

## Комнатный воздух – Тихий убийца

ISBN 91-631-6161-3

LÖWEX Trycksaker AB, Växjö, 2004

Layout: Pegelow Design

Cover picture: Johnér Bildbyrå

ВВЕДЕНИЕ .....	4
Глава 1	Зачем нужна хорошая вентиляция. .... 6
	Система вентиляции предназначена для очистки воздуха в здании от примесей и подачи свежего воздуха в помещения. Это так просто!... 8
	Работы по снижению концентрации радона приостановились. .... 10
Глава 2	Микроклимат помещения и здоровье..... 11
	Жилище и отделочные материалы. .... 12
	Наш дом. .... 13
	Детские сады, школы, офисы ..... 15
	Радон ..... 16
	Основные факторы внутренней среды помещений. .... 17
	Мифы о внутренней среде и ее влиянии на здоровье ..... 21
Глава 3	Важные исследовательские проекты. .... 27
	IEA. .... 29
	Проект NatVent ..... 30
Глава 4.	Вентиляционная система ..... 31
	Кто отвечает за улучшение вентиляции здания? ..... 32
	Технические решения ..... 32
	Обслуживание и уход ..... 35
	Шум вентиляционных установок ..... 36
	Измерения ..... 36
Глава 5.	Вентиляция и энергосбережение ..... 37
	Совокупные затраты в течение срока службы ..... 37
	Потери энергии при естественной тяге. .... 39
Глава 6	Все, что Вам НЕОБХОДИМО знать ..... 40
	Проверка качества вентиляционной системы. .... 43
Глава 7	Термины и ссылки. .... 44

## ВВЕДЕНИЕ

Мы редко задумываемся, насколько наша жизнь зависит от качества воздуха в помещении. В Северной Европе люди проводят в помещении 90 % времени. Это означает, что воздух, которым мы дышим, почти всегда проходит через воздухообрабатывающие агрегаты и воздуховоды здания. Человек ежедневно потребляет от 20 до 30 кг воздуха. За то же время он съедает один килограмм пищи и выпивает около трех литров жидкости. Хорошо известно, что воздух, которым мы дышим, оказывает сильное влияние на наше здоровье, самочувствие и работоспособность. Мы очень тщательно выбираем продукты питания, но до сих пор недооцениваем влияние воздушной среды, в которой проводим так много времени.

Только в Швеции из-за низкого качества воздуха в помещениях ежегодно умирает более 500 человек, в большинстве случаев причиной этого является отравление радоном.

До настоящего времени в Швеции не проводились широкие исследования внутренней среды в помещениях. И дело не в отсутствии компетентных специалистов. Напротив, среди специалистов мирового класса по внутренней среде помещений – несколько шведов. Причина этого – в отсутствии тщательного планомерного изучения данного вопроса исследовательскими организациями, чье внимание почти полностью сфокусировано на внешней среде. Аналогичная ситуация сложилась и во многих других странах, где исследования окружающей среды сводятся только к изучению внешней среды.

Исследования качества воздуха в помещении считаются второстепенными, что порой приводит к фатальным последствиям. Микроклимату помещений не уделяется должного внимания и, соответственно, не выделяются средства на приобретение хороших вентиляционных систем. В итоге страдает наше здоровье. Пятьдесят лет назад аллергия была мало распространена. Сегодня трудно найти человека, который сам не является аллергиком или не может указать в своем ближайшем окружении людей, страдающих аллергией. Существует множество примеров того, насколько сильно влияет на нас воздух помещения, которым мы дышим 21 час из 24 часов в сутки.

Мы знаем, насколько работоспособность человека зависит от чистоты и свежести воздуха. Кто из нас, зайдя в конференц-зал, учебный класс или небольшой кабинет, не открывал сразу же окно со словами: «Бедные, как вы можете тут находиться?» Если дело происходит зимой, то окно скоро будет снова закрыто, чтобы не стало холодно. Остается надеяться, что за это время в помещение попадет хотя бы небольшое количество свежего воздуха.

Свежий воздух в помещении – это основа хорошего самочувствия. А наличие свежего воздуха в помещении зависит от качества вентиляции.

Потребность в хорошей вентиляции очевидна. Почему в Европе в жилых домах и производственных зданиях до сих пор так плохо организована вентиляция? Одной из причин этого является широко распространенное мнение, будто хорошая вентиляция стоит дорого. На самом деле все обстоит по-другому: хорошая вентиляция как раз способствует снижению расходов. Простота монтажа и эксплуатации, утилизация тепла и регулирование расхода воздуха в соответствии с реальной потребностью – вот три основных фактора, благодаря которым снижаются затраты на электроэнергию. К сожалению, объем средств, выделяемых на строительство новых и реконструкцию старых зданий, невелик. Будущие владельцы хотят сэкономить, забывая, что при этом наносится вред внутренней среде помещений. Немногие осознают, что стандартные требования к качеству воздуха в помещении занижены. Еще реже предпринимаются какие-либо меры по улучшению микроклимата в помещении, кроме соблюдения стандартных требований. Конечно, иногда и при таком подходе может быть достигнуто приемлемое качество воздуха, но с очень малым запасом. Например, если в конференц-зале, рассчитанном на десять человек, вдруг окажется пятнадцать человек (весьма распространенный случай), то качество воздуха в нем немедленно ухудшится. Пятнадцать человек будут испытывать дискомфорт, их работоспособность резко падает.

Другой причиной того, что вопросы вентиляции в настоящее время не являются приоритетными ни для строителей, ни для исследователей, является пассивная позиция производителей воздухообрабатывающего оборудования. Мы не достаточно активно пропагандируем выгоду от хорошей вентиляции. Мы не достаточно активно используем огромное количество знаний, накопленных в данной области. Мы до сих пор довольствуемся выполнением минимальных требований.

При помощи данного буклета, выпущенного на основе отчета «Хорошая вентиляция», мы надеемся показать, насколько важно повсеместно привлечь внимание к преимуществам хорошей вентиляции жилых домов, офисов, школ и т.п. Мы должны понять, что деньги, потраченные на хорошую вентиляцию – это, в первую очередь, капиталовложения в здоровье и работоспособность людей.

Ингвар Уайберг  
*Директор-распорядитель Svensk Ventilation*

## Зачем нужна хорошая вентиляция

Чистый воздух является одним из важнейших условий существования жизни как таковой. Однако в воздухе всегда содержатся примеси, количество которых зависит от многих причин. Для снижения загрязненности наружного воздуха принимаются различные меры.

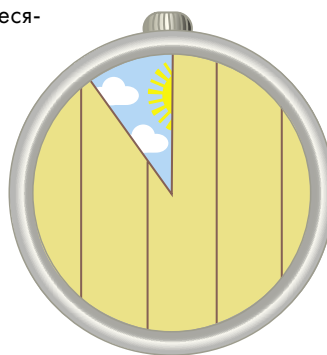
В то же время для повышения качества воздуха в помещениях делается очень немного. И это несмотря на то, что во всех частях света большую часть времени люди проводят в помещении. Например, жители Северной Европы проводят в помещении до 90 % времени.

Воздух в помещении изначально загрязнен примесями, содержащимися в наружном воздухе. Поэтому газ, который мы вдыхаем, является смесью наружного воздуха и примесей, выделяемых строительными материалами, машинами, людьми, животными и другими источниками загрязнения, находящимися в помещении. Современные дома обычно отличаются плотной изоляцией, поэтому внутри зданий быстро накапливаются загрязняющие вещества, если для их удаления не используются специальные системы.

Где бы ни находились люди – на работе, в школе или дома, при вдыхании очищенного воздуха их самочувствие и работоспособность улучшаются. Результаты исследований показывают, что с улучшением вентиляции в офисе уменьшается количество заболеваний (а, значит, и отпусков по болезни) среди персонала. Это подчеркивает необходимость улучшения качества воздуха.

Быстрыми темпами растет количество людей, страдающих различными видами аллергии. Даже наука не в состоянии объяснить причину столь широкого распространения этого заболевания. Очень важным фактором является внутренняя среда помещения – это признано всеми. Таким образом, снижение заболеваемости аллергией напрямую связано с повышением качества вентиляционной системы.

Сегодня практически не существует препятствий для улучшения качества воздуха в помещении. В этой области выработаны современные требования, которые должны неукоснительно выполняться. Вряд ли найдется человек, который



*Indoor time –  
outdoor time*

станет отрицать важность исследований влияния качества воздуха на наше здоровье и самочувствие. В правительственном отчете о состоянии здравоохранения и окружающей среды (№ SOU 1996 : 124) сформулирована основная задача государственной комиссии по изучению данного вопроса: «Должна быть исключена возможность заболевания или ухудшения самочувствия из-за низкого качества внутренней среды помещения». Для достижения данной цели в докладе предлагается решить две задачи, в каждой из которых важная роль отведена вентиляции:

- **Устаревшее вентиляционное оборудование жилых домов, школ и дошкольных учреждений должно быть приведено в соответствие с требованиями современных стандартов.**
- **Все жилые дома, школы и дошкольные учреждения с концентрацией радона в помещениях, превышающей предельно допустимое значение, подлежат реконструкции не позднее 2010 г.**

В докладе также говорится о наиболее распространенной проблеме, препятствующей улучшению вентиляции. Считается, что хорошая вентиляционная система потребляет больше электроэнергии. В то же время одной из важнейших задач мирового масштаба является снижение энергопотребления. В настоящее время появились простые и эффективные решения для утилизации тепла и регулирования расхода воздуха. Системы вентиляции, спроектированные с использованием данных решений, позволяют эффективно экономить энергию. Таким образом, противоречие между высоким качеством вентиляции и низкой потребляемой мощностью осталось в прошлом.

