

СНИЖЕНИЕ РАСХОДОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ИНФРАКРАСНОМ СПОСОБЕ ОТОПЛЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

Введение. В условиях дефицита и резкого подорожания энергоресурсов проблема их экономии в нашей стране в последние годы стала одной из главнейших. Известно, что для отопления помещений различного назначения расходуются большие объемы электричества, газа, нефтепродуктов и других энергоносителей. Практикой доказано, что одним из эффективных направлений экономии энергоресурсов при отоплении различных помещений является расширение применения децентрализованных инфракрасных систем взамен широко еще используемых в нашей стране традиционных конвективных и воздушных. Главное преимущество инфракрасных систем отопления по сравнению с упомянутыми традиционными заключается в прямой передаче тепла от нагревателя, без промежуточного теплоносителя, с помощью электромагнитных волн ко всем предметам и поверхностям, находящимся в рабочей зоне отапливаемого помещения. При этом затраты энергии для обеспечения необходимого теплового режима в рабочей зоне минимальны.

Среди инфракрасных систем отопления в нашей стране предпочтение отдается наиболее энергоэффективным электрическим системам на базе панельных нагревателей. С их помощью отапливают: производственные и складские помещения, торговые павильоны и выставочные залы, спортивно-зрелищные объекты, офисы, школы, больницы, квартиры, частные дома, религиозно-культурные и другие помещения с высотой потолков от 2 до 15 м.

В настоящее время выпуском электрических панельных инфракрасных нагревателей занимается ряд отечественных и зарубежных компаний, в частности: «БИЛЮКС Украина» (Украина) [1], «ENSA» (Германия) [2], «FRICO» (Швеция) [3], «ЭКОЛАЙН» (Россия) и ряд дру-

гих. Ими выпускаются нагреватели с индивидуальными мощностями, находящимися в пределах от 300 Вт до 6 кВт. Этих нагревателей вполне достаточно для того, чтобы обеспечивать надежное и в большинстве случаев эффективное отопление помещений практически любых размеров и назначения. Несмотря на совершенство многих выпускаемых конструкций инфракрасных электрических панельных нагревателей проблема обеспечения оптимального микроклимата в рабочих зонах отапливаемых помещений при минимальных энергозатратах с их применением еще окончательно не решена. По-прежнему остро стоят вопросы дальнейшего сокращения расходов электроэнергии на отопление помещений. Рассмотрению этих вопросов и посвящается настоящая статья.

Цель статьи – снижение расходов электроэнергии на инфракрасное отопление помещений различного назначения в нашей стране.

Основное содержание. Решению вопросов сокращения расходов электроэнергии при инфракрасном отоплении помещений в Украине занимается ряд организаций, в частности, компания «БИЛЮКС Украина» [1] и ХНУСА [5-8]. Ниже в кратком изложении приводятся обобщенные результаты этих исследований и рекомендации по их дальнейшему использованию.

Электрические системы отопления помещений на базе панельных нагревателей в сравнении с другими инфракрасными системами являются наиболее эффективными. Они имеют высокий коэффициент полезного действия, позволяющий получать существенную экономию электроэнергии и обеспечивать при этом требуемый микроклимат в рабочих зонах отапливаемых помещений. Экономия электроэнергии при этом достигается в первую очередь за счет следующих особенностей

самой системы инфракрасного панельного отопления: возможности применения терморегулирования, уменьшения до минимума температурного градиента, снижения температуры воздуха в помещении на несколько градусов за счет прямого нагрева предметов лучами при сохранении необходимого теплового комфорта в рабочей зоне, а также низкой инерционности системы отопления (короткого времени нагрева помещения).

Для систем автономного инфракрасного отопления с использованием электрических панельных нагревателей основой энергосбережения является прежде всего терморегулирование. Рассмотрим этот вопрос более подробно.

Основная функция инфракрасных электрических систем отопления заключается в подаче тепла в помещение для компенсации потерь (за счет теплопроводности через основные ограждающие конструкции помещения и вентиляционных через систему вентиляции из-за неконтролируемых протечек воздуха), а также в поддержании заданного теплового комфорта в рабочей зоне отапливаемого помещения при значительных изменениях температуры окружающей среды. При расчетах таких систем принимается условие, что суммарная мощность всех панельных электрических нагревателей, находящихся в отапливаемом помещении, должна быть достаточной для компенсации всех тепловых потерь при наихудших условиях, то есть при минимальной наружной температуре воздуха.

