

Микроклимат и энергосбережение: пора понять приоритеты

Ю. А. Табунщиков, президент НП «АВОК»

В последние двадцать лет две проблемы находятся в центре внимания специалистов строительной отрасли всего мира. Это – энергосбережение и качество микроклимата. Может быть, на первый взгляд, это покажется странным, но по своей природе (сущности) обе эти проблемы являются близнецами одной и той же матери – энергии. Действительно, микроклимат помещения* характеризуется температурой внутреннего воздуха, температурой внутренних поверхностей ограждающих конструкций и качеством внутреннего воздуха. Энергетическое содержание первых двух характеристик микроклимата помещения сомнений не вызывают. Третья характеристика – качество воздуха в помещении – определяется величиной вентиляционного воздухообмена, которая также имеет энергетическое содержание. Таким образом, каждая из характеристик микроклимата помещения является частью энергии, потребляемой системами климатизации здания.

Если согласиться с этим, то специалисты должны искать наилучшее (оптимальное) решение следующей задачи: обеспечить заданные значения энергетических показателей микроклимата помещения при минимальном расходе энергии. А то, что специалисты методом проб и ошибок ищут оптимальное решение этой задачи, убеждает анализ развития систем климатизации: от энергетически неэффективного водяного отопления и нерегулируемой естественной вентиляции до интегрированных систем климатизации помещений типа охлаждающих балок и комбинированных с ними интеллектуальных систем воздухообмена здания с использованием двойных фасадов.

Интрига, однако, состоит в том, что проблема энерго-сбережения, которая по значимости влияния на качество жизни и здоровье человека существенно менее значима, чем проблема обеспечения качества микроклимата, изучается с такой глубиной и тщательностью, на которую только способна современная наука. О проблеме энергосбережения модно говорить на всех уровнях общества: от обывателя до политиков самого высокого ранга. Проблема качества микроклимата помещения находится в положении пасынка, которому хотя и надо уделять внимание, но его значимость совершенно неясна широкому кругу потребителей.

Цель настоящей статьи – попытаться объяснить причины нарушения приоритетов в изучении этих двух проблем, важнейших для строительной практики XXI века. Потому что вместе с пониманием сложившейся ситуации можно надеяться на установление на всех уровнях общества правильного приоритета в изучении этих проблем.

Прежде всего, сформулируем четыре основных, по нашему мнению, стратегических принципа, определяющих политику энергосбережения не только в настоящее время, но и на значительное время в будущем:

1. Общество прочувствовало в целом ряде кризисных ситуаций, что энергоресурсы имеют критическое значение не только для поддержания и улучшения качества жизни, но также для обеспечения независимости и безопасности страны.
2. Энергетическая политика XXI века будет основана на применении технологий, использующих нетрадиционные возобновляемые источники энергии.
3. Приоритет при выборе энергосберегающих технологий имеют технические решения, одновременно способствующие улучшению микроклимата помещений.
4. Электрическая энергия, тепловая энергия и вода – это товар, который поставляется, продается, покупается и который должен иметь все признаки товарно-денежных отношений.

Первый принцип в комментариях не нуждается. Он достаточно сильно проявил себя в конфликтах в Персидском заливе и в наших отношениях со странами СНГ и Западной Европы.

Второй принцип подтверждает, например, программа по борьбе с глобальными изменениями климата, одобренная комиссией Европейского Сообщества в 2008 году, предусматривающая увеличение доли использования возобновляемых источников энергии с 8,5 до 20 %.

Третий принцип не получил должного признания в настоящее время и находит свою реализацию только в отдельных уникальных проектах, таких, как здание «Ворота Дюссельдорфа». Собственно говоря, задача настоящей статьи – объяснить причины очень слабой реализуемости третьего принципа.

Четвертый принцип проявляет в полной мере свою привлекательность при теплоэнергоснабжении зданий в следующем факте: сэкономленная энергия является сэкономленными расходами. Этот факт является понятным стимулом для инвесторов, которые иницируют строительство энергоэффективных зданий во многих странах мира.

В конце XX и в начале XXI века широкое распространение в мировой строительной практике получили следующие концепции строительства энергосберегающих зданий (рис. 1–5):

- Энергоэффективные здания.
- Здания с низким энергопотреблением.
- Здания с ультранизким энергопотреблением.
- Здания с нулевым энергопотреблением.
- Пассивные здания.
- Здания высоких технологий.
- «Умные» (интеллектуальные) здания.
- Здания биоархитектуры.
- Sustainable Building (экологически устойчивые здания).



