

АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЖИМОВ ВЕНТИЛЯЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ

Круковский П.Г., Тадля О.Ю.

Институт технической теплофизики НАН Украины
г. Киев, Украина

АННОТАЦИЯ: Для обраного офісного приміщення показано, що економія енергії на його опалення може досягати 39% при використанні змінного (в порівнянні з постійним) режиму вентиляції цього приміщення на протязі 8-годинного робочого дня при однаковій для обох варіантів кратності повітрообміну.

АННОТАЦИЯ: Для выбранного офисного помещения показано, что экономия энергии на его отопление может достигать 39% при использовании переменного (по сравнению с постоянным) режима вентиляции этого помещения в течении 8-часового рабочего дня при одинаковой для обоих вариантов кратности воздухообмена.

ABSTRACT: The energy savings on heating it can reach 39%, when using variable (compared to constant) ventilation mode of the room during the 8-hour working day, the same for both variants of air exchanges is shown for the selected office room.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: режим переменной вентиляции, моделирование, энергоэффективность.

Среди многочисленных путей экономии энергии, потребляемой системой отопления зданий, обычно большое внимание уделяется утеплению ограждающих конструкций зданий (стен, чердачных и подвальных перекрытий), замене окон, а также рациональному регулированию потребляемой зданием тепловой энергии. Они приносят ощутимую экономию энергии, однако требуют достаточных капиталовложений и иногда даже невозможны вследствие необходимости переоборудования инженерных коммуникаций зданий. Меньшее внимание пока уделяется экономии энергии, которая теряется из помещения с вентиляцией.

Рассматриваемая в статье экономия энергии, теряемой с воздухом из помещения, основана на том, что при кратковременном проветривании помещения происходит охлаждение в основном воздуха в помещении, а ограждающие конструкции вследствие их тепловой инерционности мало реагируют на подобный вид проветривания. Свежий холодный воздух поступает в помещение в течении нескольких минут через всю поверхность окон, после чего окна закрываются и воздух прогревается как от системы отопления так и от ограждений, которые отдают часть накопленного тепла. Назовем это кратковременное проветривание режимом переменной вентиляции помещения. Если же взять традиционное проветривание с использованием постоянно или длительно открытых форточек, то воздух и ограждающие конструкции помещения охлаждается постепенно в течении всего

длительного периода проветривания. Когда же проветривание прекращается, то система отопления тратит часть энергии на прогрев воздуха помещения, а некоторую часть энергии на прогрев ограждающих помещения остывших конструкций. Это режим постоянной вентиляции.

Исследования немецкого фонда Stiftung Warentest по экономному отоплению привели к выпуску рекомендаций для домовладельцев с указаниями на то, какими путями можно снизить энергозатраты на отопление [1]. Рекомендации по времени и характеру проветривания носят различный характер: от 5 до 20 мин 2 - 4 раза в день в зависимости от месяца года или температуры окружающей среды.

В статье [2] приводятся цифры, показывающие, что постоянное проветривание типа «trickle-ventilation» (проветривание при приоткрытых окнах или форточках) может приводить к теряемой вентиляцией помещений тепловой энергии значительно большей, чем при так называемом режиме как «shock-ventilation» (немецкий термин Stoßlüftung), - «шоковая» вентиляция, когда все окна открываются полностью на короткие промежутки времени. Автор указывает, что величина экономии может достигать до 20 раз, что представляется завышенной величиной.

Целью работы является исследование возможности экономии энергии с помощью режима переменной вентиляции с помощью моделирования нестационарного теплового состояния помещения и определение влияния различных параметров модели на величину экономии.

Такая проверка проведена путем компьютерного моделирования теплового режима офисного помещения, в котором поддерживается температура воздуха 20°C с помощью прерывистого отопления и использования переменного и постоянного во времени в течение 8-часового рабочего дня режимов вентиляции помещения при соблюдении одинаковой кратности воздухообмена, равной единице. Анализ теплового состояния офисного помещения размером 4,86·5,6·2,5 м (рис. 1) проводится в нестационарной постановке. Температура окружающей среды принимается постоянной по времени.

