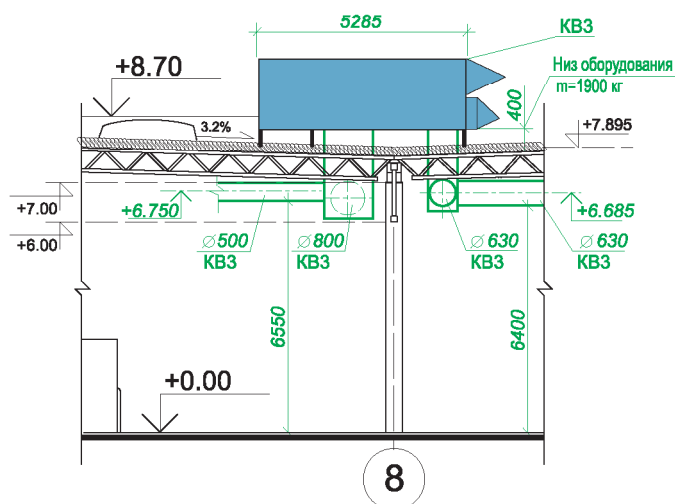


Рис. 2. Установка руфтопа (крышного кондиционера)

В складских зонах и зонах приемки (разгрузки) товаров возможно применение воздушно-отопительных агрегатов.

Вентиляция

Проектирование систем вентиляции и определение воздухообменов для каждой функциональной зоны ведется по действующей нормативно-технической литературе, например:

- торговые помещения и служебные помещения: Пособие к СНиП 2.08.02-89 «Проектирование предприятий розничной торговли»;
- помещения банковского назначения: «Проектирование зданий банков» (П5-03 к СНиП 2.08.02-89);
- зоны бытового обслуживания населения (ателье, мастерские, парикмахерские, салоны, предприятия стирки и химической чистки одежды, фотоуслуги и т.п.): Справочное пособие к СНиП 2.08.02-89 «Проектирование предприятий бытового обслуживания населения»;
- пункты общественного питания (рестораны, кафе, бары и т. д.) и производственные помещения кухни: Справочное пособие к



Компактная приточно-вытяжная установка с роторным теплоутилизатором

СНиП 2.08.02-89 «Проектирование предприятий общественного питания»;

- медицинские и оздоровительные пункты (аптечные киоски, зубоорачебные кабинеты, сауны, солярии и т. д.): «Пособие по проектированию учреждений здравоохранения» (к СНиП 2.08.02-89).

Для каждой функциональной зоны помещений должна быть предусмотрена отдельная приточная установка. Во избежание прокладки длинных транзитных воздуховодов, которые к тому же часто необходимо защищать транзитной огнезащитой или устанавливать огнезадерживающие клапаны, следует стремиться располагать соответствующую венткамеру с приточной установкой как можно ближе к обслуживаемым помещениям. Может возникнуть ситуация, когда предусмотреть помещение венткамеры в разумной близости от обслуживаемых помещений невозможно. Тогда имеет смысл рассмотреть вариант установки приточной установки на кровле здания. Но это все-таки не лучшее решение, т. к. предьявляет повышенные требования к автоматизации установки в холодный период года и в частности к системе защите от замерзания калорифера и трубопроводов приточной установки. К тому же крышный вариант имеет ограничение по собственному весу агрегата. Также следует учитывать и уровни шума на прилегающей территории, отметку воздухозабора – не менее чем на 1 м выше устойчивого снегового покрова (для Минска 27 см) и тепловую изоляцию участка воздуховода с покровным слоем из прочного материала, в крайнем случае из тонколистовой оцинкованной (кровельной) стали.

боту торговых помещений), следует стремиться максимально использовать теплоутилизацию удаляемого воздуха. При этом теплоутилизация с помощью роторного теплообменника наиболее эффективна – до 85% тепла удаляемого воздуха передается приточному. Для пластинчатого теплообменника эффективность составляет 50–60%, с промежуточным теплоносителем – 50%. Применение варианта теплоутилизации с промежуточным теплоносителем хоть и не отличается высокой эффективностью, но позволит использовать тепло удаляемого воздуха, даже когда приточная установка располагается отдельно от вытяжной, например, в разных частях здания или когда одна на кровле, а другая внутри здания. Ограничения в применении теплоутилизации, как правило, возникают из-за невозможности расположить приточно-вытяжную установку в венткамере или невозможности объединения вытяжной системы из разных помещений, для которых действующие нормы требуют отдельных вытяжных систем.

