

УДК: 697.911697.911

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА ТОРГОВЫХ ЦЕНТРОВ**

**Тимофеева А.В.**

<sup>1</sup>ГАСУ-Государственный архитектурно-строительный университет, Россия, Санкт-Петербург,

e-mail: [Timofeeva.av@gmail.com](mailto:Timofeeva.av@gmail.com)

**Рассматриваются теоретические материалы по описанию методик расчета внутренних инженерных систем и процессов формирования микроклимата, различные варианты схем и организации работы систем вентиляции, направленные на снижение затрат энергии на обеспечение работы систем вентиляции. Одними из основных направлений исследований, дающие максимальную эффективность в этой области, является временное отключение систем вентиляции, устройство многозонной системы вентиляции, снижение количества приточного воздуха и использование теплоты вытяжного воздуха. Для помещений большого объёма актуальным является обеспечение работы систем вентиляции с условием поддержания требуемых параметров в зонах пребывания людей - адаптивной системы вентиляции. Выделены основные проблемы: обеспечение микроклимата в помещении большого объема в совокупности с энергоэффективностью инженерных систем в настоящий момент решён ещё не полностью, типовое решение отсутствует.**

**Ключевые слова:** системы вентиляции, энергоэффективность

## **Особенности проектирования систем обеспечения микроклимата торговых центров**

Современное развитие инфраструктуры города характеризуется ростом внутреннего объёма общественно-торговых зданий – торгово-развлекательных центров. Большинство из них имеют большие залы торговых помещений, выставочные залы, кинозалы, то есть помещения большого объёма. С точки зрения проектирования систем вентиляции, обеспечивающих микроклимат, характерной особенностью помещений, рассматриваемых в данной работе, являются помещения большого объёма, имеющие чёткую градацию по зонированию в плане помещения, с большой переменной нагрузкой по заполнению людьми. Зачастую такое деление носит условный характер, то есть отсутствует фактическое разделение зон различного назначения. Получается, что все зоны находятся в рамках единого воздушного пространства объёма помещения.

Посещение людьми таких помещений носит произвольный характер, то есть, зависит от проведения различного рода торгово-рекламных мероприятий, сезонности, времени суток и множества других факторов. Традиционная система вентиляции таких помещений может оказаться неэффективной как с экономической точки зрения, так и с точки зрения создания комфортных условий в помещении. При максимальном заполнении помещения людьми традиционная система вентиляции может не справляться с нагрузкой, а при малом заполнении количество воздуха подаётся в помещение сверх нормы, что приводит к неоправданным расходам. Современные тенденции, направленные на экономию ресурсо- и энергообеспечения, обуславливают необходимость разработки новых типов систем вентиляции. Реализация систем жизнеобеспечения зданий, таких как система вентиляции и система отопления, для помещений большого объёма сталкивается с решением ряда технологических проблем. Сложность проектирования систем обеспечения микроклимата торговых центров обусловлена многими факторами, среди которых наиболее существенными являются: необходимость поддержания зональных тепловых параметров, обеспечение индивидуального воздушного режима для каждой зоны помещения и других технических сложностей. Из-за больших размеров объектов возникают трудности по охлаждению объёма рабочей зоны помещения летом и по отоплению зимой. В связи с этим в настоящее время продолжается поиск новых принципов построения систем вентиляции (интеллектуальная вентиляция). В качестве перспективного направления развития системы вентиляции целесообразно рассмотреть децентрализованную и многозональную системы вентиляции. Такие системы предусматривают значительно более широкие возможности по регулированию воздухообмена в помещении, чем традиционные системы вентиляции. Актуальной является разработка новых решений для формирования воздушной среды с требуемыми параметрами микроклимата и учётом фактора энергосбережения. Особенностью такой системы является

адаптация системы к присутствию человека в помещении, что предполагает децентрализацию и многозональность работы системы с учётом динамики тепломассообменных процессов, происходящих в помещении большого объёма. Объединение децентрализации, многозональности и периодичности действия, с учётом адаптации системы к присутствию человека в определённом месте помещения, позволит сформировать требуемые параметры микроклимата с учётом энергосбережения.