В течение отапливаемого периода в зависимости от изменений температуры наружного воздуха меняется количество тепла, подаваемого внутрь помещения системой отопления. При этом меняется и энергопотребление (количество электроэнергии, затраченное на поддержание заданной температуры в помещении за конкретный период времени, например, за год). Энергопотребление обычно определяется как сумма произведений текущей мощности системы электрических панельных нагревателей на продолжительность их работы.

На рис. 1 представлена диаграмма энергопотребления системой инфракрасного электрического отопления в течение года. На этой диаграмме затемненная площадка под кривой тепловых потерь и представляет собой объемы энергопотребления за год. Из рассмотрения диаграммы видно, что эти объемы по месяцам в течение года существенно разнятся: практически от нуля в середине года (отопление обычно в это время не используется) и до максимальных значений в зимний период. В запроектированной системе инфракрасного электрического отопления при ее эксплуатации эти колебания учитываются путем использования приборов и устройств терморегулирования. Эти устройства обеспечивают оптимальное управление температурой в помещениях в условиях постоянно изменяющейся тепловой нагрузки. Основными элементами этих устройств являются регуляторы температуры. Эти регуляторы бывают двух типов: комнатные и программируемые.

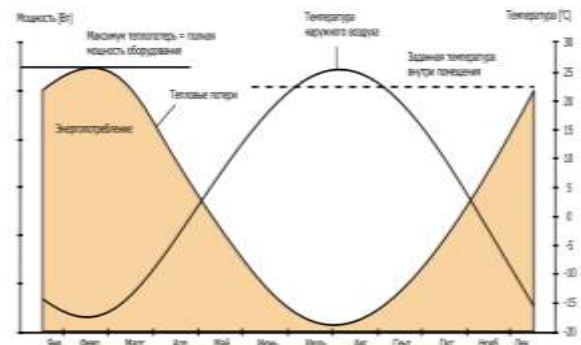


Рис. 1. Диаграмма энергопотребления системой инфракрасного электрического отопления за год

Комнатный регулятор марки EBER-LE RTR-E6121 имеет встроенный датчик температуры воздуха и работает в диапазоне температур от 10 до 30°C. На внутренней стороне регулировочного диска имеется возможность ограничения температурного диапазона. Регулятор имеет следующие размеры (габариты) – 75×75×25,5 мм. Программируемый регулятор температуры марки Euroster 3000 COMFORT имеет два датчика температуры, что позволяет независимо программировать две температуры – воздуха и

пола. Он работает на шести температурных уровнях и позволяет с высокой точностью одновременно управлять работой длинноволновых электрических панельных нагревателей, теплого пола и других климатических систем для поддержания в помещении заданной температуры. При этом нагреватели работают в максимально экономичном режиме, не допуская недогревов и перегревов в помещении.

На величину экономии электроэнергии при инфракрасном отоплении помещений существенное влияние оказывают значения температурного градиента. Рассмотрение различных температурных профилей [6] показывает, что при инфракрасном отоплении температура воздуха по высоте помещения изменяется в небольших пределах, а при конвективном эти изменения весьма существенны. Установлено, что при инфракрасном способе отопления температурный градиент составляет около $0,3^{\circ}\text{C}/\text{м}$, а при конвективном – до $2,5^{\circ}\text{C}/\text{м}$. Наличие низкого температурного градиента при инфракрасных системах отопления свидетельствует о том, что температура воздуха по высоте помещения лучше выравнивается. Это также означает наличие меньших потерь тепла и более эффективное его использование в рабочей зоне. Таким образом, за счет замены конвективных систем отопления, имеющих большие значения температурного градиента, на инфракрасные может быть достигнута достаточно ощутимая экономия энергоресурсов. Анализ совмещенных температурных профилей по высоте помещения, обогреваемых с помощью инфракрасных электрических панельных нагревателей БИЛЮКС и воздушного способа, показал, что их энергосберегающий потенциал достаточно высок и составляет около $43,1\%$ [6].

Значительная экономия электроэнергии при использовании инфракрасных систем отопления на базе панельных нагревателей может быть также достигнута за счет снижения температуры воздуха в помещении на несколько градусов при сохранении в рабочей зоне необходимого теплового комфорта. При инфракрас-

ном отоплении, в том числе и с использованием электрических панельных нагревателей, температура находящемуся в рабочей зоне человеку из-за присутствия теплового излучения всегда кажется выше, чем если бы это полезное тепло к нему передавалось только традиционным конвективным способом. Температуру, которая людям при инфракрасном отоплении кажется более высокой, принято называть температурой ощущения, а значение температуры, измеренное традиционным способом с помощью термометра, называют температурой воздуха. Разность значений этих температур и определяет увеличение ощущения тепла за счет излучающего теплообмена.