Несмотря на это, прогресс в области улучшения качества воздуха в помещении почти не ощущается. На это есть несколько причин:

- *Кроме вопросов, связанных с вентиляцией, при строительстве или реконструкции здания приходится решать ряд других проблем. Причем, если обнаружить дефект электропроводки или перекошенное окно очень просто, то определить, что система вентиляции выполнена неудачно, гораздо сложнее.*
- *Все чаще архитекторы, проектирующие новые или переоборудующие старые здания по последнему слову техники, относят качество воздуха к приоритетным вопросам. Но и в этом случае сведения о современных вентиляционных системах и альтернативных решениях могут затеряться в огромном потоке информации, необходимой для осуществления проекта.*
- *Данные о том, насколько важным для нас является качество воздуха, существуют, но они не распространены широко. Мы знаем, что наше самочувствие улучшается, когда мы дышим чистым воздухом. Мы знаем также, что при этом мы лучше работаем и меньше боеем. Но мы не знаем, насколько лучше, так*

как в этом направлении не проводились серьезные исследования. В результате многие рады уже тому, что соблюдаются минимальные требования стандартов по качеству воздуха. Будем надеяться, что эта ситуация изменится в лучшую сторону.

- Хорошая вентиляция требует вложения немалых средств. При этом расходы на вентиляцию часто считаются просто издержками, а вовсе не капиталовложением в улучшение здоровья каждого, кто будет находиться в здании. К счастью, затраты на вентиляцию окупаются довольно быстро по многим причинам.

## Система вентиляции предназначена для очистки воздуха в здании от примесей и подачи свежего воздуха в помещения. Это так просто!

Мы обладаем всеми необходимыми знаниями и средствами – и ничего не делаем

Сегодня никто не будет спорить с тем, что хорошая вентиляционная система является необходимым условием для обеспечения свежего воздуха в помещении. Это касается и жилых домов, и производственных зданий. Множество зданий во всех странах мира оборудованы вентиляцией невысокого качества. Результаты исследований и отчеты по этому вопросу говорят об одном: низкое качество воздуха в помещениях является причиной заболеваний.

Национальный институт здравоохранения Швеции в своем пресс-релизе в 2001 г. привел следующие данные, связанные с переоборудованием школьных помещений в рамках программы по профилактике аллергии.

**«Осведомленность о том, как адаптировать окружающую среду в школьных помещениях для детей, страдающих аллергией, возросла, но еще многое предстоит сделать. На сегодняшний день лишь четверть городов страны располагают дошкольными учреждениями и школами, приспособленными для детей, страдающих аллергией».**

Исследования проводились Национальным институтом здравоохранения совместно со шведской ассоциацией по борьбе с астмой и аллергией. В то время как авторы доклада ловко оперируют цифрами, 75 процентов муниципалитетов страны не сделали ничего для улучшения вентиляции в подведомственных им зданиях. И это несмотря на то, что более 40 процентов школьников страдают аллергией, и их число продолжает увеличиваться!





## Работы по снижению концентрации радона приостановились

Одной из областей, в которой накоплен солидный запас доступных для всех данных, является воздействие радона на организм человека (более подробно об этом рассказывается на стр. 23). Однако опыт показывает, что одного обладания знаниями мало для того, чтобы что-то изменилось. Это в первую очередь относится к проблеме радона. В настоящее время в Швеции от 280 000 до 500 000 домов нуждаются в проведении работ по снижению концентрации радона.

В 2003 г. на национальную программу защиты зданий от загрязнения внутреннего воздуха радоном было выделено 33 млн. шведских крон (по 15 000 крон на одно здание). Столько же было выделено в 2004 г. Несмотря на это, объемы выполненных работ крайне невелики, осваивается только третья часть выделенных средств. С такими темпами для защиты всех нуждающихся в этом квартир и домов в Швеции потребуется 400 лет. Это, конечно же, абсурд. В 1996 г. было запланировано закончить защиту всего жилого фонда к 2020 г. В декабре 2003 г. Шведский союз арендаторов жилья потребовал ускорения темпов работ по ликвидации радоновых загрязнений. В опубликованном им пресс-релизе говорилось о том, что ежегодно, по крайней мере, 500 человек умирают из-за присутствия радона в их жилищах. Председатель Союза, Барбро Энгман, потребовала обязательного обследования всех жилищ на предмет наличия радона с занесением результатов измерений его концентрации в официальный регистр, доступный для широкой общественности. Энгман также требует дотации на проведение защиты зданий от загрязнения радоном в многоквартирных домах.

Шведский союз арендаторов жилья требует относиться к проблеме радона серьезно, и он отнюдь не одинок в своих требованиях. Не смотря на это, до настоящего времени мало что изменилось.

## Микроклимат помещения и здоровье

Воздух помещения, в котором вы находитесь, может быть опасен для жизни.

В нем содержится множество опасных для здоровья (может быть, смертельно опасных) веществ. Присутствующие в воздухе частицы радона ежегодно уносят жизни сотен людей в Швеции. Огромное разрушительное воздействие на здоровье оказывает также курение и простое вдыхание табачного дыма.

Плохая вентиляция ничуть не снижает уровень опасности, которой мы подвергаемся каждый день: плесневые грибки, прекрасно себя чувствующие в насыщенном влагой воздухе помещения, строительные и отделочные материалы, не проверенные на предмет длительного использования в помещениях – это только некоторые из проблем. Полмиллиона человек в Швеции заболело в результате воздействия на них отрицательных факторов внутренней среды помещений – об этом говорится в вышедшей в 1999 г. «Книге о внутренней среде», среди авторов которой – Национальный Комитет здравоохранения и социального обеспечения.

Взрослый человек  
ежесуточно потребляет  
приблизительно 8 кг или  
25 000 литров воздуха.

В воздушной среде помещения содержатся сотни постоянных примесей, самыми ядовитыми из которых являются озон, радон и ароматические углеводороды.

Воздух в помещении загрязнен огромным количеством примесей. Вредные вещества выделяются строительными материалами, мебелью и оргтехникой (основными источниками загрязнений являются копировальные машины и устаревшие компьютерные мониторы). Прочими распространенными источниками загрязнения воздуха в помещениях являются табачный дым, плесень, моющие средства, люди и животные.

Люди загрязняют воздух разными путями – от использования парфюмерии до приготовления пищи. Кроме того, мы выдыхаем углекислый газ. Находясь в помещении с избыточным содержанием углекислого газа в воздухе, мы начинаем испытывать головную боль, головокружение и тошноту. Обычно повышение концент-



Adults consume this much air,  
water and food per day

рации углекислого газа в помещении связано с тем, что вентиляция отсутствует или не рассчитана на присутствие большого количества людей. Высокая концентрация углекислого газа обычно сопровождается высоким содержанием прочих примесей в воздухе.

Одним из малоизученных и трудноустраняемых нарушений физического состояния человека является так называемый Синдром “Больных Помещений” или SBS (Sick Building Syndrome), возникающий из-за пребывания в помещении с низким качеством внутренней среды. SBS проявляется в виде таких симптомов, как тошнота, головная боль, раздражение кожи, насморк и т.д. Человек начинает страдать от SBS, когда попадает в какое-то определенное здание, причем симптомы усиливаются с увеличением количества людей в помещении и исчезают, когда человек покидает данное помещение. У людей, подвергающихся SBS в течение длительного времени, снижается иммунитет, и болезнь переходит в хроническую стадию. Обследование 5000 человек на севере Швеции показало, что почти половина из них испытывают по крайней мере один из симптомов SBS каждую неделю. Четверть из них обратились за врачебной помощью по поводу этих симптомов. Выявлены наиболее распространенные причины SBS – плохая вентиляция и некачественная уборка помещений, высокая влажность воздуха, способствующая образованию плесени, присутствие копировальных машин и увлажнителей воздуха.

Для улучшения самочувствия необходимо снизить содержание примесей в воздухе помещения, и, по возможности, удалить источники загрязнения.

## Жилище и отделочные материалы

Сто лет назад строительство домов велось только при благоприятных погодных условиях, когда было сухо и тепло. Дома строились из дерева и камня, современных строительных материалов еще не было.

В настоящее время жилищное строительство ведется круглый год. Изобретается огромное количество новых строительных материалов. Строительство проводится быстро не только из соображений экономии. Часто будущий собственник хочет, чтобы его дом был готов как можно скорее.

При обустройстве помещений часто используются дизайнерские решения, для которых требуются новые отделочные материалы. Во многих зданиях устанавливается большое количество компьютерных мониторов и лазерных принтеров, которые, как известно, являются источниками загрязнения воздуха.