Существующие технические предпосылки для применения адаптивной системы вентиляции:

- ✓ Посещение людьми торговых помещений на первый взгляд носит стохастический характер, тем не менее, результаты исследований посещаемости таких помещений показывают высокую степень повторяемости их заполнения в течение дня.
- ✓ Современные средства автоматического регулирования позволяют вести позонный подсчёт количества людей в помещении и позволяют объединять полученную информацию на пункте диспетчеризации.
- ✓ Учитывая количество людей в каждой зоне помещения, можно регулировать расход подаваемого воздуха.
- ✓ Современные средства автоматического регулирования позволяют обеспечивать необходимые условия регулирования систем вентиляции.

При создании и поддержании микроклимата в торговых центрах, необходимо принимать во внимания факторы, влияющие на внутренние параметры микроклимата, а именно: учитывать все источники тепла помимо систем отопления (тепловыделения от людей, торгового оборудования и систем освещения), расположение приточных и вытяжных решеток систем вентиляции, количество людей и периодичность работы торгового центра.

В настоящее время имеются обширные теоретические материалы по описанию методик расчета внутренних инженерных систем и процессов формирования микроклимата. В результате многочисленных экспериментальных исследований были изучены различные варианты схем и организации работы систем вентиляции, направленные на снижение затрат энергии на обеспечение работы систем вентиляции. Одними из основных направлений исследований, дающие максимальную эффективность в этой области, является временное отключение систем вентиляции, устройство многозонной системы вентиляции, снижение количества приточного воздуха и использование теплоты вытяжного воздуха.

В помещении большого объёма актуальным является обеспечение работы систем вентиляции с условием поддержания требуемых параметров лишь в зонах пребывания людей. В остальной части помещения в общественных зданиях, необходимости в работе систем вентиляции нет, поскольку отсутствует предмет, являющийся задачей её работы. При таком

подходе к организации работы систем жизнеобеспечения, одной из важнейших задач является исследование искусственно создаваемой среды обитания и получения диапазона изменения параметров микроклимата, не наносящего вреда самочувствию людей.

Требуемый нормируемый микроклимат помещения оценивается по состоянию следующих параметров: температура, влажность, подвижность воздуха, концентрация вредности выделений человека и других газовых поступлений. Как правило в общественных зданиях величина относительной влажности не выходит за пределы допустимого диапазона до 65% от нормируемой.

Зависимость допускаемой подвижности воздуха в помещениях, благоприятно влияющей на самочувствие человека, от температуры воздуха приведена в таблице:

Температура в рабочей зоне помещения	Допустимая подвижность воздуха а м/сек	Температура в рабочей зоне помещения	Допустимая подвижность воздуха в м/сек
23	0,3	26-27	0,7-1,0
24-25	0,4-0,5	28-30	1,1-1,3

Для обеспечения комфорта, температура в обслуживаемой зоне должна понижаться от пола к потолку, допустима и обратная разница 1-1,5°C, но не более 2,5 °C в пределах высоты человеческого роста.

Воздушный состав в закрытом помещении сильно изменяется, он включает в себя как химический, так и биологический фактор.

Химический фактор включает в себя выделение в помещении химических веществ, таких как пары фенолов, хлора, ртути, выделение формальдегидных смол и других видов газов. Данные выделения поступают в помещение от мебели, отделочных материалов, технологических материалов и предметов бытовой химии. Содержание данных веществ в помещении в нормальных условиях незначительны, при наличии работающей системы вентиляции.

Биологический фактор включает в себя попадание в воздух помещения пылицы растений, различных вирусов и др. Для удаления или разбавления всех данных веществ определяются санитарно-гигиенические нормы воздухообмена. В общественных помещениях число микроорганизмов растёт прямо пропорционально запылённости воздуха. Максимально комфортное состояние человек ощущает при максимальном приближении химического и бактериологического состава внутреннего воздуха к составу наружного.

