

АДАПТИВНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ «ПО ПОТРЕБНОСТИ»

Veaceslav BELOSCURNIC

Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Urbanism și Arhitectura,
Departamentul - Alimentări cu Căldură, Apă, Gaze și Protecția Mediului, grupa- IIAMC-191M, Chisinau, Moldova

Autorul corespondent: Beloscurnic Veaceslav, e-mail – sllavikbel@gmail.com

Резюме: в данной работе были проанализированы факторы, влияющие на качество внутреннего воздуха и предложено использовать адаптивную систему вентиляции, которая обеспечивает необходимый расход воздуха при минимальных.

Ключевые слова: вентиляция, адаптивная вентиляция, качество воздуха, уровень CO₂

Введение

В XXI веке, как никогда ранее, специалистами разных отраслей деятельности уделяется больше внимания вопросам влияния качества воздуха в помещениях на работоспособность людей и энергоэффективность систем вентиляции.

Энергоэффективные жилые дома требуют пересмотра стандартного подхода к определению расхода приточного воздуха для системы вентиляции. Метод типовых решений, выраженный в кратности воздухообмена для разных типов помещений, нерационален, поскольку теплотери на нагрев приточного воздуха в герметичных и хорошо утепленных домах составляют значительную долю общих теплотерь здания [1]. Таким образом необходимо найти инженерное решение, которое бы обеспечило качество воздуха в помещениях с минимальными расходами энергии.

Согласно заключению Национального исследования характера человеческой деятельности (NHAPS) [5], было выявлено, что около 90 % своего времени люди проводят в различных помещениях (Рисунок 1).

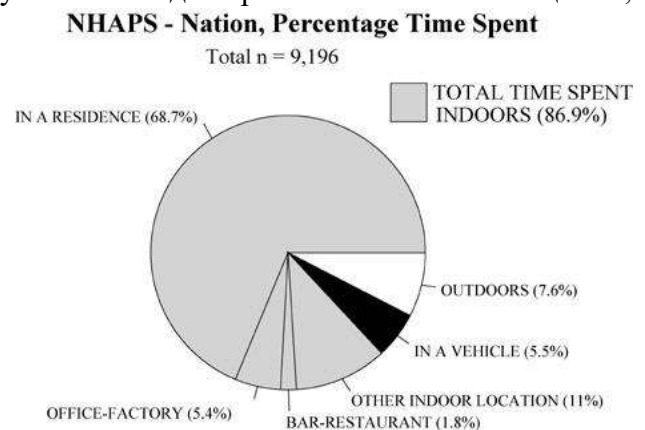


Рисунок 1. Время препровождения населением в различных помещениях

В исследовании [2] влияние всех загрязняющих воздух веществ (за исключением радона и пассивного курения) оценено как сумма потенциальных лет жизни, утраченных из-за преждевременной смерти и нетрудоспособности в 4000 - 11000 mkDALYs на человека в год. Чтобы оценить данное значение, можно сравнить его с аналогичными показателями, потерями от дорожно-транспортных происшествий - 4000 mkDALYs и с потерями от всех болезней сердца – 11000 mkDALYs [1].

Согласно докладу Всемирной организации здравоохранения 99000 смертей в Европе и 81 000 смертей на американских континентах в 2012 году были связаны с высоким уровнем загрязнения воздуха помещений [3]. Снижение потерь от внедрения законодательной директивы о качестве зданий в ЕС, включающей требования к качеству воздуха, оценили в 300000 DALYs в год [1].

При современном уровне строительных технологий и уровне утепления стен на подогрев вентиляционного воздуха идет количество тепла, сравнимое с тепловыми потерями через стены и окна. В качестве примера могут служить данные теплового баланса многоэтажного дома (Рисунок 2).

При сохранении мощности отопления, утепление окон, стен и использование рекуператоров приводит не к энергосбережению, а к увеличению температуры воздуха в помещении. Например, в рамках московской программы капитального ремонта жилых зданий были выделены деньги на замену окон и утепление стен. Затем провели мониторинг 800 утепленных домов. В итоге, в большинстве домов наблюдался нулевой эффект в плане энергосбережения, в некоторых случаях положительный результат достигнут на уровне 5 % вместо ожидаемых 30—40 %. [6]

Таким образом значительные теплотери на нагрев приточного воздуха, с одной стороны, и необходимость обеспечения высокого качества воздуха в помещении, с другой стороны, в последние 30 лет привели к развитию систем адаптивной вентиляции (вентиляции, регулируемой по уровню потребности-Demand Controlled Ventilation - DCV). Во многие прогрессивные национальные стандарты и своды правил внесены поправки, касающиеся применения таких систем в жилых зданиях. В частности, прогрессивные с точки зрения энергоэффективности стандарты предусматривают возможность учитывать потенциальное снижение теплотерь на нагрев приточного воздуха в расчете уровня энергопотребления здания [1].