Как уже было отмечено, торговый зал может быть решен в виде одного большого объема или иметь несколько этажей. Этажи могут различаться по типу продаваемых товаров – продовольственных, хозяйственно-бытовых, одежды и т. д. Это имеет принципиальное значение для устройства систем вентиляции и кондиционирования. Чем выше помещение, тем меньшую кратность воздухообмена достаточно обеспечить для создания допустимых условий пребывания людей. Объем

УСТРОЙСТВО УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА ВЫТЯЖНОГО ВОЗДУХА

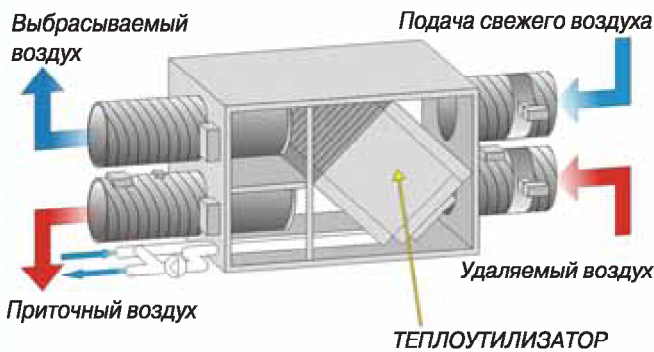
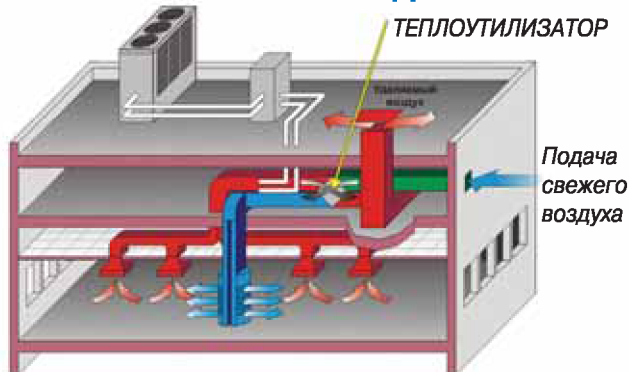


СХЕМА УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА ВЫТЯЖНОГО ВОЗДУХА



приточного воздуха определяется по соответствующему Пособию к СНиП 2.08.02-89 – не менее $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ на одного человека, если в торговом зале нет химических или иных пахучих веществ и допускается применять рециркуляцию воздуха. Но часто бывает трудно определить расчетное количество покупателей, которое определяется исходя из площади торгового зала на одного человека, за вычетом площадей, занятых прилавками и другим вспомогательным оборудованием: $3,5 \text{ м}^2$ – для магазинов мебели, музыкальных, электро- и радиоаппаратуры, книжных, спортивных, ювелирных и для магазинов в сельских населенных пунктах; $2,5 \text{ м}^2$ – для продовольственных и других непродовольственных магазинов.

У некоторых заказчиков эти цифры вызывают споры, т. к., на их взгляд, не соответствуют действительности. Торговые помещения – это «живой организм». Перепланировка прилавков, стеллажей, демонстрационных стенов и других вспомогательных элементов торговли может периодически изменяться в

процессе эксплуатации. Выход может быть один – указать расчетное количество посетителя в задании на проектирование, т. к. это значение напрямую влияет на производительность всех систем ОВК торгового зала, на расход тепла для нагрева (охлаждения) приточного воздуха и на расход электроэнергии в процессе эксплуатации.

Не следует забывать и про обслуживающий персонал – кассиров, продавцов, работников охраны и т. д., которые, в отличие от покупателей, находятся в торговом зале весь рабочий день. Для них следует подавать не менее $60 \text{ м}^3/\text{ч}$ на одного человека.