Рисунок 1.
Федеральное офисное здание (Манчестер, США)



Рисунок 2.

Здание «EKONO-house» (Отаниеми, Финляндия)



Рисунок 3.
Здание «Ворота Дюссельдорфа» (Германия)



Рисунок 4.
Информационный центр «KORONA» в Хельсинки
(Финляндия)

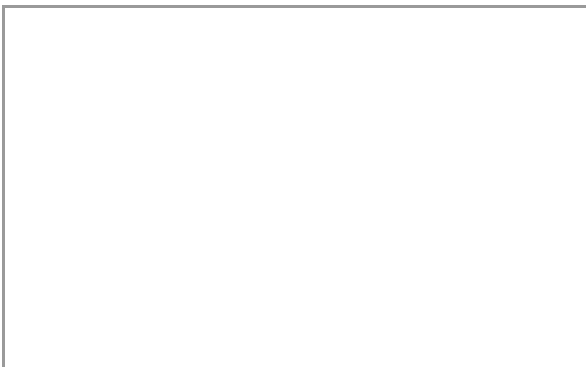




Рисунок 5.
Здание мэрии в Лондоне (Великобритания)

В мировой практике в развитых странах строительство энергоэффективных зданий является обязательным требованием, предъявляемым к каждому проектируемому зданию. Более того, в последние годы широкое распространение получает практика оценки (сертификации) проектов зданий по эффективности использования энергии, снижению негативного влияния на окружающую природную среду и повышению качества среды обитания человека, например, сертификат LEED (Leadership in Energy and Environmental Design Building). Проект здания, получивший «платиновый», «золотой» или «серебряный» сертификат LEED, как правило, получает налоговые льготы и гранты. Очевидно, что здание, имеющее соответствующий сертификат LEED, более привлекательно для арендаторов и стоит дороже при продаже потребителю.

Достаточно обширный материал, посвященный энерго-сбережению в системах теплоэнергоснабжения и климатизации зданий, опубликованный в журналах «АВОК», позволяет сделать следующие выводы:

1. Энергосбережение в мировой строительной практике обеспечено государственной поддержкой и развитой гибкой законодательной системой стимулирования, экономически привлекательно и прозрачно для инвесторов и переживает период реализации продуктивных, перспективных решений.
2. Энергосбережение в российском строительстве до настоящего времени не обеспечено законодательным стимулированием, проектирование и строительство зданий осуществляется на базе традиционных технологий без обязательного сравнительного технико-экономического обоснования, выбора технологий, конструкций с высокой энергоэффективностью и экономической оптимизации параметров выбранного решения.

Теперь рассмотрим состояние проблемы обеспечения качества микроклимата, которая является частью проблемы экологической безопасности жилища и включает в себя следующие основные показатели:

- Качество воздуха в помещении.
- Наличие газообразных загрязнителей.
- Наличие «биологических загрязняющих факторов» (плесень).
- Радиационная обстановка в помещении.
- Уровень концентрации радона в помещении.
- «Болезнь легионеров» (Legionellosis).
- Синдром «больного здания».

Приведенные ниже результаты экологических исследований показывают, что проблема энергосбережения при всей своей значимости не обладает тем угрожающим влиянием на качество жизни и здоровье людей, которое присуще проблеме качества микроклимата.

1. «Один миллион зданий в США имеет плохое качество внутреннего воздуха, в результате чего снижается производительность труда, и величина этих потерь достигает 60 миллиардов долларов в год. Более половины проблем с качеством внутреннего воздуха связаны с непрофессионализмом в проектировании систем вентиляции и кондиционирования воздуха». По результатам изучения Национального института по безопасности жилья и здоровья США, 2002 год.

2. «Ежедневно около 5 тысяч человек умирает от плохого качества внутреннего воздуха». П. Оле Фангер, Международная конференция по архитектуре и качеству окружающей среды, Тяньцзянь, Китай, 13 мая 2004 года.

3. По данным Финского Сообщества по контролю качества воздуха в помещениях, Национальное агентство Финляндии по новым технологиям опубликовало показатели влияния на здоровье людей и финансовые потери синдрома «больного здания» (см. табл.).