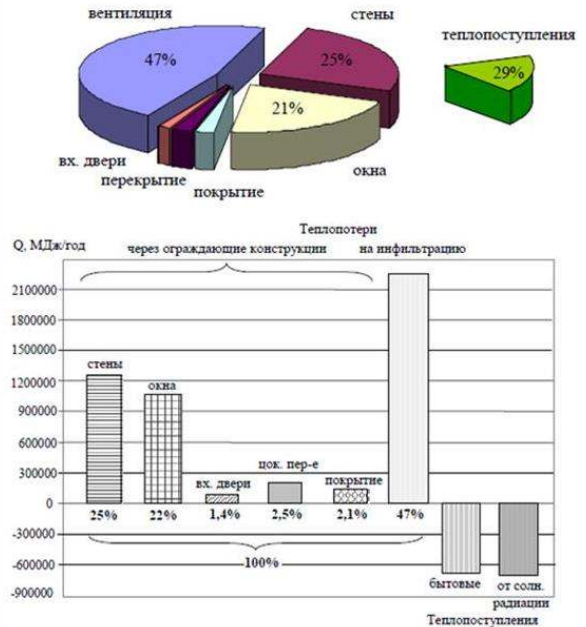


Рисунок 2. Структура тепловых потерь многоэтажным зданием

Концепция адаптивной системы.

Концепция адаптивной системы вентиляции основана на принципе, который заключается в предоставлении достаточного количества свежего воздуха, по потребности. Благодаря интеллектуальному управлению воздушным потоком, экономия электроэнергии достигается в любое время, особенно когда необходимость в вентиляции низкая или отсутствует вовсе, что может составлять более половины всего времени. С другой стороны, любые действия, при выполнении которых происходит загрязнение воздуха в помещении, например: приготовление пищи, душ, стирка, или даже выделение химических соединений (мебель, отделка), приводят к необходимости создания большего воздухообмена для быстрого удаления загрязненного воздуха [7].

В системах адаптивной вентиляции автоматическое регулирование расхода воздуха в вентиляционных устройствах может быть осуществлено по следующим параметрам:

- - в зависимости от влажности;
- - от содержания в атмосфере углекислого газа;
- - от наличия летучих органических соединений;
- - от присутствия людей в помещении.

Традиционные системы вентиляции запроектированы на расчетную наполняемость помещения людьми без возможности регулирования воздухообмена.

Так, например, если расчетная численность персонала в офисе 1000 человек, это означает, что система постоянно подает и удаляет 60 тыс. м³/ч воздуха. Вместе с тем, с учетом отпусков, болезней, командировок фактическая наполняемость офиса не превышает 70 % от расчетной. Более того, даже при фиксированном режиме работы офиса первые сотрудники приходят на 1–2 часа раньше, а последние уходят на 3–4 ч позже [4].

На Рисунке 3 [4] приведены графики режима работы традиционной системы вентиляции с постоянным воздухообменом и адаптивной в зависимости от наполняемости

офиса персоналом. Заштрихованная на графике область характеризует экономию расхода воздуха и энергии в системе адаптивной вентиляции, которая может достигать 40–50 % [4].

Сигналом для регулирования воздухообмена в системе адаптивной вентиляции могут служить значения концентрации углекислого газа, измеряемые специальным датчиком. По сигналу датчика регулирующие заслонки изменяют расход воздуха, поступающего в помещение. Далее сигнал передается на приточную и вытяжную вент-установки, оборудованные частотным приводом для изменения воздухопроизводительности вентиляторов [4].

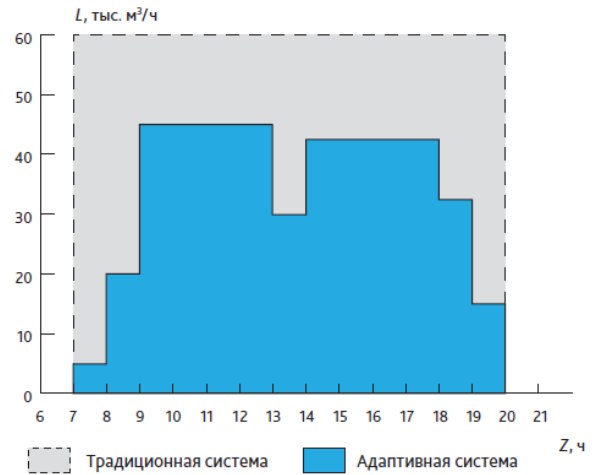


Рисунок 3. График работы системы вентиляции

Анализ финансовых вложений

Для более точной количественной оценки материальной выгоды для потребителей от адаптивной системы вентиляции была разработана расчетная модель, основанная на ограничениях и допущениях (Таблица 1). Исследование основано на данных одного здания в секторе услуг, занимаемом в течение 2750 часов в год [5].

Влияние внутренних тепловых приростов учитывалось в упрощенном виде при расчете теплотребления (температура подачи - 18 °С, температура рециркуляционного воздуха - 22 °С и рекуперация тепла в пластинчатом теплообменнике) [5].

