

К вопросу о необходимости внедрения эффективных систем климатизации зданий

Коммерческий директор Л.Л. Гошка*,
ООО «Кола»

В предыдущей статье [1] мы рассмотрели связь между качеством воздуха в помещении и влиянием этого воздуха на клеточные функции и установили, что:

- 1) при высоком загрязнении окружающей среды обеспечение приемлемого качества воздуха в помещении, наряду с обеспечением человека экологически чистыми продуктами питания и водой, становится социально важной задачей;
- 2) климатические системы, которые создал проектировщик, в процессе эксплуатации влияют на химический состав и исходные концентрации химических соединений в воздухе помещения;
- 3) воздух после обработки в климатических системах может воздействовать на большинство биохимических реакций, координацию и регуляцию физиологических процессов в клетках организма конечного пользователя этих систем.

Отсюда напрашивается вывод, что в условиях экологического кризиса обеспечение приемлемого качества воздуха в помещениях является важной задачей по снижению отрицательного влияния окружающей среды на этногенез [2]. Эту важную задачу должно реализовывать государство как социальный институт, созданный этносом для собственной защиты. Но государство защищает этнос в целом, а не отдельного человека. А собственный дом, себя и свою семью человек будет защищать самостоятельно, в том числе обеспечивать себя экологически чистыми продуктами питания, водой и воздухом приемлемого качества. Очевидно, что отдельно взятому человеку приятнее приобретать ту одежду, которая его устраивает и которая ему необходима для терморегуляции организма, чем получать одежду от государства, как это происходит в армии или в местах лишения свободы.

Далее рассмотрим только часть угроз, от которых нам придется защищаться самостоятельно.

Следует отметить, что:

- 1) обеспечение качества воздуха в помещении является малоизученной проблемой;
- 2) без создания теории обеспечения качества воздуха в помещении, обеспечить это качество воздуха на практике достаточно проблематично.

Отсюда можно сделать вывод, что на изучение проблемы и создание теории обеспечения качества воздуха в помещении потребуется достаточно большой промежуток времени. А вот есть ли у нас этот запас времени или нет? Попробуем установить.

Для того чтобы определиться в сроках начала внедрения эффективных систем климатизации зданий, нам необходимо установить, действительно ли нам необходимы такие системы. До сих пор мы обозначали проблему качества воздуха в помещении только теоретически. При этом обосновывать необходимость внедрения эффективных систем климатизации зданий из-за острого недостатка экспериментальных данных приходилось на уровне предположений. Но, как хорошо известно, теория не всегда может достаточно точно описывать реальные процессы. Тем более, когда она строится на предположениях и не подтверждена экспериментальными данными. Поэтому нам необходимо получить практическое подтверждение о необходимости внедрения эффективных систем климатизации зданий.

На самом деле, практических примеров такой необходимости множество, вот некоторые из них.

1. По заключениям комиссии CPSC [3] домовладельцы жалуются на запах тухлых яиц внутри жилых помещений, некоторые болезненные симптомы, такие как раздражение и зуд кожи и глаз, дыхательные трудности, потемневшие и поржавевшие металлические предметы и поверхности в своих домах, а также участвующую замену различных компонентов климатических систем. Кроме этого, медные теплообменники большого количества климатических систем подвергаются разрушительному воздействию коррозии, и до такой степени, что кондиционерная американская промышленность уже бьет тревогу. Истинная причина еще пока не установлена, однако предварительные исследования указывают на гипсокартон зарубежного производства, в котором обнаружена сера. Предварительный отчет, опубликованный агентством EPA, обнаружил серу, стронций и повышенный уровень концентрации железа в образцах китайского гипсокартона по сравнению с аналогичным материалом производства США, где следов серы вообще обнаружено не было. При использовании гипсокартона китайского производства новый теплообменник может подвергнуться разрушению, вызванному коррозией, в течение нескольких месяцев, обычно менее года.

