

УДК 697.353.26

АНАЛИЗ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ СИСТЕМЫ ПАНЕЛЬНО-ЛУЧИСТОГО ОТОПЛЕНИЯ В СОСТАВЕ АВТОНОМНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ В РОССИИ

Ищенко Виктория Андреевна, магистрант, направление подготовки 08.04.01 Строительство, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: vika.asf.osu@gmail.com

Научный руководитель: **Закируллин Рустам Сабирович**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры теплогазоснабжения, вентиляции и гидромеханики, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: rustam.zakirullin@gmail.com

***Аннотация.** Проблема энергосбережения одна из важнейших в строительной отрасли России. Потребители вынуждены применять наиболее выгодные в эксплуатации современные отопительные системы и устройства из-за повышения цен на энергоносители. Одним из вариантов энергосбережения является панельно-лучистое отопление в качестве основной системы отопления. Цель данной статьи заключается в исследовании энергоэффективности систем панельно-лучистого отопления, а также изучении влияния коэффициента теплоотдачи на микроклимат помещения. В ходе детального анализа данных систем панельно-лучистого отопления был выявлен ряд проблем, одной из них является перегрев или неравномерный прогрев теплого пола. Был сделан вывод о необходимости изучения изменения коэффициента теплоотдачи при регулировании различных параметров, его влияние на микроклимат помещения, проверки выполнения трех условий комфортности.*

Ключевые слова: панельно-лучистое отопление, теплоснабжение, коэффициент теплоотдачи, микроклимат, теплый пол.

Для цитирования: Ищенко В. А. Анализ энергосбережения при применении системы панельно-лучистого отопления в составе автономного теплоснабжения жилых и общественных зданий в России // Шаг в науку. – 2022. – № 1. – С. 27–30.

ANALYSIS OF ENERGY SAVING WITH THE APPLICATION OF THE PANEL RADIATED HEATING SYSTEM IN THE COMPOSITION OF AUTONOMOUS HEAT SUPPLY OF RESIDENTIAL AND PUBLIC BUILDINGS IN RUSSIA

Ischenko Viktoria Andreevna, postgraduate student, training program 08.04.01 Construction, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: vika.asf.osu@gmail.com

Research advisor: **Zakirullin Rustam Sabirovich**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Heat and Gas Supply, Ventilation and Hydromechanics, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: rustam.zakirullin@gmail.com

***Abstract.** The problem of energy saving is one of the most important in the construction industry in Russia. Consumers are forced to use the most profitable modern heating systems and devices in operation, due to the increase in energy prices. One of the energy saving options is radiant panel heating as the main heating system. The purpose of this article is to study the energy efficiency of radiant panel heating systems, as well as to study the effect of the heat transfer coefficient on the room microclimate. In the course of a detailed analysis of these radiant panel heating systems, a number of problems were identified, one of which is overheating or uneven heating of the warm floor. As a result, it was concluded that it is necessary to study the change in the heat transfer coefficient when regulating various parameters, its effect on the microclimate of the room, and check the fulfillment of three conditions of comfort.*

Key words: panel-radiant heating, heat supply, heat transfer coefficient, microclimate, underfloor heating.

Cite as: Ishchenko, V. A. (2022) [Analysis of energy saving with the application of the panel radiated heating system in the composition of autonomous heat supply of residential and public buildings in Russia]. *Shag v nauku* [Step into science]. Vol. 1, pp. 27–30.

На сегодняшний день отопление зданий делится на конвективное, лучистое и комбинированное (конвективно-лучистое, панельно-лучистое). В качестве энергоносителя и источника тепловой энергии могут быть использованы: газ, жидкое топливо, электричество, энергия солнца и т. д.

Система, состоящая из источников тепла и потребителя, – это система автономного теплоснабжения. Одним из вариантов автономного теплоснабжения является конвективно-лучистое отопление.

По сравнению с другими отопительными приборами у конвективно-лучистых есть ряд преимуществ: небольшая стоимость монтажа, простота, долговечность и т. д. Но весомым минусом является большой расход тепловой энергии, который затрачивается на обогрев воздуха в верхней части помещений, и весомые потери энергии через проемы.