В связи с этим к вентиляционным устройствам предъявляются новые требования. Для классификации материалов по степени загрязнения окружающей среды

специалисты используют термины «сильно загрязняющий» и «слабо загрязняющий». Большинство строительных материалов выделяют наибольшее количество загрязняющих веществ в первое время после изготовления. Сокращение сроков сдачи объекта заказчику часто приводит к тому, что в процессе строительства новые дома загрязняются больше, чем за все остальное время их эксплуатации.

## Наш дом

Для большинства из нас дом является местом, где мы проводим наибольшее количество времени. Здесь мы спим, наслаждаемся компанией семьи и друзей, отдыхаем, а иногда и работаем. Но мало кто задумывался о том, каким воздухом мы дышим. Подходит ли он для того, чтобы мы могли заниматься любыми видами деятельности? Способствует ли он тому, чтобы мы чувствовали себя хорошо в своем доме?

Обычно ответ на этот вопрос неоднозначен.

Если дом оборудован вентиляцией, качество которой оценивается как «достаточное», то есть соответствующее минимально допустимым нормам, то каждый час должна происходить замена половины всего объема воздуха в помещении. Это не означает, как считают большинство из нас, что оставшаяся половина будет заменена еще через час. На это потребуются гораздо больше времени, поскольку вновь поступивший воздух смешивается со старым воздухом. Только спустя четыре часа количество старого воздуха становится настолько малым, что можно считать, что произошла полная замена.

Вряд ли такая интенсивность воздухообмена достаточна для обеспечения хорошего качества воздуха, поэтому так высока заболеваемость. Люди, страдающие различными формами аллергии, нуждаются в более интенсивном воздухообмене.

В большинстве домов используется весьма простая, можно сказать примитивная, вентиляция. Многие из них вентилируются за счет естественной тяги, часто только через форточки. При «естественной тяге» теплый воздух помещения поднимается по вытяжному воздухопроводу и заменяется приточным наружным воздухом. Наружный воздух попадает в помещение через форточки, клапаны приточного воздуха или через щели и отверстия в здании.

За счет естественной тяги обеспечивается определенный уровень воздухообмена. Можно отметить, что в домах с естественной вентиляцией воздух в спальне хуже, чем в остальных помещениях.

Многие считают, что вентиляция в их домах оставляет желать лучшего, и поэтому предпринимают самостоятельные шаги по ее улучшению. Они устанавливают вентиляторы, часто в ванных комнатах и кухнях. При этом качество воздуха в поме-



щении несколько повышается. Но поскольку в многоквартирных домах вентиляционные каналы обслуживают множество квартир, то в остальных квартирах обстановка ухудшается.

Что касается новостроек, то в них выполняются лишь минимальные требования по воздухообмену. Этого было бы вполне достаточно, если бы количество находящихся в комнатах людей не превышало количества, установленного нормами. Однако это условие, как правило, не выполняется. Кроме того, минимальные требования не учитывают, что кто-либо из жильцов может обладать повышенной чувствительностью к загрязняющим веществам.

В зданиях, построенных после 1970 г., воздухообмен обычно гораздо хуже, чем это предусмотрено самыми минимальными требованиями. Впоследствии изоляция домов становилась все более совершенной, но не уделялось должного внимания улучшению вентиляции. В результате циркуляция воздуха внутри домов практически не происходит.

Однако современные знания и технологии позволяют сделать так, чтобы хорошая изоляция не препятствовала созданию комфортных условий в доме.

## Детские сады, школы, офисы

В помещениях, где мы работаем, также необходимо улучшать качество воздуха. Требования законодательства по условиям труда в большинстве случаев выполняются. Однако заложенные в них нормы по расходу воздуха крайне занижены. По этой причине в детских садах и школах проблемы с вентиляцией возникают наиболее часто.

Требования к качеству воздуха в административных помещениях также занижены. Это становится особенно заметно, например, когда в конференц-зале, рассчитанном на десять человек, на пару часов собирается пятнадцать человек. В этом случае воздух быстро становится мало пригодным для дыхания, а самочувствие присутствующих ухудшается. Очень часто в кабинете, рассчитанном на троих, размещается четыре работника, поскольку компания хочет сэкономить на арендной плате.

В детских садах группы становятся все многочисленнее. Это означает, что дети вынуждены находиться в пространстве, где им тесно даже физически, не говоря уж о недостатке свежего воздуха. Дети чувствительнее взрослых и быстрее реагируют на возникающие проблемы. К тому же законодательство по обеспечению условий труда в Швеции нацелено на потребности школьников и взрослых, а дошкольные учреждения оставлены без должного внимания. И если даже взрослые не возмуща-

ются условиями на своих рабочих местах, то добиться осуществления права детей на здоровые условия вдвойне сложно.

Школы также нуждаются в свежем воздухе.

Сегодня никого не удивит тем, что в классе, рассчитанном на 25 учащихся и одного учителя, находятся 30 учащихся и учитель с ассистентом, т.е. 32 человека вместо 26. Даже если вентиляция здания нормально обслуживает расчетное количество людей, то как быть с шестью или семью «лишними»? Ухудшение микроклимата в помещении происходит очень быстро. Спертый воздух мешает сосредоточиться. И для учащихся, и для учителей это очень плохо, поскольку процесс обучения требует усиленного внимания учащихся.

Еще одна проблема, касающаяся в первую очередь школ, состоит в том, что после энергетического кризиса семидесятых годов старые здания с приточно-вытяжной вентиляцией на естественной тяге были перестроены так, чтобы на их отопление требовалось меньше энергии. Школьные здания были дополнительно теплоизолированы без улучшения их вентиляции. В результате температура внутри зданий повысилась, а воздух в помещениях остается практически неподвижным, что, естественно, приводит к недопустимо высокой концентрации углекислого газа, когда классы наполняются учениками. Практически повсеместно концентрация превышает 3000 млн<sup>-1</sup>, в то время как, согласно действующей в Швеции директиве по безопасным условиям труда, концентрация CO<sub>2</sub> не должна превышать 1000 млн<sup>-1</sup>.

## Радон

Почти полмиллиона домов в Швеции настолько загрязнены радоном, что требуется их специальная обработка.

Предельно допустимая концентрация радона в жилых помещениях составляет 200 Бк/м<sup>3</sup> (Беккерелей на кубометр). По расчетам Шведского агентства радиационной защиты SSI, приблизительно в 150 000 домах концентрация радона превышает 400 Бк/м<sup>3</sup>, т.е. в два раза выше предельно допустимой. Приблизительно в таком же количестве домов она составляет 200-400 Бк/м<sup>3</sup>, то есть также превышает норму.

Радон присутствует в стройматериалах, выпускавшихся вплоть до 1975 г., в так называемом «алюминиево-сланцевом бетоне». Далеко не все знают о проблеме, связанной с природным, т.е. выделяющимся непосредственно из-под земли радоном. Десять процентов населения Швеции проживает на почвах с высоким содержанием радона. Вода (например, из артезианских скважин) также содержит радон. Ежегодно от рака легких в Швеции умирает 3000 человек. Подсчитано, что причиной смерти около 500 из них является превышение допустимой концентрации радона



в их жилищах. Причинами смерти остальных является табачный дым и другие загрязняющие вещества.

Проблеме радона были посвящены многие исследования, поэтому она была изучена достаточно широко. Для ее решения были выделены дополнительные средства. Власти и ученые единодушно убеждены в исключительной важности данной проблемы. Не смотря на это, отмечается крайне низкая заинтересованность в решении этой проблемы со стороны владельцев зданий – как многоквартирных, так и индивидуальных домов. Радон не имеет ни цвета, ни вкуса, ни запаха. Он просто незаметен. Но радон вызывает рак. Он убивает!

Измерить концентрацию радона просто. Наиболее распространенный метод измерения основан на использовании так называемой индикаторной пленки, которую производят в измерительной лаборатории. В экологической службе любого муниципалитета вам объяснят, где приобрести эту пленку. Многие муниципалитеты производят такие измерения бесплатно. Индикаторная пленка раскладывается в нескольких местах внутри дома и оставляется там на пару месяцев. Затем она высылается в лабораторию для оценки результата измерения.

Если выяснится, что концентрация радона в жилище очень высока, то следует воспользоваться одним из нескольких существующих способов ее снижения. Выбор способа зависит от того, что является источником радона (почва, вода или строительные материалы), и насколько высока его концентрация. Если радон выделяется из почвы, то для его удаления можно, например, установить вытяжной вентилятор понижающий давление внутри помещения. Если здание оборудовано системой вытяжной вентиляции, то для снижения концентрации радона ее следует заменить комбинированной системой приточно-вытяжной вентиляции. Если высокое содержание радона вызвано строительными материалами, использовавшимися при строительстве здания, то в наиболее загрязненных местах лучше всего попробовать эти материалы заменить. Если это невозможно, то обеспечьте высококачественную вентиляцию помещения – это также дает хороший эффект.

## Основные факторы внутренней среды помещений

### Скорость воздушного потока

Для того чтобы воздух в помещении сохранял высокое качество, он не должен застаиваться. Общее назначение вентиляции – удаление несвежего воздуха из помещения и замена его свежим наружным воздухом.