Для проверки, ориентировочно для торговых залов, можно принимать однократный воздухообмен на каждые 6 м высоты помещения. Это означает, что каждый час воздух помещения до высоты 6 м полностью заменяется приточным. Для высоты 3 м – 2-кратный. Это объясняется тем, что больший объем помещения создает более существенные гравитационные потоки воздуха, но более влажный (создающий эффект «душ-



Теплоутилизатор с промежуточным теплоносителем

ного помещения») и загрязненный воздух скапливается в верхней части помещения. Чем ниже помещение, тем граница между нижней (рабочей) и верхней зонами становится менее существенной, что требует более интенсивной вентиляции или применения более совершенных схем обмена воздуха, например вытесняющей вентиляции – когда приточный воздух подается непосредственно в рабочую зону, вытесняя из нее загрязненный воздух вверх, откуда он удаляется вытяжной системой.

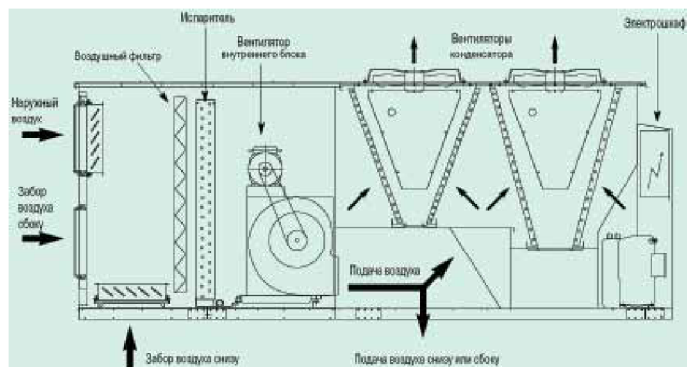
Вентиляция высоких одноэтажных торговых залов может быть решена с помощью рифтопов, как уже было отмечено выше (рис. 2), так и аналогичными приточными установками с рециркуляцией воздуха. При этом следует помнить, что рифтоп может подавать приточный воздух в объеме, не превышающем в среднем 30% от объема рециркуляционного воздуха – это следует учитывать при определении количества таких агрегатов. При наличии нескольких этажей торговых залов более удобным будет предусмотреть отдельные приточные установки на каждый этаж и лишь на последнем этаже возможно оставить рифтопы. Таким образом, можно поддерживать разную температуру воздуха на этажах, а также повысить обеспеченность вентиляции в целом, т. к. выход из строя одной установки не повлияет на работу вентиляции на других этажах. Также исключается прокладка больших (особенно при рециркуляции) теплоизолированных (при совмещении с кондиционированием) воздуховодов через межэтажные перекрытия, при которой требуется устройство транзитной огнезащиты участков воздуховодов или установка на них огнезадерживающих клапанов, для которых также требу-

ются место и доступ для обслуживания (и дополнительные средства для приобретения!).

Кондиционирование

Согласно Пособию к СНиП 2.08.02-89 «Проектирование предприятий розничной торговли» кондиционирование воздуха следует проектировать «в магазинах торговой площадью не менее 3500 м^2 при расчетной температуре наружного воздуха для теплого периода года (параметры А) 25° C и выше». Для климатических условий Минска (СНБ 4.02.01-03) указанная температура составляет $21,2^\circ \text{ C}$, а наиболее высокая на территории Республики Беларусь – $22,8^\circ \text{ C}$ в Василевичах и Лельчицах Гомельской области. Но кондиционирование может быть предусмотрено в проекте согласно заданию на проектирование. Как правило, кондиционирование предусматривается в торговых залах, помещениях, сдаваемых в аренду – торговых, ресторанов, кафе и т. д., а также в офисной зоне, которая может быть занята для администрации торгового центра или также сдаваться в аренду под офисные помещения.

