

УДК 697.273.86

А. О. ШАЦКОВ, В. Л. ВАКУЛОВИЧ, А. В. ЛЫХАЧ

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СИСТЕМ ЛУЧИСТОГО ОТОПЛЕНИЯ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

Аннотация. В статье рассматривается возможность создания комфортных условий в жилом помещении при использовании низкотемпературных электрических инфракрасных отопительных панелей.

Ключевые слова: тепловой комфорт, микроклимат помещения, лучистое отопление, градиент температуры.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

В свете повышения требований к тепловому комфорту в жилых помещениях и росте цен на энергоносители остро стоит проблема эффективности использования топливно-энергетических ресурсов и теплоснабжения в целом. Использование децентрализованных систем отопления позволяет решить задачи энергоресурсосбережения. Одной из лучших альтернатив традиционному отоплению является использование низкотемпературных инфракрасных отопительных приборов, которые не имеют широкого распространения. Для определения эффективности такого способа отопления необходимо удостовериться, что использование лучистых панелей позволит создать комфортные условия в жилом помещении.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Анализ литературных источников показал [1–5], что наиболее изученными системами панельно-лучистого отопления жилых зданий являются низко- и среднетемпературные панели и отражательные экраны с централизованным теплоснабжением при помощи нагретых воды и воздуха, реже пара. Такие отопительные приборы размещаются в потолке, полу или у стен помещения (соответственно потолочная, напольная и стеновая системы) и представляют собой бетонные панели с замоноличенными греющими трубами, занимающими всю стену [1]. Они обладают большой инерционностью и высокой составляющей конвективного теплообмена, в результате чего от 40 до 70 % теплоты передается конвекцией [4]. Системы панельно-лучистого отопления начали широко применяться в СССР с 50-х годов прошлого века, что позволило тщательно изучить температурную обстановку при использовании таких систем, провести оценку теплоощущения в жилых помещениях и разработать диаграммы комфорта, на основании которых производится расчет системы отопления [1, 2, 4]. Набирающие популярность электрические инфракрасные панели недостаточно изучены, поэтому необходимо проверить возможность использования таких приборов в жилых помещениях в качестве основного источника теплоты.

ЦЕЛЬ СТАТЬИ

Проверить выполнение второго условия комфортности при отоплении жилого помещения электрическими лучистыми отопительными приборами и их влияние на параметры микроклимата помещения.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

В последние годы наблюдается стабильный рост продаж электрических инфракрасных (в среднем на 20 % ежегодно) [6]. Их основное отличие от бетонных панелей состоит в том, что уменьшение размеров панелей позволило увеличить температуру излучающей поверхности [1] и уменьшить конвективную составляющую теплообмена. Главным условием возможности использования инфракрасных обогревателей для отопления жилых помещений является второе условие комфортности, ограничивающее интенсивность теплообмена при положении человека около нагретых и охлажденных поверхностей. Соотношение конвективной и лучистой составляющих теплоотдачи при различных способах отопления приведены на рисунке 1.