Однако, если скорость воздушного потока слишком высока, то люди испытывают дискомфорт. Сквозняк для многих так же неприятен, как и духота. Если Вы очень



чувствительны к сквознякам, то при нормальной комнатной температуре даже такая небольшая скорость воздушного потока, как 0,15 м/с, будет для Вас довольно неприятна. Большинство из нас испытывают неприятные ощущения при скорости воздушного потока 0,25 м/с и выше. Таким образом, для обеспечения хорошей вентиляции помещений должно быть предусмотрено регулирование скорости воздушного потока.

## Влажность

Несколько лет назад словосочетание «сухой воздух» было у всех на устах, и многие стремились обзавестись увлажнителями. Мы обычно считали, что воздух в помещении слишком сух, а наиболее распространенным решением проблемы было повышение влажности с помощью увлажнителя.

Однако довольно часто диагноз «сухой воздух» ставился неправильно, поскольку в действительности проблема заключалась в слишком высокой температуре (см. «Мифы о внутренней среде и ее влиянии на здоровье», стр. 29), или повышенной концентрации загрязняющих веществ. К жалобам на сухость воздуха следует относиться серьезно, поскольку они всегда имеют под собой основу: пониженное содержание влаги в воздухе или его низкое качество.

При понижении температуры относительная влажность возрастает. Таким образом, наилучшее, что Вы можете сделать, если почувствуете, что воздух в помещении слишком сух – это понизить его температуру.

## Температура.

Комфортной считается следующая температура воздуха в помещении: зимой 20–22 °С, летом 22-24 °С. Результаты многих исследований показывают, что отклонение температуры на 1-2 °С вверх или вниз может существенно снизить нашу трудоспособность. Причем речь идет не только о трудоспособности, но и о здоровье. Другими словами, мы хуже выполняем свою работу, теряем способность ясно мыслить, и результаты нашего труда оказываются значительно ниже тех, на которые мы способны, работая в комфортных условиях.

Например, оптимальные условия с точки зрения чувствительности и двигательных навыков пальцев обеспечиваются при температуре воздуха 20 °С. Поскольку при понижении температуры организм отдает тепло в первую очередь жизненно важным органам, то температура конечностей понижается. При 16 °С температура пальцев снижается настолько, что становится трудно правильно писать.

Если в помещении жарко, то способность ясно мыслить резко снижается. Так при температуре 27 °С эта способность уменьшается на 30–50 %.

#### Левит. Глава 14.

33. И сказал Господь Моисею и Аарону, говоря:

34. когда войдете в землю Ханаанскую, которую Я даю вам во владение, и Я наведу язву проказы на дома в земле владения вашего,

35. тогда тот, чей дом, должен пойти и сказать священнику: у меня на доме показалась как бы язва.

36. Священник прикажет опорожнить дом, прежде нежели войдет священник осматривать язву, чтобы не сделалось нечистым все, что в доме; после сего придет священник осматривать дом.

37. Если он, осмотрев язву, увидит, что язва на стенах дома состоит из зеленоватых или красноватых ямин, которые окажутся углубленными в стене,

38. то священник выйдет из дома к дверям дома и запрет дом на семь дней.

39. В седьмой день опять придет священник, и если увидит, что язва распространилась по стенам дома,

40. то священник прикажет выломать камни, на которых язва, и бросить их вне города на место нечистое;

41. а дом внутри пусть весь оскоблят, и обмазку, которую отскоблят, высыпят вне города на место нечистое;

42. и возьмут другие камни, и вставят вместо тех камней, и возьмут другую обмазку, и обмажут дом.

*Даже в Библии указывается на важность здоровой внутренней среды помещения*

## Загрязнение воздуха

Обычно в помещении имеется несколько источников загрязнения воздуха. По вентиляционной системе и через различные отверстия внутрь здания поступает неочищенный наружный воздух. Строительные и отделочные материалы также выделяют загрязняющие вещества. Современные вентиляционные системы оснащены фильтрами, которые очищают воздух от пыли и пыльцы. Для обеспечения правильной работы фильтра требуется проведение соответствующего обслуживания, а также своевременная замена фильтрующего элемента при снижении эффективности фильтрации. Проведенные в Швеции исследования показали, что уровень заболеваемости раком легких выше среди людей, проживающих в районах, подверженных сильному загрязнению. При ухудшении состава воздуха многие обращаются в больницу с астмой и другими легочными заболеваниями.

Из сказанного выше можно сделать вывод, что вентиляционные системы, по крайней мере, в сильно загрязненных районах, должны быть снабжены эффективными фильтрами. Также очень важно правильно расположить отверстия для забора наружного воздуха. Через воздухозаборные отверстия, расположенные на уровне земли со стороны улицы, попадет гораздо больше вредных примесей, чем через отверстия, выходящие во двор или расположенные на крышах.

## Мифы о внутренней среде и ее влиянии на здоровье

### Миф о чистке помещений

Существует множество мифов о том, как внутренняя среда влияет на здоровье. К ним относится и миф о чистке помещений. Многие считают, что из-за высокой эффективности современных средств чистки помещений мы практически не подвергаемся воздействию загрязнений и поэтому становимся более чувствительным к грязи или пыли.

Это просто миф. На самом деле, современные методы чистки не на много лучше старых. И уж совершенно неверно, что мы становимся более чувствительными к пыли, если не дышим ею.

Уборка помещения очень важна для поддержания хорошего самочувствия людей с повышенной чувствительностью или страдающих аллергией. Доказано, что в помещениях, где предметы интерьера трудно очистить от пыли, самочувствие астматиков ухудшается

### Миф о влажности

«Здесь очень сухой воздух», - так мы говорим, когда устанавливаем увлажнитель.

Маловероятно, что данное утверждение о сухости воздуха обосновано. На практике, человеку трудно определить уровень влажности воздуха только по своим ощущениям. Сухость воздуха мы ощущаем слизистыми оболочками глаз, губ, а также по ощущению сухости во рту и в носу. Причиной появления этих ощущений могут стать и такие факторы, как наличие пыли или других загрязняющих веществ в воздухе.

Ощущение сухости может быть вызвано тем, что в помещении слишком тепло. При этом самым простым решением проблемы является понижение температуры на несколько градусов.

При установке увлажнителя воздуха обстановка может даже ухудшиться, так как повышенная влажность приводит к возникновению дополнительных проблем. Например, значительно повышается опасность образования пятен влаги и разрастания плесени. При относительной влажности воздуха 45 %, которая легко достигается при помощи увлажнителя, в домашней пыли быстро размножаются клещи. Домашние пылевые клещи – это мелкие (0,2 мм) насекомые, которые любят жить в матрасах в теплом и влажном климате.

На самом деле, влажность воздуха в помещении часто составляет более 45 % и без всяких увлажнителей. Причиной этого является недостаточный воздухообмен.

Еще один миф, связанный с влажностью воздуха: считается, что для хорошего самочувствия влажность воздуха в помещении должна составлять приблизительно 40 %. Это также неверно. Результаты современных исследований показывают, что хотя

на протяжении большей части года в северных районах Швеции влажность воздуха значительно ниже указанного значения, это не вызывает проблем со здоровьем. Напротив, проблемы появляются с увеличением влажности (читай выше). Исследования подтвердили наличие устойчивой зависимости между влажностью воздуха и заболеваемостью аллергией. Для измерения влажности используются гигрометры, которые продаются во многих магазинах по довольно невысокой цене (около 20 евро).

### Миф о вентиляции

Широко распространено заблуждение, согласно которому для создания системы вентиляции достаточно лишь установить вентилятор. К сожалению, все не так просто. После установки вентилятора условия в помещении могут стать даже хуже, чем до его установки. Полноценная система вентиляции должна обеспечивать улучшение качества воздуха. Очень важно, чтобы было обеспечено управление расходами приточного и удаляемого воздуха. Только в этом случае можно достичь улучшения качества воздуха в помещении. Сегодня это требование выполняется не всегда, а при использовании одиночного вентилятора необходимая эффективность регулирования не достигается.

### Миф о шерсти домашних животных

Другим распространенным заблуждением является миф о том, что присутствие в доме пушистых домашних животных положительно влияет на здоровье маленьких детей. Считается, что при этом снижается риск заболевания детей аллергией.

Данный миф основывается на следующих рассуждениях:

**Владельцы пушистых домашних животных редко являются аллергиками;  
Гораздо чаще страдают аллергией те, у кого нет пушистых домашних животных;**

Исходя из этого, можно сделать вывод, что пушистые домашние животные защищают от аллергии.

На самом деле подобное умозаключение является неверным, а объясняется все очень просто.

Люди, страдающие аллергией или имеющие аллергиков в семье, в силу инстинкта самосохранения не держат у себя в доме пушистых животных. Люди, не страдающие аллергией, не задумываются о подобных вещах, поскольку могут спокойно жить в одном доме с пушистым животным.

Статистика показывает, что пушистых домашних животных аллергики заводят гораздо реже, чем люди, не страдающие аллергией. На основании этого можно сделать вывод, что аллергики чувствительны к животным, но нельзя сказать точно, что пушистые животные защищают от аллергии.