Таблица 1

Ограничения и допущения для периода окупаемости, показанных на рисунке 4 [5]

Номинальный расход воздуха	1 000 – 10 000 м³/ч
Расход наружного воздуха на человека	40 м³/ч на человека
Среднее уменьшение расхода воздуха в результате контролируемой вентиляции по потребности	20 – 40 – 60 %
Время работы здания	2 750 ч в год
Температура приточного воздуха / внутреннего воздуха	18/22 °С
КПД системы рекуперации тепла	40 %
Перепад давления в системе кондиционирования воздуха при номинальном расходе	1200 Па
Отопительный период	200 дней
Капитальные затраты на дополнительное оборудование (новая система)	1 000 €
Затраты на электроэнергию (тариф кВт·ч)	0.1 €/кВт·ч
Стоимость тепла	0.04/кВт·ч

На рисунке 4 показан срок окупаемости дополнительно инвестированного капитала в зависимости от размера системы (расхода воздуха) и среднего достигнутого снижения расхода воздуха [8].

Срок окупаемости уменьшается экспоненциально по мере увеличения размера системы.

Для систем, обрабатывающих 10 000 м³/ч, время окупаемости обычно меньше одного года (при среднем снижении расхода воздуха >40%). Взаимосвязь между сроком окупаемости и средним снижении расхода воздуха - не линейна.

Для системы, обрабатывающей 3000 м³/ч, срок окупаемости составляет 5 лет при уменьшении расхода воздуха на 20%. Если достигается типичное снижение на 40%, то срок окупаемости сокращается до 2,2 года. Однако, при снижении расхода до 60% срок сокращается только на 0,7 года.

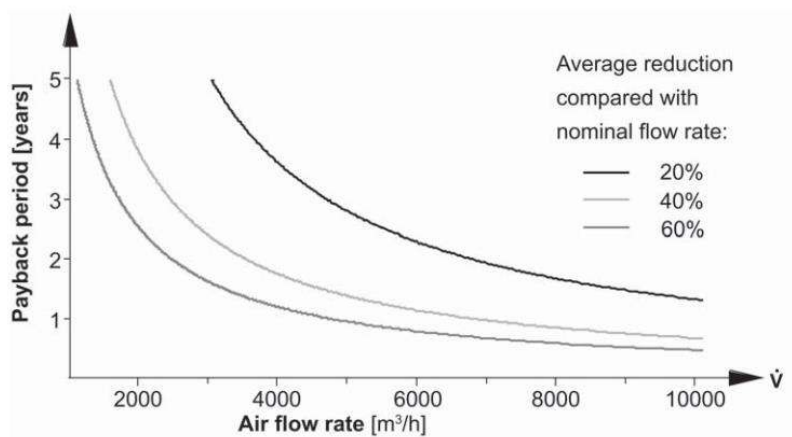


Рисунок 4. Срок окупаемости дополнительного капитала, вложенного сверх стоимости обычного решения [8]

Расчетная модель наглядно демонстрирует, что системы с расходом воздуха выше 2000 м³ / ч всегда должны включать в себя элементы адаптивной системы вентиляции. При учете дополнительных нематериальных выгод, даже небольшие системы заслуживают такого подхода [8].

Вывод

Такие системы позволяют соблюдать оптимальный баланс между качеством воздуха и энергетическими затратами, позволяя формировать и поддерживать комфортный микроклимат в помещении, и оказывают положительное влияние на самочувствие людей. Одним из перспективных вариантов может служить адаптивная вентиляция. Адаптивная вентиляция – это вентиляция с переменным расходом воздуха, предусматривающая возможность регулирования воздухообмена по отдельным зонам или помещениям здания в зависимости от их фактической заполняемости людьми.

Conducător: Conf.univ.dr.ing. Vera Guțul

Литература

Статьи:

1. Вентиляция с возможностью поддержания заданных параметров качества воздуха в жилых помещениях- АВОК №1'2018
2. Logue J. M., Price P. N., Sherman M. H., Singer B. C., 2011b. A Method to Estimate the Chronic Health Impact of Air Pollutants in U.S. Residences. Environ. Health Perspect. 120, 216-222. doi:10.1289/ehp.1104035
3. Burden of disease from Household Air Pollution for 2012. World Health Organization (WHO). 2014.
4. CO₂: Критерий эффективности систем вентиляции. АВОК №1'2015

Ссылки Web:

5. The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants. Доступен на: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11477521>
6. Неочевидная экономия: адаптивная вентиляция «по потребности» Доступен на: <https://stroyinfo.kz/eto-interesno/164-neochevidnaya-ekonomiya-adaptivnaya-ventilyatsiya-po-potrebnosti.html>
7. Преимущества адаптивной системы вентиляции. Доступен на: <https://www.aereco.ru/ventilyaciya/preimushchestva-adaptivnoy-sistemy-ventilyacii/>
8. Demand-controlled ventilation Control strategy and applications for energy-efficient operation. Siemens Switzerland Ltd, 2010 • Order no. 0-92166-en • 11012