

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ КОМФОРТ В ЗДАНИЯХ

Тарасенко Ю.А.

ООО «Сименс»

Здания различаются по своему назначению: жилые дома, учебные заведения, офисные центры, магазины, больницы и многие другие. Несмотря на различия, здания имеют нечто общее – все они предназначены для защиты людей от внешних воздействий и создания комфортных условий пребывания. В промышленно развитых странах люди порой до 90% времени проводят внутри зданий: дома, на работе, в общественных местах. Поэтому качество этого “внутреннего мира” очень важно для самочувствия человека и производительности его труда. Важность такого “внутреннего благополучия” стало очевидным, когда начало возрастать количество людей с синдромом “нездорового здания”. Люди испытывали негативное влияние на организм, пока находились в помещении. Стоило выйти, эти симптомы пропадали. В чём же причины такого явления?

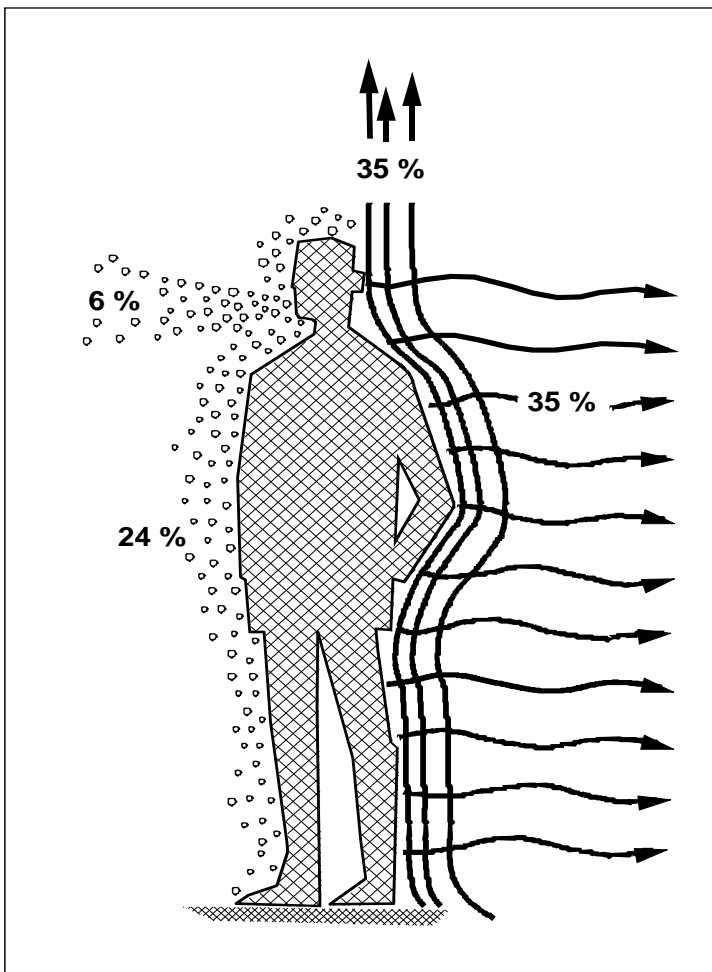
При исследовании факторов, влияющих на восприятие микроклимата, были обнаружены различные причины ухудшения самочувствия внутри зданий. Одни из них – объективные, другие – субъективные. Объективные причины представляют собой отклонения от санитарных норм, устанавливающих температуру, относительную влажность, качество воздуха, сквозняки, шум, освещение и др. Они могут быть измерены и подсчитаны. Субъективные причины связаны с индивидуальными особенностями человека и его социальной средой. Они не поддаются измерениям и подсчёту, но сильно влияют на самочувствие. Потребность человека в комфорте не ограничивается зданиями длительного пребывания: жильём или местом работы. Она распространяется и на здания, в которых человек находится редко или непродолжительное время: магазины, спортивные и развлекательные заведения, вокзалы и аэропорты, театры, музеи и т.д.