## Современные исследования и требования завтрашнего дня.

**«О воздушной среде в помещении мы знаем не так уж много», говорит профессор Ян Санделл. «Мы знаем, что она может стать причиной болезни, но не знаем почему. Мы знаем, что существующей вентиляции недостаточно, но не знаем, насколько ее необходимо улучшить».**

Санделл - известный шведский эксперт по вопросам воздействия воздуха в помещении на здоровье человека. В настоящее время он работает в Датском техническом университете (ДТУ), расположенном в Лингби, севернее Копенгагена. Это ведущий исследовательский центр, занимающийся изучением внутренней среды и ее влиянием на здоровье и самочувствие человека. В этом университете студенты более чем из 15 стран совместно с профессорами занимаются вопросами создания комфортных условий для людей.

Санделл считает, что наши знания еще далеко не достаточны, и исследования воздушной среды в помещении должны быть приравнены по важности к исследованиям наружного воздуха. Большую часть дня мы проводим в помещении, где качество воздуха часто ниже, чем снаружи здания, поскольку внутри здания в воздух добавляется целый букет примесей.

«В глобальном масштабе наружный воздух не так уж сильно влияет на здоровье населения. Конечно, в



Professor Jan Sundell

отдельных государствах (таких, например, как Мексика) возникают серьезные проблемы. В то же время в странах Северной Европы воздух загрязнен не слишком сильно, и ситуация здесь не столь критична. Но здесь остается вопрос о составе воздуха в помещении», - утверждает Санделл.

Санделл критически рассматривает достижения научного сообщества (или отсутствие таковых), а также промышленных предприятиях, выпускающих вентиляционное оборудование. «Они продают нам технологии вместо результата», - утверждает он.

«Вентиляционные системы с их воздуховодами и вентиляторами большинству людей совсем не интересны, зато каждый заинтересован в том, чтобы дышать свежим воздухом дома и на работе», - говорит ученый.

Что же это такое, «свежий воздух»?

«Это воздух, которым мы можем дышать полной грудью без угрозы заболевания. Когда мы находимся в



помещении, у нас не должно быть ни аллергии, ни головной боли или чего-либо подобного».

В ДТУ имеется несколько климатических камер, где манекены и даже живые объекты подвергаются воздействию воздуха с различными примесями. В настоящий момент проводится исследование влияния вентиляции на распространение инфекционных заболеваний, а также влияния на здоровье пассажиров микроклимата на борту самолета. Самый крупный исследовательский проект ДТУ был осуществлен в шведской провинции Вэрmland. Санделл и Карл-Густаф Борнехаг провели крупнейшее в мире исследование влияния воздуха в помещении на детей. В ходе работы в этой провинции было обследовано 11 000 детей (см. посвященную этому статью ниже).

«До того, как мы начали исследования в Вэрmlandе, некоторые ученые уже исследовали взаимосвязь между качеством вентиляции жилых помещений и здоровьем его обитателей. Я нахожу, что эта связь крайне важна», - замечает Санделл. «Еще одним важным достижением исследователей является то, что они определили, какие именно вещества, содержащиеся в воздухе помещения, оказывают наибольшее влияние на человека».

Одним из примеров потенциальных токсинов, требующих углубленного изучения, является лимонен - вещество, использующееся в бытовых условиях для создания запаха лимона. Лимонен можно обнаружить в любом доме, он входит в состав средств для мытья посуды, а также появляется в воздухе в виде запаха при очищении апельсинов от кожуры. Сам по себе лимонен не опасен. Но он вступает в химическую реакцию с озоном

(который тоже сам по себе не опасен в концентрациях, которые можно обнаружить, например, в жилых помещениях) и образует нестойкие вещества, моментально воздействующие на кожу и слизистые оболочки. Реакции происходят настолько быстро, что провести измерения или исследовать их практически невозможно.

«Именно изучением свойств подобных примесей, оказывающих влияние на здоровье, заняты исследователи на передовых рубежах современной науки. А конкретные наименования изучаемых летучих органических соединений и их содержание в воздухе - это уже вопросы для специалистов», - говорит Ян Санделл.

Возможно, загрязняющие вещества, за которыми охотятся исследователи, и являются в настоящее время причиной резкого увеличения заболеваемости аллергией, которое мы наблюдаем во многих странах мира. Швеция находится где-то в середине этого списка. Еще пятьдесят лет назад астма и аллергия были для нашей страны чем-то экстраординарным, а теперь почти половина детей в стране страдают одной из этих болезней.

«Это не значит, что за пятьдесят лет у населения произошли какие-либо генетические изменения. Такие глубокие изменения за столь короткий срок не возможны», - говорит Санделл. «Причина здесь кроется в изменении среды обитания. Причем вполне возможно, что качество воздуха в помещении является наиболее мощным фактором. Наша основная задача сегодня - выяснить, что же во внутреннем воздухе помещения оказывает на нас наибольшее влияние. Поняв это, мы сможем чем-то себе помочь».



## Важные исследовательские проекты.

В настоящее время в мире осуществляется целый ряд исследовательских проектов. Ниже приводится краткий обзор наиболее крупных из них.

### Массачусетский проект

В Массачусетсе, США, Дон Милтон из Гарвардского университета провел широкое исследование влияния, которое, наряду с прочими условиями, оказывает интенсивность воздухообмена в помещении на работоспособность людей. Среди людей, работающих в помещениях, где соблюдались минимальные требования к воздухообмену, количество отпусков по болезни было на пятьдесят процентов больше, чем в помещениях, где воздухообмен был в два раза интенсивнее. Рассчитанные ежегодные убытки в помещениях с худшей вентиляцией составили 400 \$ на одного работника. Руководство многих компаний считает, что уменьшение воздухообмена позволяет им сэкономить на электроэнергии. Проведенные в Массачусетсе исследования доказали, что потери из-за снижения производительности труда превышают экономию средств за счет электроэнергии.

### Исследования в Вэрмланде

В 2000 г. Снадел совместно со своим партнером по исследованиям, Карлом-Густавом Борнехагом, обратились ко всем семьям с детьми в возрасте от одного до шести лет, проживающим в шведской провинции Вэрмланд. Всего таких семей было 14 000. Родители 11 000 детей из 8000 семей приняли участие в проведении исследования, которое стало, благодаря таким масштабам, крупнейшим в мире по изучению влияния внутренней среды на здоровье детей.

Объединенными усилиями медиков и инженеров были выявлены взаимосвязи между качеством воздуха в помещении и здоровьем детей. С этой целью, для углубленного обследования были отобраны четыреста детей (200 здоровых и 200 с тяжелой формой аллергии или астмы):

- 1. Отобранные дети прошли тщательное медицинское обследование.**
- 2. Внутренняя среда их жилищ была тщательно изучена путем обследования и измерений, проведенных по месту жительства. Исследователей интересовали следующие вопросы. Какие примеси содержались в воздухе? Были ли помещения оборудованы вентиляцией, и насколько эффективно она работала? Какие факторы оказывали наибольшее влияние на здоровье и самочувствие детей?**

Исследования проводились в течение четырех лет. За это время специалисты пришли к выводу об огромном влиянии вентиляции на здоровье детей. В числе прочего, ученые и инженеры исследовали конденсацию на окнах помещений. Была обнаружена взаимосвязь между интенсивностью конденсации, эффективностью вентиляции

помещения и заболеваемостью астмой. Обильное запотевание оконных стекол спальни свидетельствует о плохой вентиляции помещения, а это, в свою очередь, способствует учащению случаев заболевания астмой среди детей, проживающих в этих условиях. Запотевание окна с двойным остеклением более чем на 5 см от края должно служить сигналом тревоги.

Эти исследования будут, вероятно, продолжаться в течение нескольких десятков лет. Проводить его будет ДТУ в сотрудничестве с Карлштадтским университетом и более чем 20 институтами Дании, Швеции, Норвегии, Голландии и Соединенных Штатов. Исследования проводятся под названием «Влияние высокой влажности воздуха в помещении и здоровье» и имеют своей целью разобраться, почему люди болевают чаще, подолгу находясь в сырых домах.

## Проект «Бамзе»

Одно из крупнейших в мире исследований заболеваемости детей аллергией было проведено в Стокгольме, Швеция. Более чем 4000 детей из Стокгольма, родившихся в период с 1994 по 1996 гг., находились под наблюдением с момента рождения. Целью проекта было расширение знаний о механизме воздействия различных факторов, и особенно, внутренней среды, на заболеваемость детей различными формами аллергии. Заболеваемость аллергией увеличивается, и неизвестно чем это вызвано – то ли исчезновением определенных защитных факторов, то ли возникновением каких-то вредных факторов в воздухе внутри помещений. В результате выполнения проекта «Бамзе» исследователи пришли к следующим выводам:

- **Плохой микроклимат в помещении (плесень/ сырость/ образование конденсата) увеличивает опасность заболевания астмой;**
- **Курение во время беременности приводит к опасности развития астмы у ребенка;**
- **Риск развития астмы у детей снижается при грудном вскармливании;**
- **Для детей, подвергавшихся воздействию двух или трех факторов риска (табачный дым, плохой микроклимат, преждевременное прерывание грудного вскармливания), риск развития астмы почти в два раза выше, чем для детей, подвергавшихся воздействию только одного из этих факторов, либо вообще не подвергавшихся их воздействию.**

Проект «Бамзе» был осуществлен в результате сотрудничества Департамента гигиены труда и окружающей среды, Детской больницы Астрид Линдгрэн и факультета медицины окружающей среды Института Каролинска (одного из крупнейших медицинских ВУЗов Европы). Проводилось регулярное обследование детей и среды, в которой они проживали. По достижении четырехлетнего возраста, 40 % детей

страдали аллергией в той или иной форме, т.е. астмой, высыпаниями на коже, сенной лихорадкой или пищевой аллергией.