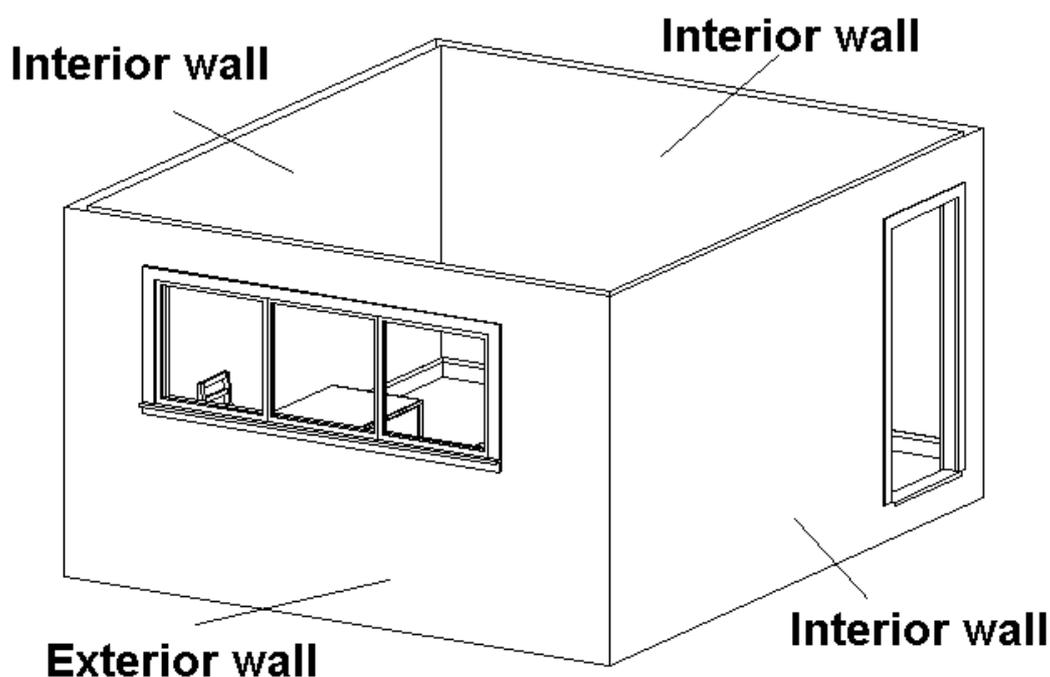


Рис. 1. Схема рассматриваемого помещения

Используется модель с сосредоточенными параметрами с 70-ю расчетными узлами. Модель реализована в разработанной авторами компьютерной программе ТАВС (Thermal Analysis of Building Construction), применяемой для расчета нестационарного теплового режима и теплотерь помещений. Отопительный прибор в помещении работает в прерывистом режиме (режиме включения и выключения), когда система автоматизации поддерживает температуру воздуха на определенном уровне $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ с амплитудой $\pm 0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Мощность отопительного прибора для постоянного поддержания температуры воздуха равняется 1080 Вт , в прерывистом режиме отопления запас мощности принимается равным 100% , т.е. 2160 Вт .

Кратность воздухообмена 1 означает сменяемое в помещении количество воздуха, равное 1 объему помещения в час. При использовании режима переменной вентиляции каждый час помещение интенсивно проветривается в течении 10 мин с кратностью воздухообмена, равной 6 -и объемам помещения в час, в остальное рабочее время кратность воздухообмена помещения равняется нулю. Таким образом, в течение 8 -и часов общее количество воздуха, сменяющееся за день, для двух рассмотренных режимов вентиляции одинаковое.

На рис. 2 приведены зависимости температуры воздуха от времени в рассматриваемом помещении при различных режимах вентиляции. Температура воздуха в помещении быстро реагирует на увеличение кратности воздухообмена, – за 10 мин температура падает до $12,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Она же достигает необходимых $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ за $9,5$ мин, но поскольку радиатор имеет свою инерционность и еще не успел снизить свою температуру, воздух в помещении продолжает нагреваться дальше до температуры $21,47\text{ }^{\circ}\text{C}$.