В качестве альтернативы одним из вариантов энергосбережения является панельно-лучистое отопление в качестве основной системы отопления. Оно имеет ряд преимуществ: происходит более равномерное распределение теплоты по высоте, благодаря чему создается комфортный и здоровый микроклимат помещения, а также передача тепловой энергии происходит не конвекцией, а излучением, в связи с чем воздух в помещении не пересушивается [4].

В [4] описаны главные преимущества и недостатки различных систем отопления, а также установлена экономическая целесообразность. Авторы в своей работе на примере многоэтажного жилого дома доказывают, что целесообразнее в многоэтажном строительстве в качестве основной системы применять радиаторы. Но при использовании «безбетонных» современных систем водяного теплого пола ситуация меняется.

По экономической целесообразности авторы статьи в ходе исследований делают вывод, что дороже обойдется отопление радиаторами, чем теплыми полами, так как происходит снижение затрат на нагрев теплоносителя из-за пониженной температуры теплоносителя, подаваемой для теплого пола и равной 55°C, по сравнению с температурой, подаваемой в радиаторы, равной 95°C, снижение средней температуры воздуха на несколько градусов позволяет снизить потребление электроэнергии на нагрев помещения в зависимости от высоты потолка от 6 до 50%. Анализ данных, приведенных в статье, позволяет сделать вывод о том, что в процессе эксплуатации экономическая выгода и энергоэффективность использования теплого пола выше, чем с использованием радиаторов [4].

Экономия применения теплого пола по сравнению с радиаторным за один отопительный период составит приблизительно 9000 рублей, а за 20 лет – 173000 рублей при условии, что тарифный план не изменится [2].

Другим способом энергосбережения является переход отопления на низкотемпературные системы на основе применения теплонаносных установок ТНУ.

В своей работе [1] авторы утверждают, что при применении теплонаносных установок ТНУ в системах теплоснабжения улучшается экологическая обстановка в населенных пунктах, так как сжигание топлива в городских котельных переносится за пределы населенных пунктов, а также происходит экономия затрат топлива для выработки электроэнергии.

По итогу исследовательской работы авторы делают вывод, что при равных гидравлических условиях для рассмотренной системы теплонаносных установок ТНУ эффективность отопления здания с применением теплого пола выше, чем радиаторами, на 21%.

В [7] описывают несколько вариантов альтернатив полномасштабным системам напольного отопления, которые обеспечивают баланс между эффективностью источника тепла и желанием владельца иметь теплые поверхности пола помещения. Один из них состоит в том, чтобы сделать площадь поверхности излучающей панели меньше, не покрывая всю площадь пола трубками. Уменьшение площади панели до одной трети площади пола помещения повысило бы среднюю температуру поверхности пола в условиях проектной нагрузки до 85 °С, что является рекомендуемым максимумом для полов в ситуации длительного контакта ног.

Однако, несмотря на достоинства, существуют вопросы, которые подлежат исследованию. Основной проблемой является перегрев либо неравномерный прогрев помещений, который приводит к дискомфорту и возникновению проблемы со здоровьем человека, нарушается кровообращение нижних конечностей. Это связано с тем, что расчет коэффициента теплоотдачи теплого пола производится для пластин, расположенных в неограниченном объеме среды, хотя помещение имеет ограждающие поверхности и ограниченный объем воздуха.

Регулирование параметров микроклимата помещений необходимо производить в зависимости от периода года¹.

Значительную роль в формировании всех требований, предъявляемых к СКВ, играет фактор комфортности. В статье [6] описаны три условия

¹ ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях – Москва: Стандартинформ, 2013. – 15 с.

комфортности помещений. Решением задачи по определению численных значений параметров комфортности занимается большое количество специалистов.

Первое условие комфортности определяет сочетание температуры внутреннего воздуха t_{in} и радиационной температуры помещения t_R . Человек, находясь в центре рабочей зоны, не испытывает дискомфорта.

При этом другие параметры внутреннего воздуха, за исключением температуры внутреннего воздуха и радиационной, не учитываются.

Второе условие комфортности при нахождении человека в близости от нагретых/охлаждаемых поверхностей определяет допустимые температуры этих поверхностей. Несмотря на тепловой баланс окружающей среды и организма человека, при больших значениях радиационной температуры поверхностей будет возникать дискомфорт и перегрев участков тела.