## IEA

Для многих исследователей стало очевидным, что системы вентиляции, основанные на использовании только естественной тяги, обладают ограниченными возможностями. Поэтому все шире стали применяться системы, в которых наряду с естественной тягой осуществляется регулирование расхода воздуха с помощью вентиляторов.

Такие вентиляционные системы называются комбинированными.

Интерес к комбинированным системам вентиляции резко возрос, когда после выхода нового дополнения IEA (Международного энергетического агентства), № 35 (под названием HYBVENT) был осуществлен ряд экспериментальных проектов.

Наибольший интерес вызывали следующие вопросы:

- **Будет ли комбинированная вентиляция обеспечивать экономию электроэнергии?**
- **Получат ли пользователи воздух требуемого качества?**
- **Возрастут ли затраты на приобретение и монтаж оборудования?**
- **Возрастут ли эксплуатационные затраты?**

При проведении исследований в реальных условиях использовались различные модели расчета. Результаты показали несомненное преимущество систем с принудительной приточно-вытяжной вентиляцией. Подобные системы гораздо более экономичны, чем комбинированная вентиляция и другие системы. Расчеты показали, что системы FTX (приточно-вытяжная вентиляция с утилизацией тепла) потребляют на 50 % меньше электроэнергии по сравнению с комбинированными. Исследования также показали, что системы с принудительной вытяжной вентиляцией и комбинированные системы потребляют приблизительно одинаковое количество энергии. Это неудивительно, поскольку комбинированную систему можно рассматривать как частный случай системы с принудительной вентиляцией, где вентилятор порой бездействует.

В Финляндии был проведен сравнительный анализ трех типов систем вентиляции. Анализ показал, что наилучший результат достигался при использовании принудительной вентиляции. Стоимость систем принудительной вентиляцией не превышает стоимости комбинированных систем.

Системы принудительной вентиляции с низким значением SFP (удельная мощность вентилятора, кВт/м<sup>3</sup>/с) характеризуются меньшим энергопотреблением по сравнению с другими типами систем вентиляции. То есть системы принудительной вентиляции отличаются высокой энергетической эффективностью.

## Проект NatVent

Это крупный исследовательский проект по изучению естественной вентиляции офисных помещений. В осуществлении проекта принимали участие девять компаний и организаций из семи стран Европы. Целью данного проекта было снижение потребления электроэнергии (а значит, и выделения CO<sub>2</sub>, образующегося при ее производстве) в зданиях. В ходе исследований решались следующие задачи:

- **Поиск решений, позволяющих использовать вентиляцию с естественной тягой, а также системы охлаждения с низким потреблением энергии в странах с холодным климатом;**
- **Широкое применение систем вентиляции на естественной тяге и систем с «интеллектуальным» регулированием в новостройках и реконструированных торгово-административных зданиях.**

В рамках темы NatVent было реализовано два проекта: в Мальмё и Варберге (Швеция). В состав системы, установленной в Мальмё, входило три стационарных вентилятора, один из которых работал непрерывно, а два других включались/отключались пользователями. Вентиляционную систему в Мальмё можно считать комбинированной. В офисе в Варберге не было установлено вентиляторов, система работала на естественной тяге.

Были приняты меры для достижения оптимальной работоспособности обеих систем. Выяснилось, что самой серьезной проблемой является высокая температура в помещениях зимой. Для улучшения микроклимата в зимнее время рекомендованы следующие меры.

- **Для охлаждения помещения используйте более холодный ночной воздух. Для этого ночью включайте вытяжные вентиляторы.**
- **Используйте более совершенные солнцезащитные экраны на окнах.**
- **Используйте для освещения современные лампы с низким энергопотреблением и низким тепловыделением.**
- **Не включайте систему отопления летом.**
- **Не оставляйте окна открытыми на ночь, поскольку это снизит эффективность системы.**
- **Отрегулируйте систему отопления.**
- **Улучшите теплоизоляцию здания.**

Открытые окна снижали эффективность обеих систем вентиляции: в Мальмё и в Варберге.

Предлагаемые меры направлены на снижение температуры воздуха в помещении до приемлемого уровня.

## Вентиляционная система

Хорошая система вентиляции обеспечивает подачу свежего воздуха в помещение. Для обеспечения максимальной эффективности вентиляционная система должна быть спроектирована с учетом особенностей конструкции здания, в котором она устанавливается. Следует учитывать конструкцию здания, количество и род деятельности людей, находящихся в здании, географическое положение и т.п. Например, если здание расположено в северном районе, то система вентиляции должна быть приспособлена для условий холодной зимы.

Хорошая система вентиляции быть пригодной, надежной и экономичной.

- **Пригодность означает, что система соответствует особенностям конструкции здания, в котором установлена, а также всем требованиям, предъявляемым к системе.**
- **Надежность означает, что система способна исправно работать в течение запланированного длительного периода при условии проведения регулярного технического обслуживания.**
- **Экономичность означает, что потери энергии в системе сведены к минимуму. Система должна обеспечивать экономию во всех отношениях.**

Как сказал Альберт Эйнштейн, система должна быть как можно более простой, но не проще того. Это значит, что, система, не смотря на максимальную простоту, должна отвечать определенным требованиям по качеству. Если система слишком упрощена, то вряд ли можно будет гарантировать достаточный уровень качества.

Система должна сочетать в себе все три качества - пригодность, надежность и экономичность. Очень важно правильно сформулировать требования к вентиляционной установке. Не следует экономить, заказывая систему только для воздухообмена. Система должна обеспечивать очистку приточного воздуха от загрязняющих веществ. Технически грамотно спроектированная вентиляционная установка способна обеспечивать большой расход воздуха при экономичном потреблении электроэнергии. Очень важными являются такие функции, как утилизация тепла и возможность регулирования расхода воздуха. Подробнее об этом см. в докладе «Хорошая вентиляция».

## Кто отвечает за улучшение вентиляции здания?

При умелой организации строительных работ, будь то возведение нового или реконструкция старого здания, можно достигнуть хороших результатов. Опытный проектировщик учитывает последние научные достижения во всех областях знаний.

Будущий владелец здания отвечает за то, чтобы вновь возводимые или реконструируемые здания были безопасны для здоровья людей, которые будут в этих зданиях находиться. При выборе подрядчика, при выборе строительных материалов важно понимать, насколько важными являются вопросы обеспечения комфортной внутренней среды – от освещения и звукоизоляции до вентиляции. Таким образом, проект должен быть подвергнут всесторонней экспертизе еще на ранней стадии. Построить здание, в котором люди смогут дышать свежим воздухом и чувствовать себя хорошо, не сложнее и не дороже, чем построить здание низкого качества. Напротив, решение проблем, которые всплывут на поверхность уже в ходе строительства, обойдется значительно дороже.

В Швеции формальные требования к качеству зданий изложены в законе о планировании и строительстве, а также в строительных нормативах от Национального Комитета по планированию, жилищно-коммунальному хозяйству и строительству.

Ответственность за качество воздуха внутри уже построенных домов обычно несет их владелец. Ответственность за каждое рабочее место возлагается на работодателя. Если Вы чувствуете, что воздух на Вашем рабочем месте недостаточно свежий, то обратитесь к руководству или к начальнику службы техники безопасности по месту работы. Ваш работодатель должен решить с владельцем здания вопрос о том, за чей счет будет улучшено качество воздуха в помещениях.

Квартиросъемщик в многоквартирном доме должен с любыми жалобами обращаться к домовладельцу. Если Вы не уверены, что домовладелец добросовестно выполнит все, что необходимо для улучшения качества воздуха, то следует обратиться в отдел здравоохранения и защиты окружающей среды местного муниципалитета.

## Технические решения

Традиционно существует три типа технических решений для вентиляционных систем. К ним относятся системы вентиляции с естественной тягой, системы с принудительной вытяжной вентиляцией и системы с приточно-вытяжной вентиляцией.