Тепловой баланс человека. Человек испытывает комфорт, когда его организм теряет столько же тепла в единицу времени, сколько вырабатывает. Нарушение температурного комфорта человек начинает испытывать прежде, чем ощутит нарушение других комфортных условий. Ощущение температурного комфорта в помещении очень индивидуально. Оно бывает разным у разных людей, в зависимости от закалки, возраста, здоровья, комплекции и др. Это ощущение может быть разным у одного и того же человека, в зависимости от его двигательной активности, эмоционального состояния и других обстоятельств. Микроклимат оказывает большое влияние на теплообмен человека, потоотделение, кровообращение и др. Температурный комфорт – одно из основных условий здорового микроклимата здания. Он поддерживается автоматизированными

системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Их цель – создание условий, при которых человек не задумывается о том, холодно ему или тепло. Температура воздуха в помещениях, предназначенных для отдыха или для работы без интенсивной двигательной нагрузки, обычно поддерживается в пределах от 20 С° до 25 С°.

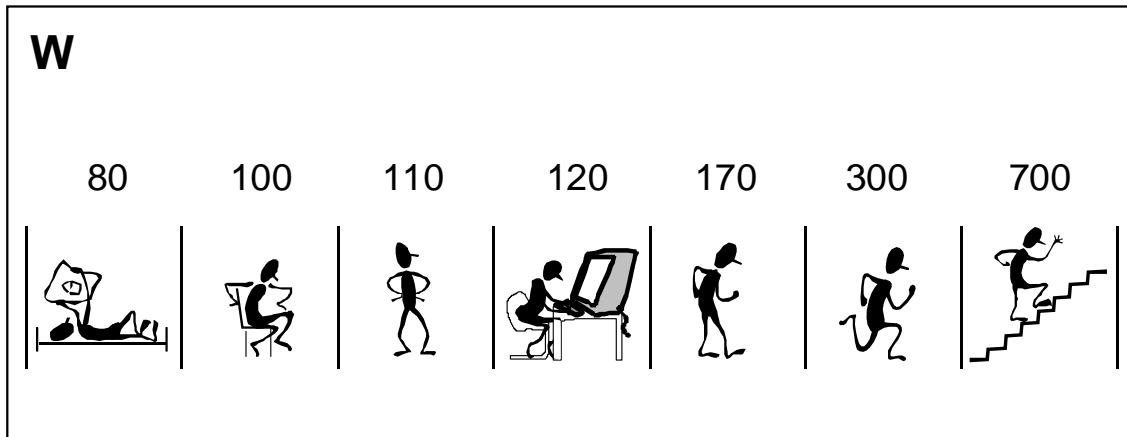
Человек отдаёт тепло. Известно, что нормальная температура тела человека равна 36.6 С°. Средняя же температура поверхности кожи – около 33 С°. В европейском климате температура человека в течение почти всего года выше температуры окружающей среды. А в помещениях комфортная температура воздуха всегда ниже температуры человека. Тепло передаётся от тела или среды с более высокой температурой к телу или среде с более низкой температурой. И никогда наоборот. Люди отдают тепло примерно в такой пропорции:

- 35% через теплопроводность и конвекцию;
- 35% через теплоизлучение;
- 24% через испарение;
- 6% через рот.



Отдача тепла человеком

Эти пропорции меняются с изменением температуры. При её повышении доля тепловыделения через испарение увеличивается. На теплообмен человека также влияет и влажность воздуха. Причём влияние влажности зависит от температуры воздуха и теплового излучения в помещении. Отдача тепла также усиливается с повышением физической активности. При низкой температуре воздуха физическая активность помогает согреться, а при высокой усиливает ощущение жары.