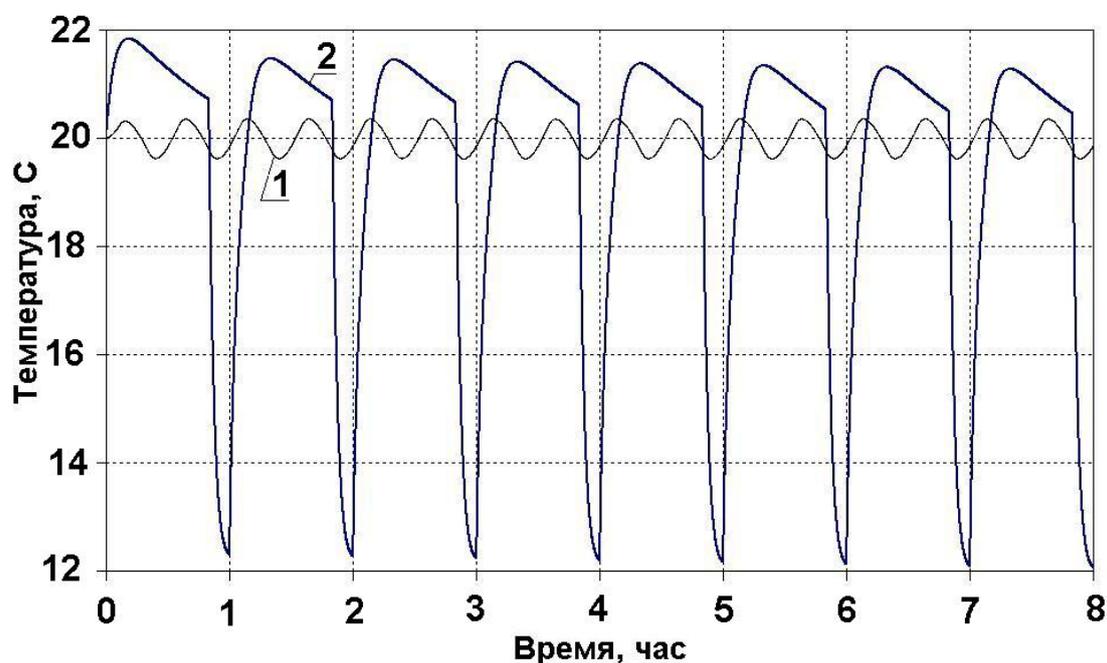


Рис. 2. Зависимость температуры воздуха от времени в помещении для различных режимов вентиляции (1 – режим постоянной вентиляции, 2 – режим переменной вентиляции)

Экономия энергии на отопление помещения рассчитывается для режима переменной во времени вентиляции, по сравнению с вариантом с постоянной

вентиляцией путем суммирования мощности, выделяемой в радиаторе от времени, при различных режимах вентиляции (рис. 3). Эта экономия за 8 часов составляет 39,9 % и является достаточной для того, чтобы этот путь экономии энергии имел широкое распространение в Украине. Тем более, что он не нуждается в дорогостоящих работах или оборудовании. Такая экономия энергии с одной стороны объясняется тем, что при режиме постоянной вентиляции помещения для поддержания одной и той же температуры воздуха необходимо затрачивать большее количество энергии и отопительный прибор работает большее время (3,5 часов) против 2,1 часа с переменной вентиляцией помещения. С другой стороны, режим постоянной вентиляции обеспечивает среднюю температуру воздуха за рабочее время на уровне $19,98^{\circ}\text{C}$, в то время как с переменной вентиляцией она составляет $19,38^{\circ}\text{C}$. Также отопительный прибор для режима переменной вентиляции включается реже, поскольку в некоторые моменты времени имеет место превышение температуры воздуха над величиной в 20°C до $1,5^{\circ}\text{C}$ (см. рис. 2). В суточном цикле экономия энергии составит величину 19,8%, поскольку во вне рабочее время в помещениях поддерживаются одинаковые условия.