То есть выделения от гипсокартона в воздух помещения разрушали теплообменники, а также приводили к ухудшению здоровья людей. Ранее мы подробно рассматривали аналогичные процессы, которые могут происходить на любой высокоразвитой поверхности внутри помещений [4].

2. Столичный (Москва) воздух в ночь на 27 августа 2009 года был самым грязным за весь месяц [5], а по некоторым показателям даже за все лето. Это, по мнению экологов, могло привести к ухудшению здоровья горожан.

Были отмечены превышения допустимых нормативов по угарному газу в 1,5 раза, по оксиду азота – в 2,5 раза, а по сероводороду в Косино-Ухтомском районе – в 5 раз, – сообщил GZT.RU специалист информационно-аналитического отдела Мосэкомониторинга Алексей Попиков.

Повысилось в воздухе и общее содержание взвешенных веществ. Особенно на северо-востоке и востоке столицы – на 10 и 20% соответственно.

При этом специалист «Мосэкомониторинга» подтвердил, что подобные условия приводят к ухудшению здоровья: «Если [такие] условия кратковременны, то может произойти легкое ухудшение здоровья, а если они растягиваются на длительное время, то это может вызвать и хронические заболевания».

Кроме этого специалист Мосэкомониторинга пообещал, что во второй половине дня 27 августа московский воздух окажется вполне чистым из-за влияния атмосферного фронта, но при этом так и осталось неизвестным, когда ПДК в самих помещениях придет в норму.

3. Из статьи Е.О. Шилькрота и Ю. Д. Губернского «Сколько воздуха нужно человеку для комфорта?», журнал АВОК, №4-2008, следует [6]:

«Ученый из Великобритании Д. С. Робертсон пишет в журнале Current Science, Vol. 90, No. 12, 06.25.2006: “При концентрации CO_2 600 ppm в помещении люди начинают чувствовать признаки ухудшения качества воздуха. Когда концентрация CO_2 становится выше этого уровня, некоторые люди начинают испытывать один или несколько классических симптомов отравления углекислотой, такие как проблемы с дыханием, учащенный пульс, головная боль, снижение слуха, гипервентиляция, потливость, усталость”.

«Измерения в офисах и на улицах Москвы показали, что в ряде офисов уровень CO_2 достигал 2 000 ppm и выше. Уровень углекислого газа на улицах колебался в показателях до 1 000 ppm, но измерения были сделаны не в самые неблагоприятные дни, с точки зрения климатической обстановки».

«Становится очевидным, что при больших загрязнениях приземного слоя атмосферного воздуха, что имеет место в мегаполисах, воздухообмен резко возрастает. Это обстоятельство делает бессмысленным приток наружного воздуха. Выход – применение абсорбера углекислого газа, рациональное размещение воздухозабора, управляемые системы вентиляции (с переменным расходом воздуха или работающие периодически в периоды минимального загрязнения атмосферы)».

Но, учитывая опыт США, который приведен в первом примере, периодически работающая система вентиляции может тоже привести к отрицательному результату – повышению концентрации химических соединений, которые могут выделяться из строительных и отделочных материалов в помещении.

С нашей точки зрения, выходом из сложившейся ситуации может служить внедрение эффективных систем климатизации, которые должны в первую очередь включать в себя приточно-вытяжную систему вентиляции с механическим побуждением.

В основу работы системы вентиляции положен принцип разбавления химических соединений. Для простоты рассмотрим разбавление химических соединений в растворах.

Пусть имеется замкнутый сосуд с раствором (рис. 1). Раствор в сосуде имеет объем V_1 . Предположим, что средой обитания человека (особи) является не воздушная среда, а водная. Помещаем в данный раствор особь и наблюдаем за реакцией организма этой особи. Пусть реакция организма соответствует характерной реакции организма для зоны верхнего пессимума. Наша задача состоит в том, чтобы перевести ее в зону оптимума, или естественную среду обитания, к которой эта особь адаптирована. Для этого берем второй сосуд, но уже с дистиллированной водой. Два сосуда соединяем трубопроводом и ставим насос. Насосом начинаем в первый сосуд закачивать дистиллированную воду. Чем больший объем дистиллированной воды мы закачаем в первый сосуд, тем более разбавленный раствор мы получим в первом сосуде. Итак, закачивать будем постепенно, и параллельно этому процессу будем отслеживать реакцию организма на разбавление раствора.