Немецкая фирма «ШВАНК» (г. Кельн) для определения температуры ощущения в зоне действия инфракрасных нагревателей рекомендует использовать следующую эмпирическую зависимость

$$t_{\text{эф}} = t_{\text{в}} + 0,0716 \cdot q,$$

где $t_{\text{эф}}$ – эффективная температура (температура ощущения) человека, $^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{в}}$ – фактическая температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$; $0,0716$ – эмпирический переводной коэффициент, $^{\circ}\text{C} \cdot \text{м}^2/\text{Вт}$ [9]; q – интенсивность излучения (удельная облученность), $\text{Вт}/\text{м}^2$.

Графически эта зависимость представлена на рис. 2.

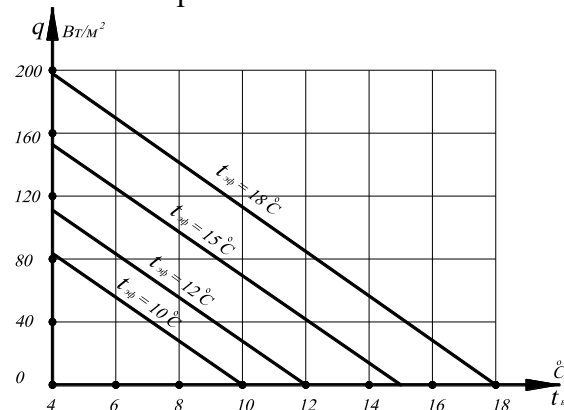


Рис. 2. Графики изменения эффективной температуры при различных значениях интенсивности излучения и температуры воздуха в помещении.

Анализ приведенных графиков показывает, что при одном и том же значении температуры воздуха в помещении, отапливаемом с помощью инфракрасных электрических нагрева-

телей, эффективная температура (температура ощущения) возрастает по мере роста интенсивности излучения.

Компанией «БИЛЮКС Украина» [1] для случая обогрева помещения с помощью выпускаемых ею инфракрасных электрических панельных нагревателей построены графики (рис. 3) изменения доли эквивалентной температуры излучения по высоте помещения в зависимости от мощности нагревателей и расстояния между ними (на этих графиках доля эквивалентной температуры излучения представляет собой разность между температурой ощущения и фактической рабочей температурой воздуха в помещении, а нагреватели названы обогревателями)

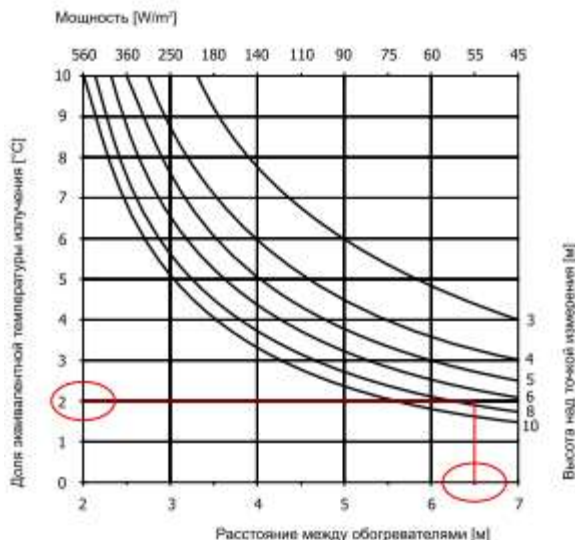


Рис. 3. Графики изменения доли эквивалентной температуры излучения по высоте помещения в зависимости от мощности нагревателей и расстояния между ними

Эти графики показывают насколько велика доля эквивалентной температуры излучения при использовании для целей отопления инфракрасных электрических нагревателей. Например, при расстоянии от нагревателя до точки измерения на высоте 1,5 м равной 6,5 м доля эквивалентной температуры излучения равна 2°C. С учетом полученных значений доли эквивалентной температуры излучения устанавливается рабочая или ощущаемая температура, позволяющая несколько снизить расходы электроэнергии на отопление.

Благодаря прямому тепловому излучению температура воздуха в помещениях, отапливаемых инфракрасным электрическим способом, может быть снижена на 1-3°C по сравнению с другими традиционными способами отопления. За счет этого достигается экономия электроэнергии. Как показали исследования, такое снижение температуры только на 1°C позволяет сокращать расходы электроэнергии на отопление до 5%.