Причиной ухудшения самочувствия человека при нахождении его в закрытом помещении может являться углекислый газ, который вытесняет из воздуха кислород, а именно нехватка или избыток кислорода вызывает дискомфортное ощущение у человека. В нормальных условиях, как известно, в воздухе содержится 20,8% кислорода. С увеличением концентрации углекислого газа происходит уменьшение концентрации кислорода:

- при содержании, кислорода менее 20% - начинаются первые признаки дискомфорта;
- при содержании кислорода менее 18% - плохое самочувствие человека;
- при содержании кислорода менее 16%.- наступает смерть человека всего при нескольких минутах дыхания таким воздухом.

Поскольку точное содержание кислорода определить сложнее, чем содержание углекислого газа, общепринятым критерием для нормального газового состава воздуха, принято считать отклонение концентрации CO<sub>2</sub>. Углекислый газ - бесцветный газ, без запаха, с кисловатым вкусом, постоянно образуется в природе в процессе окисления органических веществ (дыхание, горение топлива, различные процессы гниения и в результате жизнедеятельности человека). Содержание углекислого газа в воздухе - около 0,03 объёмных % , он тяжелее воздуха, легко растворим в воде. Для проверки работы системы вентиляции принято считать, что значение концентрации CO<sub>2</sub> в помещениях для продолжительного пребывания людей не должно превышать 1,86 г/м по весу или 0,1% по объёму или 1л/м.

Системы вентиляции проектируется исходя из обеспечения требуемых расчётных параметров воздуха в помещениях при максимально возможных тепловых, влажностных и газовых нагрузках. Расчёт расхода воздуха проводится для разбавления вредности выделяемой в помещении. В качестве вредности определяется параметр, для ассимиляции которого требуется наибольшее количество воздуха. Для всех остальных параметров расчётный расход приточного воздуха будет избыточным. Расчёт расходов воздуха проводится на максимально возможное количество вредности, выделяемой в помещении. Выделение максимальной вредности, как правило, носит кратковременный характер. Для того, чтобы экономить ресурсы на нагрев приточного воздуха там, где это разрешено, используют систему рециркуляции воздуха.

Одним из современных направлений энергосбережения являются водовоздушные системы. Снятие теплоизбытков и поддержание влажностного уровня в каждом конкретном помещении осуществляется с помощью специальных водовоздушных устройств, применение которых в каждой зоне помещения, позволяет подготавливать воздух в зависимости от требуемого микроклимата в ней. Практика современного проектирования включает в себя обеспечение помещения воздухом в количестве санитарно-гигиенических норм и поддержку температурных и влажностных параметров в помещении с помощью местных доводчиков-

охладителей (фэнкойлов). В помещениях небольшого размера эффективнее бороться с теплоизбытками с помощью установки Split систем. Но эти решения хороши для помещений малого объёма, для которых контроль присутствия человека, зависимость от его вида деятельности успешно реализован.

Для помещений большого объёма необходимо усовершенствование работы систем вентиляции. с точки зрения получения максимальной энергоэффективности. Основные возможные пути экономии энергии в системах вентиляции следующие:

- ✓ Увеличение КПД вентиляционного оборудования;
- ✓ Использование нетрадиционных источников энергии;
- ✓ Совершенствование систем вентиляции с помощью автоматизации работы системы;
- ✓ Оптимизация систем обеспечивающих микроклимат помещений.

Оптимальное сочетание требуемых параметров микроклимата является его обеспечение с помощью системы вентиляции, выполняющей санитарно-гигиенические функции и системы отопления, обеспечивающей тепловой комфорт.