Но возможна такая ситуация, когда температура в помещении не будет комфортной для определенного человека, несмотря на выполнение двух условий комфортности, из-за индивидуальных предпочтений. Отсюда устанавливается третье условие комфортности, которое позволяет удовлетворить потребности каждого человека, внутренние параметры помещения устанавливаются индивидуально, чтобы был соблюден тепловой баланс.

Таким образом, важной составляющей сложного процесса, формирующего тепловой режим помещения, является теплообмен на поверхностях.

Тепловой баланс любой поверхности в помещении в стационарных и нестационарных условиях может быть представлен на основе закона сохранения энергии уравнением:

$$R_i + C_i + T_i = 0, \quad (1)$$

где

R_i – лучистая составляющая теплообмена;

C_i – конвективная составляющая теплообмена;

T_i – кондуктивная составляющая теплообмена.

Знания устройства и принципов расчетов отопительных панелей (теплый пол) определяют правиль-

ность принятых технических решений, в том числе на стадии обработки результатов исследования.

В своей исследовательской работе главной задачей является изучение коэффициента теплоотдачи поверхности теплого пола.

В диссертации [5] была разработана методика инженерного расчета температуры теплоносителя при напольном отоплении, а также методика расчета тепловых потерь через ограждающие конструкции помещений.

Для получения коэффициента теплоотдачи при всех параметрах будет учитываться количество теплоты $Q_{a.h.}$, потраченное на нагрев воздуха.

$$Q_{a.h.} = Q_c - (Q_{cas} + Q_{down} + Q_r) \quad (2)$$

где

Q_c – количество теплоты, отпущенное с котла, Вт;

Q_{cas} – количество теплоты, теряемое теплоносителем от котла до узла ввода в теплый пол, Вт;

Q_{down} – количество теплоты, теряемое вниз, Вт;

Q_r – количество теплоты, теряемое через термическое сопротивление греющей панели, Вт.

Согласно [3], после нахождения всех необходимых параметров и Q_{res} итогового количества теплоты выражаем коэффициент теплоотдачи α из формулы:

$$\alpha = \frac{Q_{a.h.}}{F \cdot (t_s - t_{air})} \quad (3)$$

где

t_{air} – температура воздуха внутри помещения, °C;

t_s – температура поверхности пола, °C;

F – площадь отапливаемого пола, м².

В своей дальнейшей работе необходимо провести экспериментальные исследования, в ходе которых предполагается получить данные коэффициента теплоотдачи, распределение температуры по помещению, потери давления, гидравлические сопротивления и изучить влияние теплоотдачи на микроклимат помещений, а также выполнение трех условий комфортности.

Литература

1. Бондарь И. А., Денисова А. Е. Сравнительная оценка энергетической эффективности теплонаносных установок для систем теплоснабжения с теплым полом // Строительство и техногенная безопасность. 2014. № 52. С. 80–85.
2. Бурмистрова С. Е., Шеверева Ю. И. Использование системы встроенного обогрева для отопления жилых зданий // Структурные преобразования экономики территорий: в поиске социального и экономического равновесия. Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, Уфа, 24 декабря 2019 г. – Уфа, 2019 – С. 51–75.
3. Верховинский И. Л., Яблонский Е. Ю., Бундигов А. В. Современные энергосберегающие отопительные системы с использованием теплого пола // Известие высших учебных заведений – 2013 – № 1 – С. 42–45.

4. Ищенко А. В., Шишкунова Д. В., Юн Т. М. Водные теплые полы, как альтернативная система отопления в многоквартирном доме // Строительное производство. 2020. № 1. С. 60–64.
5. Тарабаров М. Б. Особенности напольного водяного панельно-лучистого отопления: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.03. – Санкт-Петербург, 2004. – 128 с.
6. Удовиченко З. В., Михайская О. В., Удовиченко Н. Р. Нормирование параметров микроклимата // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2017. № 5 (127). С. 72–77.
7. John Siegenthaler, P. E. Radiant panel systems// Radiant & Hydronics October 22, 2018 [Electronic resource]. – URL: <https://www.pmmag.com/articles/101670-john-siegenthaler-radiant-panel-systems> (accessed: 23.05.2021).

Статья поступила в редакцию: 04.06.2021; принята в печать: 02.02.2022.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.