«Естественная тяга» означает, что воздух самостоятельно поднимается по воздуховодам за счет естественных перепадов давления. Теплый воздух естествен-

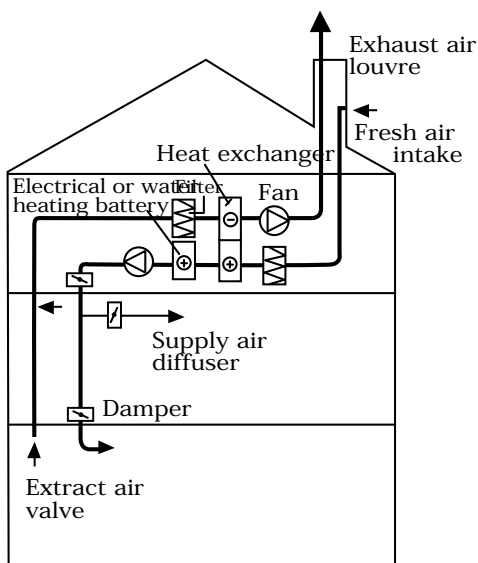




(The picture is a montage)

"Everything should be made  
as simple as possible, but not simpler"  
Albert Einstein

ным путем выходит наружу по вертикальному воздуховоду. За счет этого в здании создается разрежение, заставляющее наружный воздух поступать внутрь через клапаны, форточки или другие отверстия. В течение многих лет этот тип вентиляции был наиболее распространен. Этого вполне хватало, поскольку изоляция зданий не была такой плотной, а объем помещений не был таким большим, как сейчас. В те времена для создания естественной тяги могла использоваться только печная труба. В современных домах воспользоваться естественной тягой значительно сложнее, поскольку дома надежно изолированы, да и печная труба в них отсутствует.



Example of a ventilation system

Если, не смотря на это, Вы хотите оборудовать новое здание вентиляцией с естественной тягой, то следует тщательно изучить проблемы, которые могут возникнуть.

Некоторые из заслуживающих доверия исследователей считают, что вентиляционных систем на естественной тяге недостаточно, и настаивают на использовании вентиляторов в составе вентиляционных систем зданий. В некоторых случаях исследователи дополнили системы на естественной тяге вентиляторами для обеспечения

притока и удаления воздуха в периоды, когда естественная тяга ослабевает, то есть перешли к так называемым комбинированным схемам.

Ряд экспериментальных установок был построен с использованием естественной тяги, так как стали очевидны такие недостатки традиционных систем, как высокий уровень шума и большое потребление электроэнергии. Однако оказалось, что в установках такого типа невозможна эффективная очистка воздуха с помощью фильтров.

В системах с принудительной вытяжной вентиляцией воздух удаляется при помощи вентиляторов, устанавливаемых обычно в ванных комнатах и на кухнях. Удаляемый воздух заменяется наружным, поступающим внутрь здания через клапаны, форточки или другие отверстия (то есть так же, как в схемах с естественной тягой). Хотя фильтрация воздуха при этом невозможна, эти системы получили широкое распространение благодаря низкой стоимости.

Приточно-вытяжные вентиляционные системы могут быть выполнены по разным схемам. За прошедшие годы при их проектировании было допущено много просчетов, но в настоящее время исследования показывают, что именно такие системы сочетают в себе низкие затраты на монтаж и низкое энергопотребление, а также обеспечивают хороший микроклимат в помещении.

Правильно выполненная приточно-вытяжная система проста, стабильна и отличается функциональной гибкостью. Термин «стабильность» означает, что

различного рода воздействия не отражаются на ее работе отрицательно. Например, рабочие характеристики системы не должны измениться, если в помещении открыто окно. В более старых системах такое было невозможно.

«Функциональная гибкость» означает возможность регулирования притока наружного воздуха в соответствии с потребностью в нем. Например, если количество людей в помещении увеличивается, то расход приточного воздуха автоматически возрастает.

В качестве вентиляционных систем четвертого типа часто рассматривают приточно-вытяжные системы с утилизацией тепла.

Эффективные и экономичные технические решения должны обеспечивать утилизацию тепла, регулирование расхода воздуха по потребности, а также фильтрацию воздуха.

## Обслуживание и уход

При отсутствии периодического технического обслуживания качество воздуха ухудшается. Ниже перечислены наиболее распространенные причины ухудшения.

- **Засоренные и (или) старые фильтры плохо очищают воздух. Для эффективной очистки воздуха замену фильтров следует производить не реже двух раз в год.**
- **Засоренные фильтры становятся очагом размножения микроорганизмов и распространения их по приточным воздуховодам.**
- **Из-за загрязнения вытяжных воздуховодов расход воздуха со временем уменьшается.**
- **Отключение вентиляторов на ночь может привести к загрязнению вентиляционной системы.**
- **Сырость в помещениях может быть вызвана неправильной установкой защитных козырьков над воздухозаборными отверстиями, неправильным использованием увлажнителей воздуха или образованием конденсата в воздуховодах вследствие их недостаточной теплоизоляции.**

Лучше всего, если Вы не допустите ни одной из перечисленных проблем. Для этого следует выполнять обслуживание вентиляционной установки так же тщательно и регулярно, как и остальных систем здания. Регулярно проверять состояние фильтров несложно, и это позволяет избежать многих серьезных проблем.

Обычно в жилых домах и производственных зданиях, в которых осуществляется правильное управление вентиляционной системой, и настройка системы соответствует количеству фактически присутствующих в нем людей, качество воздуха очень хорошее.

Инспекционные проверки вентиляционных систем показывает, что наиболее распространенной причиной низкого качества воздуха является неудовлетворительное техническое обслуживание системы.

## Шум вентиляционных установок

Общим недостатком систем с принудительной вентиляцией является издаваемый ими шум. Старые установки могут издавать сильный шум, который во многих случаях становится такой же проблемой, как духота или некомфортная температура в помещении.

Современные установки отличаются крайне низким уровнем шума, который почти незаметен. Старые установки можно модернизировать так, что они будут издавать значительно меньше шума, или вообще станут бесшумными. Для обеспечения низкого уровня шума, наравне с прочими мерами, очень важно поддерживать низкое давление и низкую скорость воздушного потока в воздуховодах. С расширением поперечного сечения воздуховода уровень шума, вызванного прохождением воздуха, снижается и может быть теоретически сведен на нет. Низкий уровень шума является одной из важнейших характеристик при оценке качества системы.

## Измерения

Для оценки качества воздуха в помещениях обращайтесь в организации, занимающиеся исследованием проб воздуха. Наиболее распространенными признаками плохого качества воздуха являются:

- **Головные боли, раздражение кожи, повышенная утомляемость у людей, находящихся в здании.**
- **Большое количество отпусков по болезни.**

Естественно, что подобные симптомы могут быть не связаны с качеством воздуха, но при наличии обоих признаков проблеме следует уделить повышенное внимание.

При обнаружении этих тревожных признаков следует начать с проверки имеющейся вентиляционной установки. Выясните, правильно ли проводится ее техническое обслуживание? Работоспособна ли система? Исправны ли фильтры и не загрязнены ли они? Правильно ли эксплуатируется вентиляционная установка?

Если поступают многочисленные жалобы, то проверьте, поддерживается ли в помещении комфортная температура воздуха (см. стр. 25).

## Вентиляция и энергосбережение

Энергетический кризис 70-х годов помог нам понять, насколько ограничены ресурсы нашей планеты. Мы начали экономить и снижать энергопотребление любыми способами.

И это, как считали многие, было хорошо.

Но были и недостатки. Вот один из них. Дома были герметизированы настолько, что полностью прекратилась утечка воздуха через стены, окна и двери. Однако такая изоляция не сопровождалась улучшением вентиляционных систем, что привело к значительному ухудшению микроклимата помещений, а следовательно, к проблемам со здоровьем у множества людей. Несвежий воздух и сырость стали серьезнейшими проблемами и в новостройках, и в старых зданиях.

Другим просчетом явилось то, что ради сокращения потребления энергии в 70-е годы отказались от многих полезных, но энергоемких функций. Конечно, мы не против экономии энергии, но сегодня мы уже лучше понимаем, без каких функций можно обойтись, а без каких – нет.

Без вентиляции обойтись нельзя!

Правильно спроектированная вентиляционная установка не потребляет много электроэнергии. Напротив, в зданиях с принудительной вентиляцией (потребляющей электроэнергию) общее потребление электроэнергии сокращается по сравнению со зданиями, оборудованными вентиляцией на естественной тяге.

## Совокупные затраты в течение срока службы

Сегодня мы стали гораздо дальновиднее при вложении денежных средств. Раньше, приобретая что-либо, мы смотрели только на ценник, и часто выбирали то, что дешевле.

Сейчас мы смотрим на многие вещи гораздо серьезнее и реалистичнее. Мы оцениваем стоимость изделия или установки с учетом затрат на нее в течение всего срока службы. Они включают покупную стоимость, затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание, а также на возможный демонтаж и вывоз. При расчете совокупных затрат часто становится очевидным, что покупная стоимость составляет очень небольшую часть, часто около 10 %. Остальные 90 % уходят на эксплуатацию и техническое обслуживание.



Расходы на отопление и вентиляцию составляют значительную часть затрат на эксплуатацию здания. Чтобы их сократить, необходимо оснастить здание эффективной системой вентиляции с утилизацией тепла и регулированием расхода воздуха в соответствии с потребностью. Это приведет к экономии электроэнергии в здании и, следовательно, к сокращению общих затрат. Более дорогая установка быстро окупается за счет снижения затрат на электроэнергию.

Еще одним преимуществом такой системы является ее экологичность, связанная с меньшим потреблением электроэнергии.