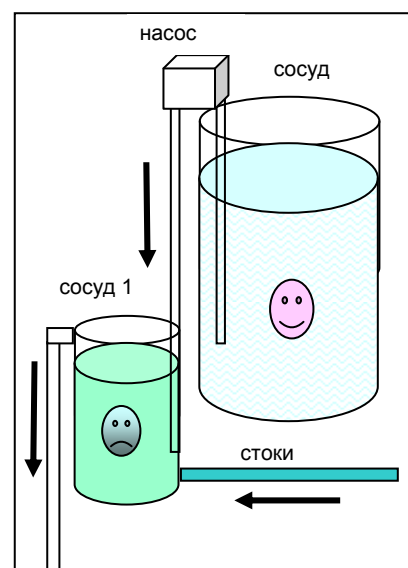


Рисунок 1. Схематическое изображение процесса разбавления раствора

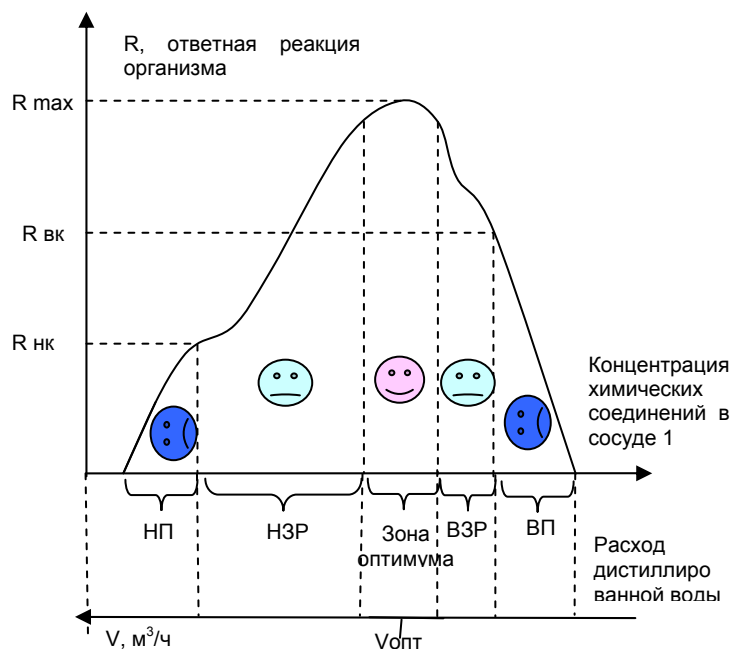


Рисунок 2. Зависимость реакции организма от расхода дистиллированной воды.

Нижний пессимум (НП) – зона нарушения жизнедеятельности низким значением фактора;
НЗР и ВЗР – соответственно нижняя и верхняя зоны регуляции, в пределах которых, несмотря на отклонение фактора от оптимальных значений, за счёт механизма экологической регуляции поддерживается нормальная жизнеспособность вида;
верхний пессимум (ВП) – зона нарушения жизнедеятельности высоким значением фактора;
НК – нижняя критическая, ВК – верхняя критическая точка

В том случае, если мы вынуждены разбавлять раствором по качеству хуже, чем чистый раствор, тогда перед разбавлением нам необходимо провести очистку этого раствора до уровня чистого, и только после этого разбавлять этим раствором. Поскольку объем сосуда ограничен, а для разбавления требуется большое количество чистого раствора, нам необходимо организовать отвод излишнего объема раствора. А теперь перейдем из водной среды к воздушной. Объем первого сосуда заменим помещением, раствор в первом сосуде – на воздух помещения, чистый раствор – на атмосферный воздух, канализационные стоки – на выделения от строительных материалов, мебели и т.д. в помещении, трубопровод с насосом – на вентиляционную установку с системой воздухораспределения. Тем самым, при переходе от водной среды к воздушной рассматриваемая проблема не меняется.