Таблица

Последствия проявления синдрома «больного здания»	Финансовые потери, вызванные синдромом «больного здания», евро в год	Условия, включенные в расчеты
Увеличение числа случаев аллергических реакций	1,18 миллиарда	30 % стоимости всех аллергических заболеваний В условиях работы в офисе 600 000 служащих_
Отпуск по болезни	0,8 миллиарда	15 % служащих отсутствовали по причине «плохого» воздуха в помещении
Снижение производительности труда	0,2 миллиарда	Уменьшение офисных служащих на 10 %Общая сумма заболевших 170 миллионов,
Инфекционные заболевания	84 миллиона	половина которых заболела по причине «плохого» воздуха
Заболевание раком легких вследствие радонового загрязнения помещений	34 миллиона	450 случаев в год, стоимость одного случая 75 000 евро

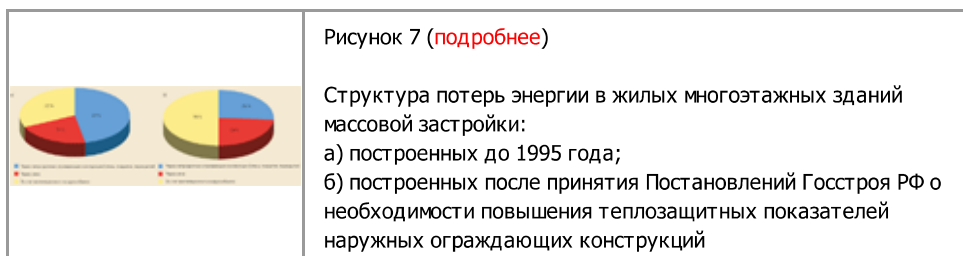
Помимо того, что микроклимат и энергосбережение могут рассматриваться как части энергии, потребляемой системами климатизации зданий, уровень реализации одной проблемы оказывает влияние на уровень требований, предъявляемых к реализации другой проблемы.

Так, например, если источник энергии, ТЭЦ или котельная не обладают высокой энергоэффективностью и расходуют много энергии, то при этом происходит загрязнение окружающей среды продуктами сгорания и загрязненная окружающая среда приводит к ухудшению наружного воздуха, поступающего в помещение с вентиляционным воздухообменом (рис. 6).



Покажем взаимосвязь этих проблем «внутри здания».

Рассмотрим, как изменилась за последние 35 лет структура расхода энергии, затрачиваемой на обеспечение микроклимата помещения в жилых зданиях массовой застройки. На рис. 7 приведены диаграммы тепловых потерь жилых многоквартирных зданий, построенных до 1995 года, и жилых зданий, построенных после принятия известных Постановлений Госстроя РФ о необходимости повышения теплозащитных показателей наружных ограждающих конструкций.



Вывод, который можно сделать из рассмотрения рис. 7, – в утепленных зданиях наибольшие тепловые потери приходится на вентиляцию. Отсюда напрашивается заключение о том, что поиски путей снижения расхода энергии, затрачиваемой на отопление здания, должны вестись в направлении уменьшения расхода тепловой энергии на подогрев вентиляционного воздуха. Здесь можно сделать абсолютно неверный посыл: дальнейшая экономия энергоресурсов за счет снижения воздухообмена. Но еще более странным является то обстоятельство, что именно в этом направлении уже много лет развивается российская нормативная база в части требований к воздухопроницаемости оконных заполнений. Необходимо помнить, что естественная вентиляция многоквартирных жилых зданий традиционно основана на том принципе, что воздух в квартиры поступает через неплотности оконных заполнений. В то же время требования к воздухопроницаемости оконных заполнений изменялись с 1971 года в следующей последовательности:

- 1971 год – $18 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$;
- 1979 год – $10 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$;
- 1998 год – $5 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$.

Теперь покажем, как эти изменения сказывались на обеспечении требуемого вентиляционного воздухообмена помещений здания. Рассмотрим пример, приведенный в Стандарте АВОК 1-2004 «Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена», с. 14:

- общая площадь – 95 м^2 ;
- площадь жилых помещений – 60 м^2 ;
- объем квартиры – 280 м^3 ;
- общая площадь окон – 10 м^2 ;
- в квартире проживает 4 человека.

Требуемый воздухообмен составляет $140 \text{ м}^3/\text{ч}$ или примерно $163 \text{ кг}/\text{ч}$.

В соответствии с изменяющимися нормативными требованиями к воздухопроницаемости оконных заполнений изменялось количество наружного воздуха, поступающего в помещение через эти заполнения, которое составляет:

- 1971 год – $18 \times 10 = 180 \text{ кг}/\text{ч}$, что больше требуемой величины $163 \text{ кг}/\text{ч}$.
- 1979 год – $10 \times 10 = 100 \text{ кг}/\text{ч}$, что меньше требуемой величины на 40 %.
- 1998 год – $5 \times 10 = 50 \text{ кг}/\text{ч}$, что меньше требуемой величины на 70 %.