Одним из актуальных направлений по сокращению потребления энергоресурсов системы вентиляции, является организация периодической её работы. Работа периодической системы вентиляции основана на циклическом поддержании параметров микроклимата, по допустимому диапазону отклонения требуемых параметров микроклимата в помещении. Наиболее эффективно использование такой системы вентиляции в помещениях большого объёма в общественных зданиях с переменным во времени заполнением людьми. Организация периодической системы вентиляции по характеру работы совпадает с аварийной вентиляцией, срабатывающей при превышении величины допустимых вредностей. В качестве контролирующего параметра, как правило, принимают концентрацию углекислого газа или температуру. Отличием является то, что в периодической системе вентиляции величина концентрации CO<sub>2</sub> в общественных зданиях, как правило, не достигает величины ПДК. Применение режима периодической вентиляции возможно в том случае, если параметры микроклимата изменяясь, не будут выходить за нормативные рамки. Так как работа системы вентиляции имеет скачкообразный характер, очевидно, что чем меньше общее время работы системы вентиляции, тем экономичней принятое решение, это возможно при правильном расчёте системы.

Температурные колебания в помещении общественного здания ограничены достаточно узкими пределами, что приводит к необходимости ограничивать тепловую мощность системы вентиляции. Ограничение мощности системы вентиляции значительно сужает диапазон условий, в которых системы вентиляции может самостоятельно обеспечивать необходимые температурные параметры в помещении. Было установлено, что применение периодической

вентиляции возможно только в сочетании с фоновой системой отопления или охлаждения. В таком случае необходимы определённые условия формирования теплового баланса помещения, которые могут быть реализованы при определённом соотношении тепловой мощности системы вентиляции и системы отопления. Применение такой схемы вентиляции подразумевает включение или отключение всей системы вентиляции. Однако для организации воздухообмена в помещении большого объёма, разные зоны которого характеризуются различным уровнем газопоступления, такой метод оказывается неэффективным.

Системы вентиляции с переменным расходом воздуха - более дорогостоящие и более сложные в проектировании и управлении по сравнению с классическими системами с постоянным расходом воздуха и системами периодического действия. Изменение количества приточного воздуха достигается при: помощи изменения количества оборотов двигателя вентилятора, в результате чего происходит сокращение расхода электроэнергии пропорционально изменению расхода приточного воздуха в кубе. Наряду с изменением числа оборотов в вентиляторе, работающим в вентиляционной сети, происходят дополнительные потери энергии и уменьшение коэффициента полезного действия вентилятора. Отличительной особенностью системы вентиляции с переменным расходом воздуха является автоматическое управление расходами подаваемого в помещение и удаляемого из него воздуха с целью стабилизации параметров микроклимата. Данная система включает в себя совокупность возможных управляющих воздействий, таких как управление количеством воздуха и расходом тепло-хладоносителя. Экономия тепла на отопление и вентиляцию в системах вентиляции с переменным расходом воздуха достигается при учёте заполняемости помещения людьми, который позволяет снизить расход наружного воздуха ниже расчётного количества. Система вентиляции с переменным расходом воздуха может использоваться для помещений большого объёма, при преобладании внутренних возмущений над наружными. Особенностью системы вентиляции с переменным расходом воздуха является то, что для каждого помещения определяются два значения расхода приточного воздуха - при максимальных и минимальных теплопоступлениях.

Недостатком системы вентиляции с переменным расходом воздуха является трудоёмкий расчёт и тщательный учёт всех факторов, формирующих микроклимат помещения. Такая система вентиляции требует наличия сложных и дорогостоящих воздухораспределителей, обеспечение переменной частоты работы вентилятора, сложную систему автоматизации и сложность наладки. При значительном сокращении расхода воздуха возможна неустойчивая работа системы. К преимуществам системы вентиляции с переменным расходом воздуха относится экономия электроэнергии, снижение расходов тепла

и холода, снижение уровня аэродинамического шума при уменьшении воздухообмена в помещении.

Для помещений с требованиями по индивидуальному поддержанию температурных параметров используется многозональная система периодического регулирования. Достоинство использования такой системы вентиляции является возможность поддержания зонального контроля в помещении большого объёма. Данные системы позволяют контролировать создание различных температурных параметров в пределах одного помещения. За счёт правильного распределения нагрузки на систему вентиляции и кондиционирования с учётом технологических особенностей каждой зоны, достигается экономический эффект от применения данных систем.