Отсюда можно сделать следующие выводы.

1. Система вентиляции с механическим побуждением должна быть приточной, т.к. рециркуляция воздуха при использовании ее в общеобменной системе вентиляции может нанести больший вред здоровью, чем отсутствие вентиляции. Опишем работу системы вентиляции с рециркуляцией при помощи той же водной модели. Тогда здание – это сосуд, а помещения здания – это изолированные ячейки в сосуде, и тогда интерпретировать данную ситуацию можно следующим образом. Пусть первый сосуд состоит из нескольких замкнутых ячеек. В каждой ячейке находится по особи, и канализационные сбросы отличаются в каждой ячейке. Трубопроводом из каждой ячейки забираем раствор, выводим из ячейки, а в отдельной специализированной ячейке в этот трубопровод подмешиваем чистый раствор, и после этого подмешанный раствор, который хуже чистого раствора, снова подаем в каждую ячейку. Следует отметить, что если одна из особей имеет серьезное заболевание (в случае воздушной среды это может быть инфекционное заболевание, которое передается воздушно-капельным путем), риску заболеть подвергаются все особи, которые находятся в сосуде. Химическое загрязнение в каждой ячейке свое. При рециркуляции мы усредняем это загрязнение и распространяем по всем ячейкам, тем самым усложняем сложившуюся ситуацию.

2. Режим работы системы вентиляции должен быть круглосуточным и круглогодичным с переменным расходом наружного воздуха. Это условие необходимо для того, чтобы исключить возможность образования новых химических соединений на высокоразвитой поверхности внутри помещения в отсутствие людей.

3. При необходимости должна быть обеспечена глубокая очистка приточного воздуха.

Когда реакция организма особи будет соответствовать реакции, характерной для зоны оптимума (рис. 2), и при условии, что у особи нет метаболических выделений в раствор, нам необходимо будет отключить насос и прекратить дальнейшее разбавление раствора. При этом мы бы установили, что нам для разбавления потребовалось дистиллированной воды в объеме V_2 . Если мы и дальше будем разбавлять раствор в первом сосуде, то реакция организма особи будет стремиться к зоне нижнего пессимума.

Следовательно, дальнейшее разбавление раствора может наносить вред организму. Если весь данный процесс мы будем проделывать не с дистиллированной водой, а с раствором, назовем его чистым раствором, который мы получили отключением насоса, тогда очевидно, что нам потребуется раствора на разбавление гораздо больше, чем дистиллированной воды, т.е. $V_3 > V_2$.

С учетом того, что метаболические выделения особи в раствор все-таки происходят, отключить насос мы не можем, т.к. эти выделения необходимо будет также компенсировать разбавлением. Пусть кроме метаболического загрязнения раствора мы имеем дополнительно и внешнее загрязнение (например, за счет канализационных сбросов). Следовательно, для разбавления нам потребуется еще больше чистого раствора, т.е. $V_4 > V_3$.

4. В основе обеспечения качества воздуха должен лежать расчет воздухообмена (расход наружного воздуха).

Сложность в решении задачи по обеспечению качества воздуха в помещении заключается в том, что, как правило, неизвестны загрязнители в помещении и скорость их выделения. Неизвестно качество атмосферного воздуха. Известно, что химические соединения приводят к различным заболеваниям, но неизвестен сам механизм воздействия на организм. Поэтому для того чтобы обеспечить эффективность приточно-вытяжной системы вентиляции в части обеспечения качества воздуха в помещении, значение нормативного расхода воздуха необходимо увеличить.