В торговом зале, как уже было отмечено выше, может быть применено решение с использованием рифтопов – крышных кондиционеров, которые способны выполнять также функции отопления и вентиляции. Т. к. большинство моделей могут подавать приточный воздух, рифтопы могут осуществлять естественное охлаждение, когда наружный воздух имеет температуру, достаточную для удаления теплоизбытков в торговом зале. При этом происходит существенная экономия электроэнергии



Фэнкойл напольного типа

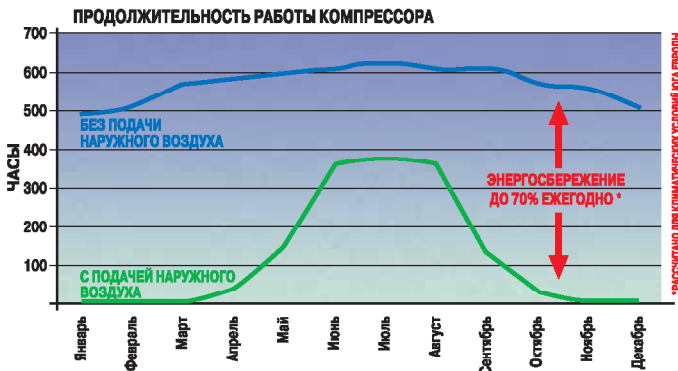


Рис. 3. Режим «free cooling» – естественное охлаждение наружным воздухом

(рис. 3). Но т. к. этот объем наружного воздуха составляет около 30% от рециркуляционного – эта функция может действовать только в относительно коротком периоде межсезонья. Расширить эту зону, а также повысить экономию электроэнергии можно, увеличив расход приточного воздуха и оснастив руфтопы регулятором расхода воздуха или предусмотрев возможность автоматического отключения некоторых из них в процессе работы, но так, чтобы не вызвать существенной и недопустимой неравномерности распределения температур воздуха по помещению торгового зала. Известно, что продажа продовольственных товаров, требующих соответствующих охлаждаемых прилавков, располагается в одной части торгового зала, а промышленные товары – в противоположной части. Соответственно меняется и температура воздуха помещения – в зоне торговли продовольственными товарами она ниже на 3–6 °С.

Основными источниками поступления избыточного тепла в помещении торгового зала являются: солнечная инсоляция (в основном через кровлю), посетители, которые также являются источниками влажноступлений в помещение, работающие прилавки, наружный воздух и искусственное освещение, которое включено постоянно, даже в солнечный день ($q=20-40 \text{ Вт/м}^2$), т. к. наружные ограждающие конструкции если и имеют световые проемы, то их, как правило, недостаточно для естественного освещения. Наружный воздух также является источником повышения температуры и влажности в помещении торгового зала. Охлаждение наружного воздуха может быть предусмотрено централизованно в приточной установке или руфтопе, а также в общей массе воздуха помещения, например, фэнкойлами (рис. 4).

Важную роль в тепловом балансе помещения торгового зала играют

охлаждаемые прилавки открытого типа, т. е. в которых охлаждаемые продукты лежат открыто. В этом случае часть теплоизбытков в торговом зале удаляется системами холодоснабжения этих прилавков, причем как явное тепло, так и скрытое – в виде конденсата, который намораживается на сильно переохлаждаемых поверхностях этих прилавков (рис. 4). Если системы кондиционирования торгового зала не рассчитаны на поддержание относительной влажности воздуха в помещении на уровне 55–60%, то намораживание будет происходить более интенсивно, что потребует проведения более частых мероприятий по размораживанию, а также большей загрузки соответствующих холодильных машин, обеспечивающих их холодоснабжение. Недостаточную мощность систем кондиционирования торгового зала можно почувствовать по слишком переохлажденному воздуху в зоне расположения открытых прилавков, поэтому некоторые покупатели стараются там не задерживаться, особенно летом, когда заходят разгоряченные с улицы в легкой летней одежде.

Расчеты и опыт проектирования, а также определенный период эксплуатации уже построенных у нас гипермаркетов показывают, что расчетные теплотупления без учета поддержания влажности в помещении торгового зала на уровне 55–60% составляют 60–80 Вт/м² общей площади торгового зала, но этого явно недостаточно. Также имеют место случаи преднамеренного замалчивания суммарной установленной холодильной мощности охлаждаемых прилавков фирмами, продающими холодильное оборудование, обосновывая это коммерческой тайной. При таком «коммерческом» подходе к проектированию можно наверняка успешно продавать инженерное оборудование, предотвращая утечку важной информации конкурентам, но создать эффективные инженерные системы по обеспечению микроклимата невозможно.