Таким образом, ужесточение требований к воздухопроницаемости оконных заполнений привело к нарушению

принципа естественной вентиляции многоэтажных зданий – воздух в квартиры поступает через неплотности оконных заполнений – и необеспеченности требований по нормативному воздухообмену и, в результате, к ухудшению микроклимата помещений.

Возможный путь снижения затрат энергии на вентиляционный воздухообмен – это использование регулируемой вентиляции и утилизации теплоты удаляемого воздуха. Здесь имеют место следующие инновационные решения, которые в настоящее время привлекают внимание специалистов:

- Гигрорегулируемая вентиляция – регулирование воздухообмена в зависимости от режима эксплуатации помещений, определяемого по уровню влажности.
- Гибридная вентиляция – приток естественный, вытяжка механическая (рис. 8).
- Механическая вентиляция с утилизацией теплоты удаляемого воздуха.
- «Персональная» вентиляция (рис. 9) – подача чистого воздуха в небольших количествах вблизи зоны дыхания каждого человека (предложение проф. П. Оле Фангера).



Рисунок 8.
Гибридная вентиляция

Однако, это скромный перечень инновационных решений, которые могут быть применены преимущественно во вновь строящихся зданиях. Но количество таких зданий составляет тысячные доли процента по отношению к существующим зданиям. В результате проблема качества микроклимата в существующих зданиях оставляет серьезные причины для беспокойства.

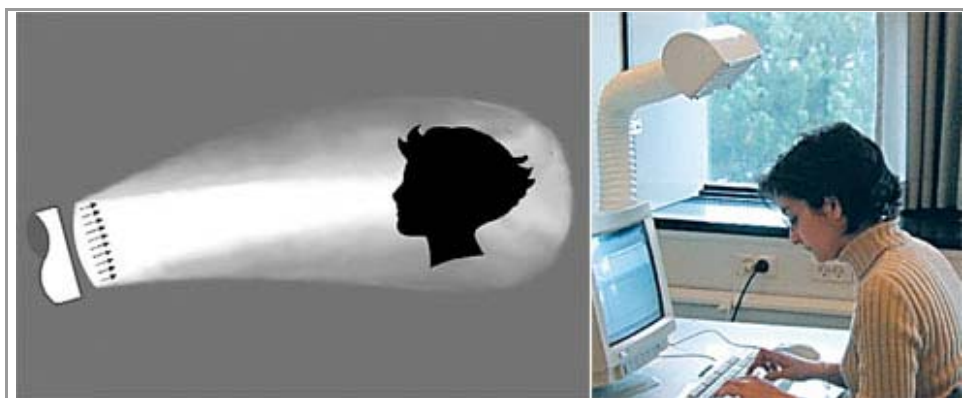


Рисунок 9.
«Персональная» вентиляция по П. Оле Фангеру

Сделаем следующие выводы:

1. Приоритетной задачей современного строительства является задача обеспечения приемлемого климата помещений, то есть такого микроклимата, когда в помещении отсутствуют известные загрязнители в опасных концентрациях, установленных полномочными органами. Цель строительства здания состоит не в красивой архитектуре – а она должна быть красивой, не в оригинальных и надежных строительных конструкций – а они должны быть оригинальными и надежными, но цель строительства зданий в том, чтобы создать в ограниченном пространстве, то есть в помещениях, микроклимат, комфортный для человека или требуемый для технологического процесса.

2. Особую опасность представляет микроклимат в помещениях многоэтажных жилых зданий современного массового строительства с естественной вентиляцией. Здесь и дешевые строительные материалы, и мебель на основе клеевых древесно-стружечных материалов с обивкой из синтетических тканей, и пластиковые покрытия полов, и газовые плиты и так далее.

3. Проблему обеспечения приемлемого микроклимата помещения следует изучать как задачу оптимального проектирования: обеспечить заданные энергетические значения показателей микроклимата помещения при минимальном расходе энергии. В этом случае появляется возможность не только найти принципиально новые решения систем климатизации, но также сделать проблему привлекательной для инвесторов.

Автор надеется, что с пониманием приоритета изучения проблемы обеспечения качества микроклимата у специалистов после прочтения этой статьи сохранится чувство тревоги: возможность – это еще не реальность.

* В соответствии со Стандартом АВОК «Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена» термин «микроклимат помещения» определяется как состояние внутренней среды помещения, характеризующееся следующими показателями: температурой воздуха, радиационной температурой, скоростью движения и относительной влажностью воздуха в помещении. Принятое в статье определение «микроклимата помещения», по крайней мере, не противоречит принятому в Стандарте АВОК.