

УДК 697.9

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СИСТЕМ
ПО СОЗДАНИЮ ДИНАМИЧЕСКОГО МИКРОКЛИМАТА В ПОМЕЩЕНИЯХ
С ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫМИ ОКНАМИ**

Парфенов Г.И., Абышкин М.О.

(Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина)

Научные руководители – доктор технических наук, профессор Тютиков В.В.;

кандидат технических наук Смирнов Н.Н.

(Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина)

Введение. Приказ Минстроя РФ [1] устанавливает снижение потребления тепловой энергии к 2028 году для вновь строящихся зданий на 50 %, а для реконструируемых или проходящих капитальный ремонт – на 20%. Рекомендуются активно внедрять в инженерные системы зданий возобновляемые и альтернативные источники энергии и устройства, утилизирующие теплоту вторичных энергоресурсов. Согласно оценкам экспертов Московского энергетического института [2] по состоянию на 2016 год в РФ затраты на отопление, вентиляцию, кондиционирование воздуха и ГВС составляют примерно 160 млн т. у. т. (20 % топливно-энергетического баланса страны). На отопление расходуется 80 % из вышеуказанных затрат. Согласно данным исследователей Бухмирова В.В., Пророковой М.В. [3], постаравшихся определить усредненные показатели для зданий непромышленного назначения, наибольший потенциал в области энергосбережения также приходится на окна и его значение составляет 17,5 %. Потери через окна составляют 35 %.

Организация динамического микроклимата в помещениях, предусматривающего изменение температуры воздуха во времени по закону гармонических колебаний, способствует повышению работоспособности сотрудников за счет возбуждения центральной нервной системы. Снижение потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) на предприятиях, а также повышение производительности труда приводит к уменьшению себестоимости и улучшению качества продукции. Следовательно, оценка эффекта от применения разработанных авторами [4] энергосберегающих мероприятий при организации динамического микроклимата является актуальной задачей.

Основная часть. Для снижения потребления ТЭР авторами были предложены к применению энергосберегающие мероприятия [4], а именно применение теплоотражающих экранов с фотоэлектрическими батареями в окнах, дополнительное понижение температуры внутреннего воздуха в нерабочее время холодного периода года. Дополнительная осушка внутреннего воздуха позволяет уменьшить значение температуру точки росы, следовательно, и значение минимально-допустимой температуры внутреннего воздуха при дежурном режиме отопления в нерабочее время. В данном исследовании для осушки рассмотрен вариант смещения вытяжного воздуха с наружным.

Имитационное моделирование выполнялось в программно-вычислительном модуле COMSOL Multiphysics с помощью метода конечных элементов. При описании математических моделей использовались уравнения неизотермического ламинарного движения несжимаемого вязкого газа, сохранения энергии в прямоугольных декартовых координатах, неразрывности, переноса лучистой энергии.

Была разработана и верифицирована имитационная модель теплопередачи через оконный блок с теплоотражающими экранами. Моделирование было выполнено для двухкамерного стеклопакета формулой СПД 4М1-10-4М1-10-4М1 в деревянной раме с установленными с наружной стороны алюминиевыми экранами. Верификация результатов имитационного моделирования осуществлялась с данными физического эксперимента, проведенного в климатической камере ООО "Ивановстройиспытания". В результате проведения многовариантного имитационного двухмерного моделирования были определены локальные значения таких параметров как температура, скорость воздуха,

удельный тепловой поток и сопротивление теплопередаче конструкции, построены параметрические поля. Экспериментальное сопротивление теплопередаче в центральной зоне увеличивается при использовании 2 экранов с 0,47 (без экранов) до 1,18 ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$)/Вт (или в 2,5 раза), расчетное – с 0,48 до 1,20 ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$)/Вт (или в 2,5 раза).

Было выполнено имитационное моделирование динамического микроклимата для помещения тренажера блочного щита управления атомной электрической станции, расположенного в ИГЭУ. В рабочее время изменение температуры приточного воздуха, подаваемого из воздухораспределителей, было задано по закону гармонических колебаний. В нерабочее время подача воздуха прекращалась и контролировался тепловой режим при остывании помещения и расположенного в нем оборудования.

На основании выполненного моделирования были определены годовые затраты теплоты и холода системой кондиционирования воздуха (СКВ) для организации указанного микроклимата с учетом применения рециркуляции. Было установлено, что с точки зрения энергосбережения самым эффективным вариантом из всех рассмотренных является применение энергоэффективного ставня в окнах и понижение температуры внутреннего воздуха в нерабочее время до минимальной с предварительной осушкой воздуха. В этом случае потребление теплоты СКВ снизилось на 70,2 %, а выработка электрической энергии в солнечных батареях энергоэффективного ставня составила 1627 кВт·ч за год.

Выводы. В ходе выполнения математического моделирования и экспериментальных исследований в климатической камере было определено, что применение в окнах теплоотражающих экранов, выполненных из алюминиевой фольги, позволяет значительно (в 1,5÷2,5 раза) повысить приведенное сопротивление теплопередаче данной светопрозрачной ограждающей конструкции. Применение энергоэффективного ставня в окнах и понижение температуры воздуха в нерабочее время до минимальной с предварительной осушкой воздуха позволяет значительно сократить потребление энергетических ресурсов при организации микроклимата (в том числе и динамического) в помещениях, что в конечном счете приведет к снижению себестоимости и повышению качества продукции.

Список использованных источников:

1. Приказ Минстроя России от 17.11.2017 г №1550/пр "Об утверждении требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений".
2. Прима Л.В., Горелов М.В., Глазов В.С., Фелькер Э.К. Информационная база данных по оптическим и теплозащитным характеристикам строительных материалов // Энергосбережение – теория и практика: труды Восьмой международной школы-семинара молодых учёных и специалистов. –2016. – С. 165-170.
3. Пророкова М.В. Повышение эффективности мероприятий с учетом комфортности микроклимата: дис. ... канд. техн. наук: 05.14.04 – Иваново, 2017. – 202 с.
4. Parfenov G.I., Smirnov N.N., Pyzhov V.K., Tyutikov V.V. Improving the energy efficiency of dynamic air condition systems in buildings with controlled resistance to window heat transfer // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – № 1111. – iss. 1. – pp. 1-6.