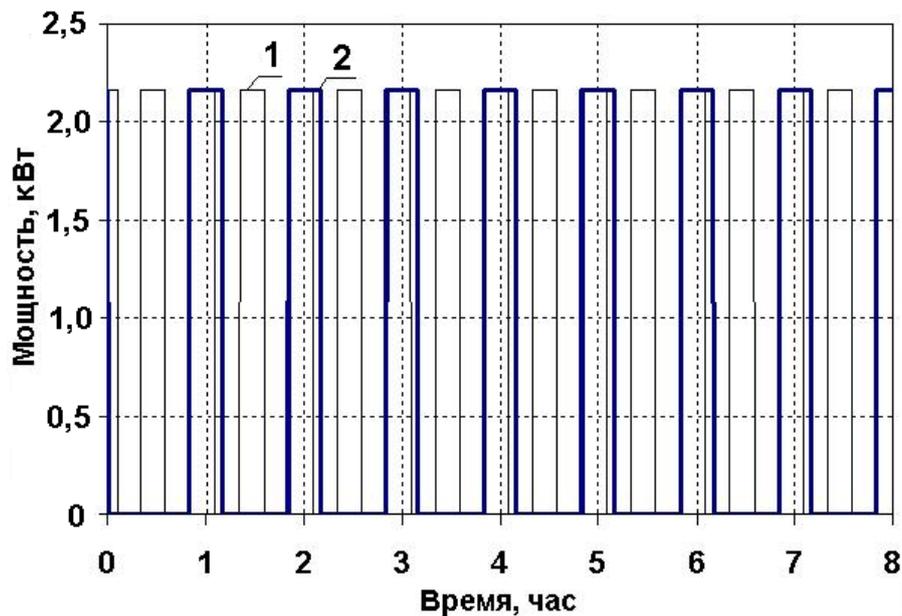


Рис. 3. Зависимость мощности, выделяемой в радиаторе, от времени при различных режимах вентиляции (1 – режим постоянной вентиляции; 2 – режим переменной вентиляции)

Далее для изучения влияния различных значений температуры окружающей среды, запаса мощности отопительного прибора и времени проветривания (для режима переменной вентиляции) на величину экономии энергии рассчитывалось несколько вариантов возможных значений экономий энергии.

На величину экономии энергии сильно влияет изменение характера проветривания, если при сохранении одной и той же кратности воздухообмена (1 объем в час) проветривание будет происходить в течение 5 мин, то экономия энергии увеличится до 48,1% по сравнению с вариантом постоянной вентиляции. Если же, время проветривания увеличить до 20 мин (при сохранении всех остальных параметров одинаковыми), экономия энергии уменьшится до 20,89%.

Рассчитанные величины экономии энергии при различных запасах мощности говорят о том факте, что его увеличение до 50% оказывает достаточно сильное влияние

на величину экономии энергии (на 10% с 29,02% до 38,81%). Дальнейшее увеличение запаса мощности с 50% до 100% не приводит к дальнейшему изменению величины экономии энергии. Это объясняется тем, что при запасе мощности больше, чем 50% имеют место значительные перегревы воздуха в помещении (до 1,5 °С по сравнению с температурой 20 °С) и они сохраняются на всем промежутке времени между проветриваниями.

Меньше чем на 1% изменится экономия энергии при изменении температуры окружающей среды с 0 °С до -15 °С. Поскольку экономия энергии в варианте с переменной вентиляцией рассматривается по отношению к варианту с постоянной вентиляцией для каждой из температур окружающей среды, то логично, что получаются одинаковые результаты экономии энергии.

Авторы указывают, что полученные результаты справедливы для рассмотренного выше помещения с описанными параметрами помещения, мощностью отопительного прибора и рассмотренными режимами вентиляции. Результаты экономии энергии могут быть численно другими для других помещений, мощностей отопительного прибора и режимов вентиляции.

Поскольку энергоэффективность рассматриваемого пути энергии зависит от времени проветривания, то необходимо обеспечить максимально возможный воздухообмен за минимальный промежуток времени. Для этого желательно открывать одновременно и полностью все окна и двери в помещении.

Режим переменной во времени вентиляции позволяет не только экономить энергию, но и поддерживать на более низком уровне относительную влажность в помещении, а также снизить уровень CO₂ или других вредных веществ в воздухе помещения. Более широкому применению должно способствовать то, что он не требует никаких затрат, – проветривание можно проводить вручную в удобном для людей, находящихся в помещении, режиме.

ВЫВОДЫ

На примере выбранного в работе офисного помещения показано, что экономия энергии, которая тратится на его отопление, может достигать 39,9% при использовании переменного (по сравнению с постоянным) во времени режима вентиляции помещения в течение 8-часового рабочего дня при одинаковой кратности воздухообмена. Эта величина существенно меньше указанной в [2] экономии в 20 раз, которой очевидно для рассмотренного помещения достичь нельзя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Serie Energie sparen, Teil 4: Heizkosten: Reduzieren ohne frieren // <http://www.test.de/Serie-Energie-sparen-Teil-4-Heizkosten-Reduzieren-ohne-frieren-1734645-1734649>. - 18.11.2008.
2. Galvin R. Impediments to energy-efficient ventilation of German dwellings: A case study in Aachen // Energy and Buildings. – 2013. - Vol. 56. – С. 32–40.

Статья поступила в редакцию 15.03.2013 г.