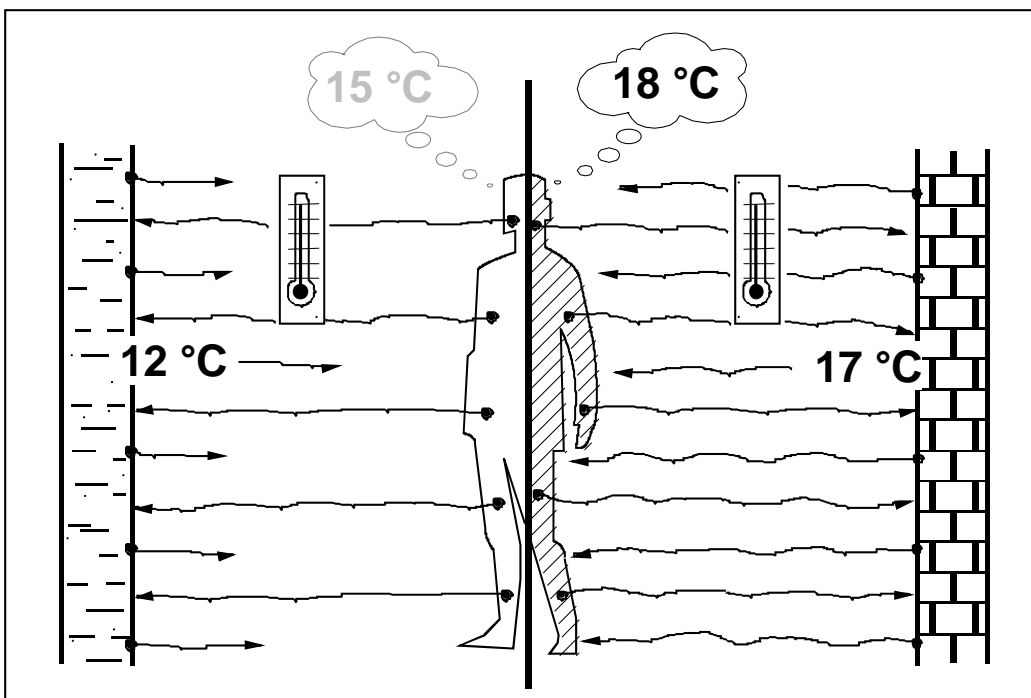
Физическая активность

При проектировании систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха должны учитываться как интенсивность двигательной активности людей, так и их количество. Цель автоматизированных систем жизнеобеспечения – поддержание условий, при которых тело человека способно без особых усилий сохранять в определенных пределах температурный баланс с окружающей средой, поскольку его возможности ограничены.

В чём же заключается температурный комфорт в зданиях? Комплексным показателем температурного комфорта человека служит не столько фактическая температура, сколько ощущаемая, которая помимо температуры воздуха зависит от следующих факторов:

- температура теплового излучения;
- влажность воздуха;
- скорость движения воздуха.

Температура теплового излучения. На ощущение температурного комфорта влияет тепловое излучение стен и перекрытий. Если температура внутренней поверхности стены зимой равна 17 °С, то комнатная температура воздуха 22 °С ощущается, как 18 °С. Если же при плохой теплоизоляции температура внутренней поверхности стены равна 12 °С, то комнатная температура воздуха 22 °С ощущается уже, как 15 °С.