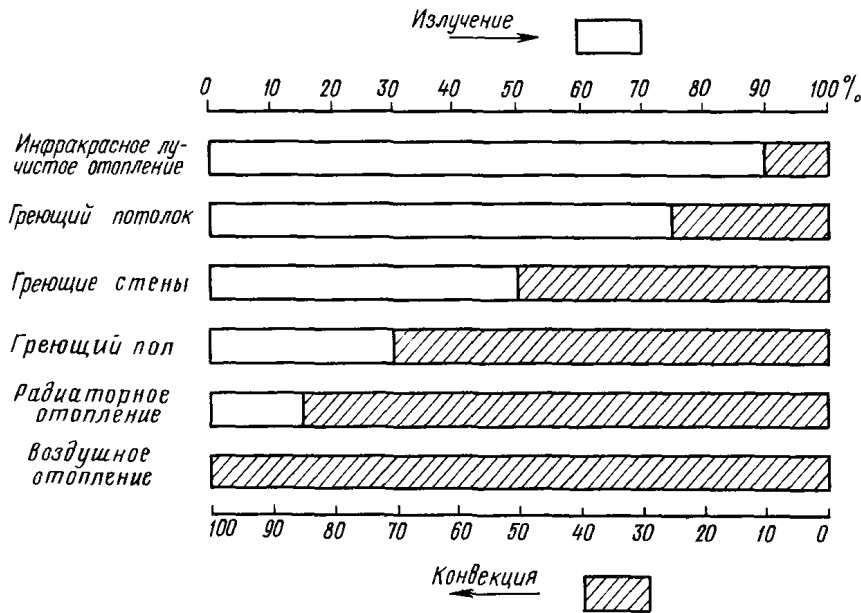


Рисунок 1 – Соотношение конвективной и лучистой теплоотдачи при различных способах отопления.

При расположении нагретой панели в потолке наиболее невыгодным (а потому расчетным) будет положение человека непосредственно под центром панели. При расположении панели в стенах за расчетное принимают положение человека на расстоянии 1 м от нагретой поверхности. При этом лучистая теплоотдача наиболее невыгодно расположенного участка головы должна быть не менее 11,6 Вт/м² и не более 35 Вт/м² [7].

Максимально допустимая температура нагретой поверхности в помещении определяется по формуле [4, 7]:

$$t_n^{доп} < 19,2 + \frac{8,7}{\varphi_{ч-п}}, \quad (1)$$

где $\varphi_{ч-п}$ – коэффициент облученности от элементарной площадки на поверхности человека, определяемый по методике, приведенной в [1].

На рисунке 2 изображена зависимость допустимой температуры излучающей поверхности.

Отсюда можно сделать вывод, что использование низкотемпературных лучистых отопительных панелей позволяет добиться выполнения второго условия комфортности в жилом помещении, т. к. температура поверхности большинства электрических отопительных приборов не превышает 100 °С [6].

Согласно стандарту ISO EN7730, разница температур между уровнем ног и головы человека в отапливаемом помещении должна быть менее 3 °С для категории II и менее 2 °С для категории I. Для систем с большей долей конвективной составляющей теплоотдачи (плинтусные панели под окнами, системы воздушного отопления, панели обогрева в торцевой стене) или системы водяного отопления с местными отопительными приборами разность температуры воздуха по высоте будет

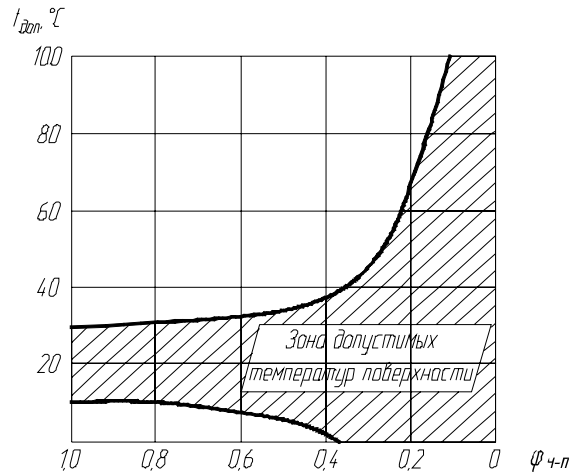


Рисунок 2 – Зона допустимых температур поверхности отопительного прибора из условий выполнения второго условия комфортности.

существенной [8]. Температурный градиент инфракрасной системы составляет $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ на метр высоты и $2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ на метр высоты конвекционной системы [9], при этом создается температурная обстановка, более благоприятная для человека. Зависимость изменения температуры воздуха при различных видах отопления указаны на рисунках 3 и 4.

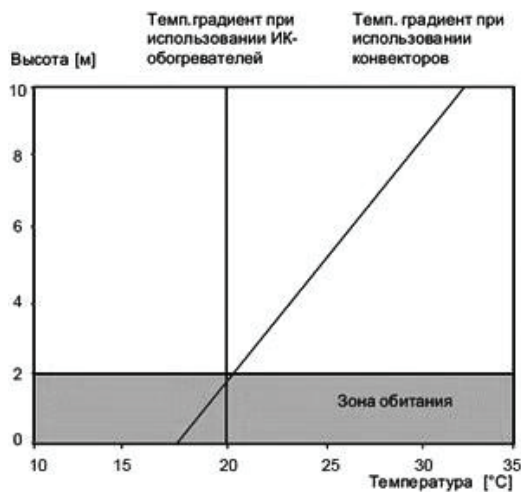


Рисунок 3 – Зависимость изменения температурного градиента от высоты помещения и внутренней температуры.