## Потери энергии при естественной тяге

В вентиляционных системах, основанных на использовании естественной тяги, теплый воздух выходит через воздуховоды, а приточный наружный воздух попадает внутрь за счет естественной конвекции. В отличие от систем с принудительной вентиляцией для работы такой системы не требуется электроэнергия.

Тем не менее, естественная вентиляция является причиной лишнего расхода электроэнергии. Дело в том, что вместе с удаляемым воздухом из помещения уходит тепло. Поэтому вместо того, чтобы отапливать здание, вы отапливаете окрестности.

Наиболее высокой энергетической эффективностью обладают системы с принудительной приточно-вытяжной вентиляцией и утилизацией тепла. В таких системах тепло удаляемого воздуха используется для нагрева приточного воздуха. Очень важно, чтобы в помещение поступало столько воздуха, сколько необходимо. Таким образом, для того чтобы система работала исправно и при этом была экономичной необходимо, чтобы расход воздуха регулировался в соответствии с потребностью.

## Все, что Вам НЕОБХОДИМО знать

В этой главе собраны основные сведения, необходимые для создания комфортного микроклимата в помещении.

- 1) Гигиенические исследования воздушной среды помещений показали, что нормы по минимальному расходу воздуха в современных вентиляционных установках занижены. Результаты исследований однозначно указывают на необходимость увеличения расхода воздуха.
- 2) Увеличение минимального расхода воздуха на одного человека с 8 до 16 л/с приводит к значительному росту производительности труда (например, из-за уменьшения количества отпусков по болезни). Это означает прямую экономию денежных средств.
- 3) По результатам исследований вентиляционных систем с естественной тягой в школах могут быть даны следующие рекомендации по улучшению микроклимата помещений:
  - а) Выбирайте строительные материалы, как можно меньше загрязняющие воздух.
  - б) Объем помещений должен быть как можно больше. Это позволит снизить среднюю концентрацию загрязняющих веществ, поскольку увеличится время, необходимое для насыщения воздуха вредными примесями (то есть время, по истечении которого концентрация примесей перестает увеличиваться).
  - в) Уровень шума должен быть ниже, чем у соответствующих систем с принудительной вентиляцией. Это будет одинаково полезно и школьникам, и учителям.
  - г) Учителя и школьники должны иметь возможность проветривать помещения, открывать окна, откидные крышки и т.д.

Эти четыре рекомендации относятся не только к вентиляционным системам с естественной тягой. Они должны использоваться при проектировании любых зданий, где будут находиться люди.

- 4) Можно с уверенностью сказать, что решать проблемы микроклимата помещений после начала строительства слишком поздно. Требования к вентиляционной системе должны быть сформулированы прежде, чем будет определен тип, характеристики и архитектура системы. Это позволит



решить реальные задачи по созданию микроклимата помещений и обеспечить достаточное пространство для размещения установок и механизмов.

- 5) На стадии проектирования не следует ставить задачу снизить энергопотребление любой ценой. Проектанты должны в первую очередь заботиться о человеке, помня о его потребности в высококачественном воздухе.
- 6) Выбранное техническое решение должно отвечать потребностям людей, нуждающихся в комфортном микроклимате. Необходимым условием этого является соответствие вентиляционной системы возлагаемым на нее задачам. Система должна обеспечивать удаление загрязняющих веществ, образующихся внутри здания, и замену воздуха помещения свежим приточным (наружным) воздухом.
- 7) Ключевыми требованиями, предъявляемыми к техническим решениям, должны быть пригодность, надежность и экономичность. Это означает, что система должна обладать функциональной гибкостью, позволяющей регулировать расход воздуха в каждом помещении в зависимости от его назначения и фактического количества находящихся в нем людей. При этом нет необходимости всякий раз изменять настройки всей системы.
- 8) Требование по увеличению расхода воздуха и другие функциональные требования должны быть последовательно выполнены в обозримом будущем. Для увеличения расхода воздуха, помимо прочего, требуется повысить эффективность эксплуатации и технического обслуживания систем. Также необходимо тщательно продуманное планирование. Основными отличительными особенностями энергетически эффективной установки являются утилизация тепла, регулирование расхода воздуха в зависимости от потребности и низкое давление в вентиляционной системе.
- 9) Низкое давление в вентиляционной системе является важным фактором для снижения уровня шума.
- 10) Заказ и приобретение правильного оборудования очень важны для достижения оптимального конечного результата. С самого начала должно быть ясно, кто несет ответственность за обеспечение надлежащего микроклимата, и эта ответственность не должна разделяться. Специалист по отоплению, вентиляции и канализации должен полностью отвечать за то, чтобы характеристики установки соответствовали требованиям заказчика.



## Проверка качества вентиляционной системы

Для того чтобы оценить качество создаваемой Вами вентиляционной системы, проверьте, выполняются ли приведенные ниже условия. Система выполнена на хорошем уровне, если Вы можете поставить знак «+» напротив каждого пункта.

- Комфортный микроклимат в помещениях**
  - Отсутствие сквозняков
  - Низкий уровень шума
  - Комфортная температура
  - Высокое качество воздуха
- Низкое потребление энергии
- Простота эксплуатации и технического обслуживания
- Простое регулирование
- Функциональная гибкость
- Низкие совокупные затраты в течение срока службы
- Наличие подробных инструкций.

## Термины и ссылки

### Термины

**Воздухообмен.** Отношение расхода воздуха ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) к объему помещения ( $\text{м}^3$ )

**Расход воздуха.** Параметр, который показывает, какой объем воздуха расходуется за единицу времени. Измеряется в л/с или  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

**Утечка воздуха.** Несанкционированный расход воздуха.

**Качество воздуха.** Качество воздуха определяется концентрацией и составом содержащихся в нем загрязняющих веществ, а также расходом воздуха и эффективностью вентиляции.

**Приточный воздух.** Воздух, поступающий в помещение.

**Приточно-вытяжная вентиляционная система.** Система, в которой применяются вентиляторы для подачи и удаления воздуха. На следующей ступени по возрастанию качества стоит приточно-вытяжная вентиляционная система с утилизацией тепла.

**Углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ).** Газ, выдыхаемый людьми и животными, продукт сгорания углерода. Во выдыхаемом воздухе содержится приблизительно 18 % кислорода и 4 % углекислого газа. Считается, что повышение количества углекислого газа в атмосфере является причиной глобального потепления.

**Сухой воздух.** Воздух с низкой относительной влажностью.

**Удаляемый воздух.** Воздух, удаляемый из помещения.

**Устойчивая вентиляционная система.** Система, на функционировании которой практически не сказываются обычные нарушения нормальной эксплуатации здания.

**Принудительная вытяжная вентиляция.** Система, в которой воздух удаляется из помещения с помощью вентиляторов.

**Тепловой насос.** Высокоэффективная система обогрева.

**Утилизация тепла.** Система, позволяющая использовать, например, тепло удаляемого воздуха.

**Комбинированная вентиляция.** Система с естественной тягой, усовершенствованная путем установки вентиляторов.

**Совокупные затраты в течение срока службы.** Включают стоимость покупки, затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание, а также на возможный демонтаж и вывоз.

**Синдром «больных помещений» (SBS).** Возникает из-за низкого качества внутренней среды помещения. Проявляется в виде таких симптомов как тошнота, головные боли, кожный зуд, насморк и многих других.

**Ppm** – млн<sup>-1</sup>

**Вентиляция.** От латинского “Ventilo” или “Venitilare”, что означает проветривать, «подвергать воздействию ветра». В настоящее время понимается как перемещение и замена воздуха внутри здания или помещения.

**Радон** – Газ, образующийся при распаде радиоактивного элемента радия. Содержащийся в воздухе радон при вдыхании поражает клетки дыхательной системы организма. Радон является канцерогеном.

**Тепловая конвекция** – Перемещение воздуха, вызванное разностью температур.

Американская ассоциация легочных заболеваний

[www.lungusa.org](http://www.lungusa.org)

Программа «Здоровый дом» Американской ассоциации легочных заболеваний

[www.healthhouse.org](http://www.healthhouse.org)

Здоровый дом

[www.healthhouse.org/links.asp](http://www.healthhouse.org/links.asp)

Американская академия иммунологии, аллергии и астмы

[www.aaaai.org](http://www.aaaai.org)





**Е**жегодно только в Швеции более 500 человек умирает из-за низкого качества воздуха в помещениях, большинство из них – от отравления радоном. Радоновая опасность до сих пор не достаточно оценена, поэтому многие не осознают, что воздух в помещении особенно токсичен для курильщиков – радон в сочетании с табачным дымом убивает незаметно и неумолимо.

Растет заболеваемость аллергией и астмой, особенно среди малолетних детей. Исследователи уверены, что в распространении этой эпидемии огромную роль играет низкое качество внутренней среды.

В Северной Европе и на основной части Североамериканского континента люди проводят в помещениях 90 % всего времени. Не смотря на это, основные средства вкладываются в изучение не внутренней, а внешней среды. Такая ситуация недопустима. Изучение внутренней среды должно стать таким же, если не более важным делом.

Эта книга адресована каждому, кто хочет, чтобы в его помещении был здоровый воздух. Книга содержит подробную информацию и рекомендации по созданию безопасной внутренней среды, а также объясняет, почему это так важно.