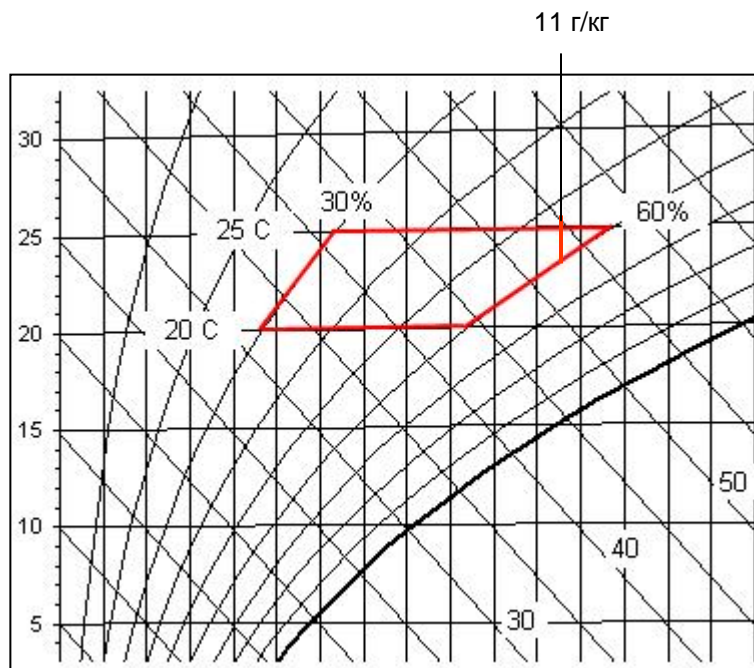
Ощущаемая температура

Разница температуры воздуха и температуры внутренней поверхности стены зимой не должна превышать 10 °С. Эта разница также является показателем энергоэффективности. Деятельность человека обычно связана с определенной частью помещения, называемой рабочей зоной. Ощущаемая температура в рабочей зоне является основным показателем температурного комфорта. Чтобы обеспечить комфорт жилых помещений, а также помещений, предназначенных для отдыха или работы без интенсивной двигательной активности, суммарная температура воздуха и внутренней поверхности стены должна составлять около 38 °С. При этом, принцип “тёплые стены, прохладный воздух” – предпочтителен.

Тепловой комфорт также зависит от условий, в которых находятся отдельные участки тела, особенно голова и ноги. Температура воздуха в помещении меняется от пола к потолку. Плохо, когда голова ощущает избыток тепла, а ноги – недостаток. Голова человека чувствительнее к тепловому излучению, а ноги – к температуре пола. Для температурного комфорта ног важную роль играют свойства теплоусвоения покрытия пола. Они характеризуются количеством тепла, отбираемым от ступней человека. Деревянные полы считаются тёплыми, а бетонные – холодными.

Влажность воздуха. На терморегуляцию организма сильно влияет влажность воздуха. Влага легче испаряется из организма в более сухом воздухе, что улучшает терморегуляцию. Одновременное повышение температуры и влажности уменьшает испарение влаги из организма и ухудшает теплообмен человека с окружающей средой, что приводит к

перегреву организма. Самочувствие ухудшается. Сухой воздух при более высокой температуре может казаться холоднее влажного воздуха при более низкой температуре. При низкой влажности и низкой температуре отдача тепла усиливается, организм охлаждается, и человек ощущает озноб. Относительная влажность воздуха в помещении должна поддерживаться в пределах от 30% до 60%. При этом, абсолютная влажность не должна превышать значение 11 г/кг, иначе человек будет испытывать лёгкое ощущение удушья при температуре у верхней границы комфортной зоны, поскольку высокая температура воздуха легче переносится при низкой влажности.



Температурно-влажностный режим в помещении

Скорость движения воздуха. Увеличение скорости движения воздуха вызывает увеличение конвективного теплообмена. Движение воздуха может приводить к ощущению холода при нормальной температуре. Теплообмен потоков воздуха с отдельными участками тела способствует их локальному охлаждению. Высокая скорость движения воздуха в помещении может негативно сказываться на здоровье человека. Чтобы не было ощущения сквозняков, нормальная скорость движения воздуха в помещении должна быть, примерно, 0,1 - 0,2 м/сек. Зимой она не должна превышать 0,15 м/сек., а летом – 0,25 м/сек.

Оболочка здания. Ограждающие конструкции, включающие в себя фундамент, стены и крышу, создают оболочку здания. Она защищает от внешних погодных воздействий внутренний микроклимат, создаваемый системами жизнеобеспечения, и влияет на ощущения температурного комфорта. Внешняя среда воздействует на здание температурными

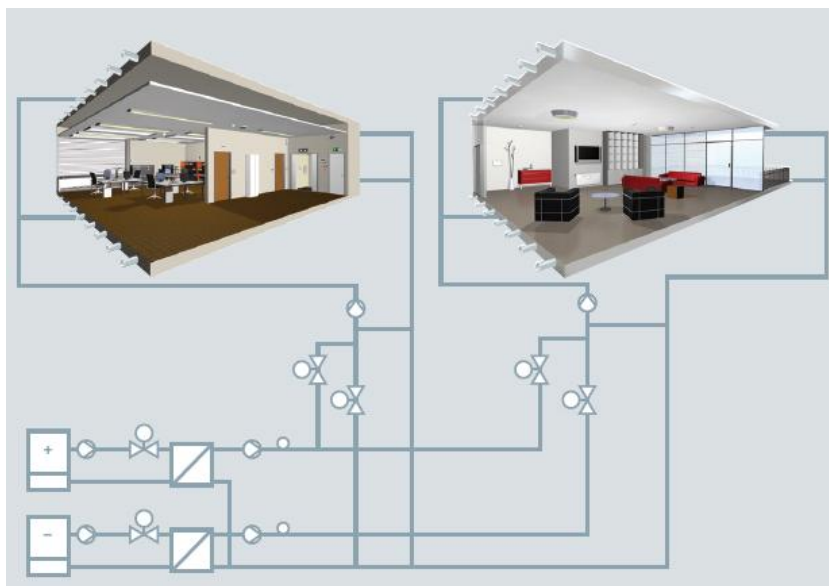
колебаниями, солнечным излучением, ветром, осадками и т.д. Оболочка здания должна выстоять перед натиском всех этих неприятных для человека воздействий.