С использованием инфракрасных систем отопления на базе электрических панельных нагревателей, имеющих низкую инерционность, обогрев рабочей зоны происходит в более короткие сроки в сравнении с конвективными системами. За счет этого можно также сэкономить часть электроэнергии (путем изменения графика включения, выключения либо переключения системы отопления на другой цикл работы). Например, если мы имеем более низкую температуру ночью, то мы можем увеличить количество часов работы системы отопления с ночной температурой [1].

При инфракрасном электрическом отоплении помещений больших размеров возможна также существенная экономия электроэнергии за счет снижения конвективных потерь тепла, имеющих место при работе панельных нагревателей [7]. Это направление экономии энергоресурсов в ближайшие годы целесообразно тщательно исследовать, а затем далее развивать и использовать в практике отопления различных зданий и помещений.

Выводы: 1. В связи с дефицитом и ростом цен на энергоресурсы проблема энергосбережения в нашей стране является особо актуальной.

2. При выборе и расчетах различных систем отопления главным приоритетом должна быть экономия энергоресурсов при обязательном выполнении условия обеспечения требуемых параметров микроклимата в рабочих зонах отапливаемых помещений.

3. Мировой практикой отопления помещений доказано, что наиболее энергосберегающими являются децентрализо-

ванные инфракрасные системы, позволяющие экономить до 35-45% энергоресурсов (в сравнении с традиционными конвективными и воздушными).

4. Среди инфракрасных энергосберегающих децентрализованных систем отопления помещений особого внимания заслуживают системы на базе электрических панельных нагревателей, имеющих высокие коэффициенты полезного действия, низкую инерционность и минимальный температурный градиент в отапливаемых помещениях.

5. При использовании для целей отопления помещений систем инфракрасного отопления на базе электрических панельных нагревателей основой для снижения расходов электроэнергии является терморегулирование, особенно с помощью программируемых регуляторов температуры.

6. При проектировании систем отопления с помощью инфракрасных электрических панельных нагревателей необходимо стремиться к повышению энергосберегающего потенциала этих нагревательных приборов за счет дальнейшего снижения температурного градиента и рационального размещения нагревательных приборов в отапливаемых помещениях.

7. При расчетах систем инфракрасного отопления с помощью электрических панельных нагревателей расчетная температура воздуха в отапливаемом помещении может быть снижена на величину до 3°C, по сравнению с нормируемой температурой воздуха для помещений, отапливаемых с помощью конвективных способов. При этом следует иметь в виду то, что снижение этой расчетной температуры только на 1°C позволяет уменьшать расходы электроэнергии до 5%.

8. Одним из направлений существенного сокращения расходов электроэнергии на инфракрасное отопление помещений больших размеров является снижение конвективных потерь тепла, имеющих место при работе различных электрических

панельных нагревателей и составляющих 10÷40% их теплообмена [7]. Для достижения конкретных результатов в этом направлении необходимо провести ряд дополнительных исследовательских и проектно-конструктивных работ.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Система потолочного отопления на базе электрических длинноволновых обогревателей. Техническая документация. БИЛЮКС – Отопление суперэкономичное. Украина: Билюкс Украина. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://bilux.ua>.
2. Пшеничников В.М. Энергосберегающие децентрализованные системы отопления. Россия. Журнал «Энергосбережение», 2005. – № 6. – 4 с.
3. Инфракрасные обогреватели. Швеция: FRICO, 2015. – 4 с.
4. Статьи об инфракрасном отоплении. Россия: Эко Лайн. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://neholodno.net/index.php/archiv/35-states/46-2012-03-31-00-50-57>.
5. Болотских Н.Н. Инфракрасное отопление помещений с помощью электрических панельных нагревателей. Науковий вісник будівництва. Х.: ХНУБА, ХОТВ АБУ. Вип. 83. – 2016. – С. 153-157.
6. Болотских Н.Н. Энергосбережение при инфракрасном электрическом отоплении помещений. Науковий вісник будівництва. Х.: ХНУБА, ХОТВ АБУ. Вип. 84. – 2016. – С. 343-349.
7. Болотских Н.Н. Снижение конвективных потерь тепла при инфракрасном электрическом обогреве помещений больших размеров. Науковий вісник будівництва. Х.: ХНУБА, ХОТВ АБУ. Вип. 85. – 2016. – С. 230-234.
8. Болотских Н.Н. Инфракрасный обогрев теплиц с помощью электрических длинноволновых нагревательных панелей. Журнал «Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит», № 9(140). – 2015. – С. 43-52.
9. Skunce. Wärmetechnischer vergleich Zwischen warmluftund strahlungsheizung. – Gaswärme international, № 7. – 1973. – s. 252-255.