В вопросе обеспечения качества воздуха в помещении также представляет интерес рассмотреть опыт стран Евросоюза. Ф. Аллард, президент Федерации европейских ассоциаций в области отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха (REHVA) в приоритетных направлениях для повышения энергоэффективности зданий в Европе отметил [7], в частности, следующие.

1. Разработчики инженерных систем должны взять на себя ведущую роль в подготовке стратегических действий и возглавить битву против глобальных климатических изменений. Уже созданы некоторые инструменты, необходимые для начала решения проблемы, но совершенно очевидно, что в течение следующих десятилетий еще многое надо изучить и разработать. Исследования необходимо направлять, прежде всего, на создание качественной и здоровой среды обитания людей, а также на получение определенных конкурентных преимуществ для европейской индустрии климатического оборудования.

2. Воздух является переносчиком многих видов загрязняющих веществ (газообразные, биологические загрязнения и т.д.). При все более плотной застройке и большей герметичности зданий качество внутреннего воздуха требует особого внимания. Для правильной интерпретации поведения внутреннего воздуха и определения его характеристик требуется дальнейшее изучение, начатое в скандинавских странах, взаимодействия между частицами газообразных или биологических загрязняющих веществ с другими веществами и с твердыми пористыми материалами при воздействии влаги или других факторов.

Кроме этого, следует отметить, что в работе не только затронуты теоретические и научные вопросы, но и намечены перспективные практические пути реализации. Например, было отмечено, что обычно проектирование и строительство зданий осуществляется одними компаниями, а эксплуатация – другими. В результате такой схемы появляется пробел в передаче информации. Основным критерием выбора инженерного оборудования и систем, как правило, являются низкие капитальные затраты, что не всегда обеспечивает низкие эксплуатационные затраты и энергопотребление. Необходимо переходить на другую схему: одна компания должна следить за повышением эффективности здания за все время его жизненного цикла. Такой подход требует новых разработок в области технологии, мониторинга и спецификаций.

Вслед за публикацией приоритетных направлений для повышения энергоэффективности зданий в Европе состоялся форум REHVA. Результаты форума REHVA по стандартам в области вентиляции опубликованы в журнале АВОК [8].

Форум был посвящен необходимости разработки руководящих принципов и стандартов по вентиляции в Европе, т. к. существующих стандартов недостаточно для работы проектировщика.

В ходе обсуждения были сделаны следующие выводы:

- 1) существует доказательство того, что вентиляция влияет на проявление синдрома больного здания;
- 2) результаты научных исследований указывают на преимущество вентиляции с большей интенсивностью, до 25 л/с (90м³/час) на человека;
- 3) результаты научных исследований указывают на большой разброс «оптимальной» интенсивности вентиляции для различных зданий в зависимости от многих факторов, таких как, например, источники загрязнения от самих строительных материалов;
- 4) хотя двухкомпонентный метод (выделение вредностей от людей внутри здания и от строительных материалов) расчета интенсивности вентиляции применяется в европейских стандартах (EN15251 indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings – addressing indoor air quality thermal environment, lighting and acoustics) [8], требуется дополнительное научное доказательство, поддерживающее этот подход;
- 5) воздействие вентиляции на здоровье людей зависит также от качества наружного воздуха;
- 6) очень сложно разработать критерии производительности вентиляции, основанные на качестве воздуха, в условиях, когда трудно собрать исходные данные (данные по выбросам и т.п. обычно недоступны);
- 7) необходимо ответить на вопрос, нужны ли стандарты по системам вентиляции и критерии для разных групп людей (аллергиков и т.д.);

- 8) большинство стандартов основано на перемешивающей схеме вентиляции (mixing ventilation), но некоторые позволяют учитывать эффективность вентиляции и персональную вентиляцию, однако такая возможность не реализуется на практике;
- 9) достигнуто общее согласие: на данный момент нет достаточной информации для расчета стандартов вентиляции исходя из ее влияния на здоровье людей, но можно подготовить руководства и стандарты, которые помогут повысить эффективность вентиляции.