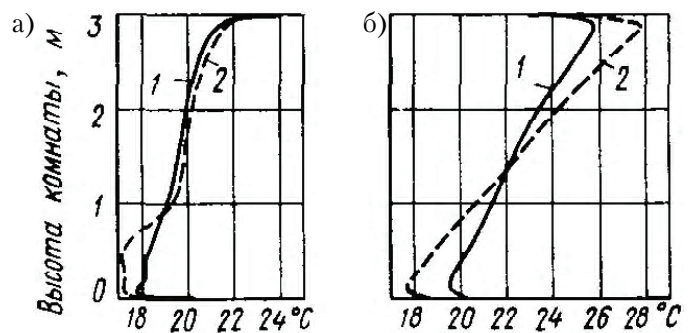


Рисунок 4 – Вертикальное распределение температуры воздуха при отоплении: а) лучистом; б) конвективном (радиаторном); 1 – в центре комнаты; 2 – вблизи окна.

При низкой подвижности воздуха вокруг тела человека образуется тонкая воздушная оболочка, имеющая высокую температуру и насыщенная водяным паром. В результате затрудняется тепло- и влагообмен с окружающим воздухом. Минимальная подвижность воздуха, разрушающая эту оболочку, по данным разных авторов, составляет $0,05\text{--}0,10\text{ м/с}$. Чрезмерная подвижность воздуха вызывает ощущение сквозняка. Из-за охлаждающего воздействия движущегося воздуха нарушается тепловосприятие кожного покрова, при этом, как только эффект охлаждения превысит некоторое критическое значение, сосуды начинают сужаться. Наиболее подвержены воздействию сквозняка затылок и лодыжки, при это подвижность воздуха ограничена $0,15\text{ м/с}$. Область комфортного сочетания подвижности и температуры указана на рисунке 5 [10].

Использование инфракрасных отопительных приборов, которые имеют значительно меньшую конвективную составляющую [4] теплообмена и малую площадь излучающей поверхности в

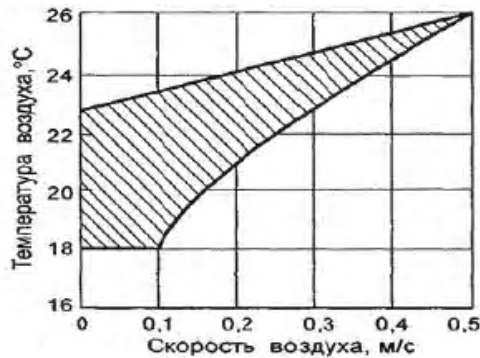


Рисунок 5 – Область комфортного сочетания подвижности и температуры воздуха.

сравнении с бетонными панелями, позволяет снижать подвижность воздуха в помещении, а также избежать таких негативных последствий применения конвективных отопительных приборов, как сквозняки, пересушивания воздуха и перенос пыли [6, 9].