Для помещений торгового центра целесообразно проектировать многозонную систему вентиляции, где зона выбирается по назначению (пекарня, закусочная, гастрономический отдел, рыбный отдел и так далее), работа каждой зоны является автономной. В зависимости от типа зоны и вида деятельности помещения супермаркета возможно объединение отдельных зон с общей системой вентиляции торгового зала. В среднем, посетитель находится в торговом центре 30-40 минут. Посчитано, что принятая нормируемая площадь на посетителя превышает площадь, где могут находиться люди в помещении, что приводит к подаче избыточного количества приточного воздуха на человека относительно требуемых величин по санитарно-гигиеническим нормам. При контроле качества воздуха в помещении торгового зала по изменению концентрации CO<sub>2</sub> превышения допустимых норм не происходит, в этом случае следует регулировать подачу наружного воздуха в зависимости от числа людей и осуществлять контроль расхода приточного воздуха с помощью реле давления, поддерживающего минимальный расход воздуха и давление в рабочей зоне. Как правило, расход приточного воздуха в таких системах всегда выше минимально необходимого расхода наружного воздуха, и поэтому для экономии энергоресурсов прибегают к рециркуляции воздуха.

Для торговых центров с высотой потолков от 4,5 до 18 метров для поддержания индивидуальных параметров микроклимата в каждой зоне целесообразно применение децентрализованных систем вентиляции. Использование данной схемы позволяет осуществлять равномерное распределение температур по всему объёму и обеспечивает значительное сокращение теплопотерь через крышу. В данной схеме отсутствует необходимость устройства вентиляционных камер и появляется возможность позонного монтажа и пуска систем. Анализ современных технических решений в области вентиляционной техники показывает, что обеспечение многозонной систем вентиляции с помощью применения децентрализованных систем в помещениях большого объема

общественно-административного назначения в наибольшей степени отвечают их особенностям больших площадей и объёмов.

**Подводя итоги проведённого анализа следует отметить:**

- Вопрос обеспечения микроклимата в помещении большого объема в совокупности с энергоэффективностью инженерных систем в настоящий момент решён ещё не полностью.
- До сих пор нет единого типового решения по созданию микроклимата в общественных помещениях большого объёма.
- Анализ свойств CO<sub>2</sub> показывает возможность использования его в качестве индикатора местоположения людей и их количества по площади помещения большого объема, данные которого обеспечивают соответствующее управление работой системой вентиляции.
- Проведённый анализ существующих методов реализации систем вентиляции в помещениях большого объема показал, что все они не учитывают самого главного фактора, а именно человеческого, ради которого в помещении устанавливается система вентиляции.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Белова Е.М. Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях, - М.: Евроклимат, 2006. - 640с. ил.
2. Белова Е.М. Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях, - М.: Евроклимат, 2006. - 640с. ил.
3. Вишневский Е.П., Децентрализация, журнал СОК, №11, 2004.
4. Вишневский Е.П., Реализация энергосберегающих технологий обработки воздуха на базе рециркуляционно-рекупирационных агрегатов моноблочного типа производства фирмы NOVAL, Журнал АВОК, 1998, №6, с.38-39.
5. Кувшинов Ю.Я., Круглогодичный тепловой режим здания и расход энергии системами кондиционирования микроклимата, Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук, М.1973г.
6. Кувшинов Ю.Я., Энергосбережение при кондиционировании микроклимата в гражданских зданиях, Диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук, М. 1989г
7. Сотников А.Г. Системы кондиционирования воздуха с количественным регулированием. Л.: Стройиздат, Ленингр. отд., 1976г., 168с.

8. Сотников А.Г., Системы кондиционирования и вентиляции с переменным расходом воздуха, 2-е изд. перераб. и доп. Л: Ленинград, отд. 1984г., 148с.