Кроме того, сделан вывод, что в жилых зданиях интенсивность вентиляции должна зависеть от числа людей в комнате, и на самом деле нужны адаптируемые уровни вентиляции. Необходимо управление вентиляцией по потребности в каждом помещении. Вентиляция должна регулироваться по количеству людей и источникам загрязнения в помещении.

В части того, что не хватает в стандарте по вентиляции:

- 1) необходимо руководство по простому техническому обслуживанию и эксплуатации вентиляционных систем;
- 2) необходимо учитывать сильно загрязненный наружный воздух и, соответственно, корректировать вентиляцию или учитывать очистку вентиляционного воздуха;
- 3) необходимо учитывать наружный климат (влажный/сухой) и, возможно, корректировать вентиляцию;
- 4) необходимо руководство по контролю вентиляции по потребности;
- 5) проблема с шумом решается в стандартах, но не на практике – нужны более жесткие критерии по уровню шумов;
- 6) необходимо разработать обучающие инструкции для людей, находящихся в зданиях.

Критерии эффективности различных систем вентиляции (механической, гибридной и естественной) должны быть одинаковыми, но нужны различные стандарты проектирования. Критерии производительности должны основываться на общей концентрации некоторых загрязняющих веществ и, возможно, на максимальной концентрации других. Многие исследования указывают на более высокую частоту проявления симптомов больного здания в зданиях с механической вентиляцией¹, но причина все еще не ясна. Нет понимания, как учесть это различие. Окончательный вывод: необходимо работать над улучшением руководящих принципов и стандартов в области вентиляции, и REHVA должна проявить инициативу в этой области.

Таким образом, позиция стран Евросоюза по обеспечению качества воздуха в помещении понятна: при недостатке информации по влиянию воздуха на организм человека делаются попытки скорректировать стандарты таким образом, чтобы не допустить ухудшения качества воздуха в помещении. Такие действия позволяют выиграть время, необходимое для научных исследований, и уже на основе полученных результатов привести эти стандарты в соответствие с физиологическими нормами.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что для профилактики различных заболеваний, которые могут возникать в результате отрицательного воздействия воздуха на организм человека, создание и внедрение эффективных систем климатизации зданий становится жизненно необходимым условием.

Литература

1. Гошка Л.Л. Климатические системы: влияние воздуха на клеточные функции. // Инженерно-строительный журнал, №6/2009. СПб, 2009.
2. Л.Н. Гумилёв, Этногенез и биосфера Земли. М.: Айрис-пресс, 2008.
3. Коррозия теплообменников: агрессивное влияние импортного гипсокартона? <http://leacond.dp.ua/news/interesting/full/0/2066/>
4. Гошка Л.Л. Разрушение строительных материалов с точки зрения метода кристаллизации в гелях // Инженерно-строительный журнал, №3/2009. СПб, 2009.
5. Москвичи пережили самую грязную ночь лета // <http://www.gzt.ru/topnews/weather/256917.html>
6. Шилькрот Е.О., Губернский Ю.Д. Сколько воздуха нужно человеку для комфорта? // Журнал АВОК, №4/2008.
7. Аллард Ф. Приоритетные направления для повышения энергоэффективности зданий в Европе. // Журнал Энергосбережение, №5/2008.
8. США – Европа разногласия остаются. // Журнал АВОК, №5/2009.

**Леонид Леонидович Гошка, г. Сыктывкар
Тел. раб.: +7 (8212) 29-10-24, факс: +7 (8212) 24-44-10; эл. почта: tookola@mail.ru*

¹ При использовании рециркуляции в этих системах и в отсутствие глубокой очистки рециркуляционного воздуха общеобменной системе вентиляции обеспечить качество воздуха в помещении невозможно. Влиять также могут загрязненные фильтры, образующие с воздухом двухфазную систему. Причиной может быть загрязненность системы воздухораспределения. Особым источником загрязнения может быть теплообменник секции охлаждения и поддон, т.е. те места в системе, где может образовываться гидрогель.