Для экономии энергоресурсов на обогрев или охлаждение здания изначальным требованием является значительное улучшение теплоизоляции защитных конструкций. Чем надёжнее теплоизоляция, тем лучше сохраняются тепло зимой или прохлада летом внутри оболочки здания. При этом экономится энергия, и повышается температурный комфорт. Хорошая теплоизоляция и толстые стены приводят к накоплению тепла, полученного также от внутренних источников: ламп, офисной техники, людей и т.д.

Важное свойство оболочки здания – её теплоёмкость. При расчете материалов ограждающих конструкций необходимо учитывать теплоёмкость их массы, а также тепловое сопротивление. Благодаря этим двум величинам, здание нагревается и охлаждается постепенно, а не скачкообразно. Теплоёмкость и тепловое сопротивление определяют тепловую постоянную времени – от 10 часов в панельных домах до 35 часов в кирпичных. Тепловая инерционность здания выравнивает температурные колебания за счёт отложенной потребности в обогреве или охлаждении.

Возможность использования теплоёмкости массы конструкции для экономии на обогреве или охлаждении содержит в себе большой энергосберегающий потенциал. Летом, например, можно компенсировать высокие дневные температуры низкими ночными температурами. При достаточной теплоёмкости здание остаётся комфортно охлаждённым даже в самое жаркое время дня без необходимости включения охлаждающего оборудования. Здание также остаётся комфортно обогретым без отопления, если температура наружного воздуха ночью опустится ниже установленной для начала отопительного сезона отметки. В остальное время года, особенно в переходные сезоны – весной и осенью, теплоёмкость сглаживает влияние кратковременных колебаний температуры наружного воздуха на температуру в помещении.

Для экономии на обогреве или охлаждении за счёт использования теплоёмкости конструкции здания применяются термически активированные системы – TABS (Thermally Activated Building System). Система TABS предназначена для обогрева или охлаждения воздуха в помещениях за счёт лучевого теплообмена между железобетонными перекрытиями и воздухом в помещениях. Нагрев или охлаждение самого перекрытия регулируется путем циркуляции воды по замурованному в нём змеевику из полимерных труб.



Нагрев и охлаждение перекрытия

Если накопительный максимум перекрытия не обеспечивает потребность помещения зимой в обогреве, а летом в охлаждении, то можно частично использовать обычные системы обогрева или охлаждения, а также нетрадиционные системы, использующие энергию окружающей среды: воздуха, воды, грунта и др. Правильное использование теплоемкости оболочки здания усредняет дневные и ночные перепады температуры и уменьшает затраты энергии. При этом температурный комфорт оказывается выше, так как тепловое излучение от стен и перекрытий расширяет границы ощущения комфорта.

Поддержание температурного комфорта в здании – важная и нелёгкая задача. Она должна решаться ещё на стадии проектирования с учётом всех вышеперечисленных условий. Современные технологии автоматического управления системами жизнеобеспечения создают основу для поддержания высоких технических характеристик здания и поддержания здорового микроклимата в помещениях. Хотя большинство процессов поддержания санитарных норм автоматизировано, проектные решения должны предусматривать возможность для пользователя изменять параметры микроклимата в помещении, в соответствии с индивидуальным ощущением комфорта. Комфортные условия в помещениях, наряду с энергоэффективностью и экологичностью, являются главными критериями “зелёного здания”.

Меньше “нездоровых зданий” – больше здоровых людей.