ВЫВОД

Проведенные аналитические исследования позволяют сделать вывод, что использование низкотемпературных электрических систем лучистого отопления позволяет добиться оптимальных параметров микроклимата при выполнении второго условия комфортности, ограничивающего применение инфракрасных приборов в жилых помещениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сканави, А. Н. Отопление [Текст] / А. Н. Сканави, Л. М. Махов. – М. : АСВ, 2002. – 522 с.
2. Богословский, В. Н. Отопление [Текст] / В. Н. Богословский, А. Н. Сканави. – М. : Стройиздат, 1991. – 735 с.
3. Миссенар, А. Лучистое отопление и охлаждение [Текст] : пер. с франц. / А. Миссенар. – М. : Госстройиздат, 1961. – 299 с.
4. Мачкаши, А. Лучистое отопление [Текст] / А. Мачкаши, Л. Банхиди ; пер. с венгерского В. М. Беляева, под ред. В. Н. Богословского и Л. М. Махова. – М. : Стройиздат, 1985. – 464 с.
5. Панельно-лучистые системы отопления и охлаждения зданий [Электронный ресурс] / АВОК: вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2015. – № 5. – С. 40–43.
6. Электрические инфракрасные обогреватели [Электронный ресурс] // С.О.К. Сантехника, отопление, кондиционирование. – 2007. – № 5. – Режим доступа : <https://www.c-o-k.ru/articles/elektricheskie-infrakrasnye-obogrevateli>.
7. Богословский, В. Н. Строительная теплофизика [Текст] / В. Н. Богословский. – М. : Высшая школа, 1982. – 415 с.
8. Olesen, B. W. Критерии теплового комфорта при проектировании систем отопления [Электронный ресурс] / B. W. Olesen // АВОК: вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2009. – № 5. – Режим доступа : https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4355.
9. Шумилов, Р. Н. Лучистое отопление – мифы и реальность [Текст] / Р. Н. Шумилов, Ю. И. Толстова, А. А. Поммер // С.О.К. Сантехника, отопление, кондиционирование. – 2006. – № 1. – С. 56–58.
10. Кувшинов, Ю. Я. Теоретические основы обеспечения микроклимата помещения. Учебное пособие для студентов специальности 270109 [Текст] / Ю. Я. Кувшинов. – М. : АСВ, 2007. – 184 с.

Получено 11.10.2017

А. О. ШАЦКОВ, В. Л. ВАКУЛОВИЧ, А. В. ЛИХАЧ
 ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИХ
 СИСТЕМ ПРОМЕНЕВОГО ОПАЛЕННЯ В ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ
 ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. У статті розглядається можливість створення комфортних умов в житловому приміщенні при використанні низькотемпературних електричних інфрачервоних опалювальних панелей.

Ключові слова: тепловий комфорт, мікроклімат приміщень, променисте опалення, градієнт температури.

ARTEM SHATSKOV, VALERIA VAKULOVICH, ALINA LYKHACH
THEORETICAL ASPECTS OF THE USE OF LOW-TEMPERATURE RADIANT
HEATING SYSTEMS IN RESIDENTIAL BUILDINGS

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article has considered the possibility of creating comfortable conditions in a residential building by using low-temperature electric infrared heating panels.

Key words: thermal comfort, indoor climate, radiant heating, temperature gradient.

Шацков Артем Олегович – аспирант кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: энергоресурсосбережение в системах теплоснабжения с помощью внедрения систем электрического лучистого отопления.

Вакулович Валерия Леонидовна – магистрант кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: энергоресурсосбережение в системах теплоснабжения с помощью внедрения систем электрического лучистого отопления.

Лыхач Алина Владимировна – магистрант кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: энергоресурсосбережение в системах теплоснабжения с помощью внедрения систем электрического лучистого отопления.

Шацков Артем Олегович – аспірант кафедри теплотехніки, теплогазопостачання і вентиляції ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: енергоресурсозбереження в системах теплопостачання з допомогою впровадження систем електричного променистого опалення.

Вакулович Валерія Леонідівна – магістрант теплотехніки, теплогазопостачання і вентиляції ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: енергоресурсозбереження в системах теплопостачання з допомогою впровадження систем електричного променистого опалення.

Лыхач Аліна Володимирівна – магістрант кафедри теплотехніки, теплогазопостачання і вентиляції ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: енергоресурсозбереження в системах теплопостачання з допомогою впровадження систем електричного променистого опалення.

Shatskov Artem – a postgraduate student, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: energy and resource saving in heat supply systems through the introduction of systems electric radiant heating.

Vakulovich Valeria – master's student, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: energy and resource saving in heat supply systems through the introduction of systems electric radiant heating.

Lykhach Alina – master's student, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: energy and resource saving in heat supply systems through the introduction of systems electric radiant heating.