Для кондиционирования офисных помещений подходят практически все варианты наиболее распространенных принципиальных схем – от оконных кондиционеров, сплит-систем, мультисплит-систем до центральных систем чиллер-фэнкойл и VRV-систем. Наиболее оптимальной, в т.ч. и по стоимости, представляется центральная система чиллер-фэнкойл с использованием двухтрубных фэнкойлов напольного типа в теп-

лый период года в режиме охлаждения, а в холодный период года – в режиме обогрева. При этом основная идея здесь состоит в том, что таким образом сокращается число прокладываемых коммуникаций – вместо двух трубопроводов для отопления и двух для кондиционирования прокладываются только два трубопровода для кондиционирования, но они же используются и для теплоснабжения фэнкойлов. Мощность фэнкойла подбирается для режима кондиционирования на средней скорости, поэтому в режиме обогрева получается многократный запас по тепловой мощности (в 5–6 раз), что позволяет использовать фэнкойл зимой на минимальной скорости встроенного вентилятора. А это позволит в нерабочее время выключать вентилятор, обеспечив понижение температуры до 10–12 °С и поддержание ее за счет свободной конвекции, и быстро восстанавливать требуемую температуру воздуха в помещении – 18–20 °С в начале рабочего дня. При этом работа вентилятора фэнкойла на низкой скорости обеспечит приемлемый уровень шума в помещении, т. к. он уже сравним с уровнем шума компьютера.

Многофункциональные здания требуют от проектировщиков инженерных систем определенных навыков и профессионального умения решать сложные конструктивные задачи по размещению оборудования и прокладке коммуникаций по зданию. Необходимо обладать определенным искусством, чтобы так расположить воздуховоды приточных, вытяжных и рециркуляционных систем вентиляции и кондиционирования воздуха, трубопроводы отопления, теплоснабжения, холодоснабжения, чтобы они представляли собой не хаотичное нагромождение углеводородной (оцинкованной) стали, а меньше всего пересекались друг с другом и не портили дизайн помещений, а также «расхотились» с другими инженерными коммуникациями – трубопроводами горячего и холодного водоснабжения, проводками электроснабжения и автоматизации различных систем. Вопросы взаимодействия проектировщиков разного профиля между собой также имеют большое значение, т. к. своевременная передача технических заданий смежникам и проведение согласований принятых решений напрямую влияет на конечный результат работы всех систем в целом.

+ + + + +

РАЗРЕЗ ТОРГОВОГО ЦЕНТРА

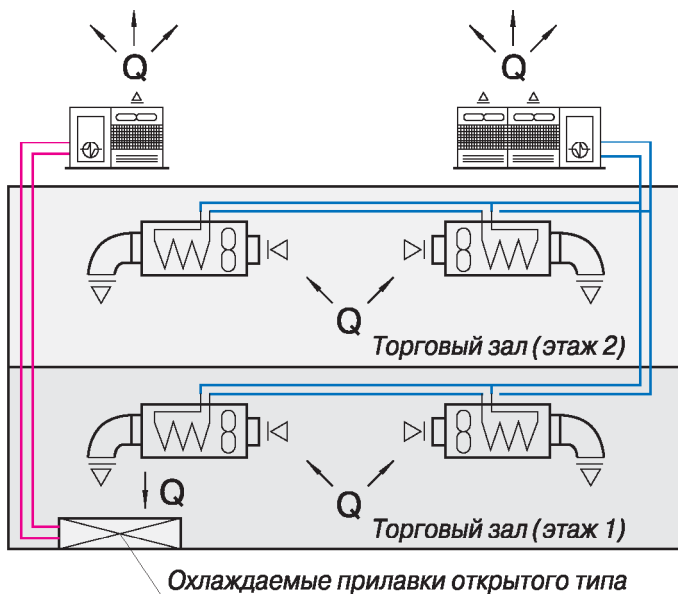


Рис. 4. Принципиальная схема системы кондиционирования нескольких торговых залов (более одного этажа)