

Федоренко А.А., Антагулова Л.А., Удовенко М.Б.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Киев, Украина

Fedorenko A.A., Antahulova L.A., Udovenko M.B.

Kyiv National University of Technologies and Design

Kyiv, Ukraine

E-mail: sasa1964@yandex.ua , liliaantagulova@bk.ru , mariaudovenko@ukr.net

Инфракрасное излучение как способ энергосбережения и оптимизации микроклимата помещений легкой промышленности

Infrared radiation as a way of energy saving and optimizing the microclimate of light industry premises

Аннотация: в статье описана практическая значимость инфракрасного отопления, которое позволяет поддерживать необходимые параметры температуры в помещениях при экономном использовании топлива.

Abstract: The article describes the practical importance of infrared heating, which allows to support the necessary temperature parameters while saving fuel.

Ключевые слова: инфракрасное отопление, параметры микроклимата, помещения легкой промышленности, энергосберегающие системы, отопления, инфракрасные обогреватели, лучистая энергия, площадь облучения, интенсивность облучения.

Index terms: infrared heating, microclimate parameters, premises of light industry, energy-saving systems, heating, infrared heaters, radiant energy, irradiation area, irradiation intensity.

В ходе анализа условий труда на рабочих местах предприятий легкой промышленности было выявлено несоответствие их организационно-технических решений современным требованиям отечественных и международных стандартов, а также недостаточное в производство количество ресурсосберегающих технологий. В настоящее время энергосбережение является одной из важнейших проблем для промышленного комплекса Украины. В условиях растущего дефицита топливно-энергетических ресурсов их экономическое использование должно стать приоритетным принципом промышленной политики.

В условиях жесткой конкуренции владелец предприятия заинтересован в снижении себестоимости продукции, которая выпускается, однако при этом нельзя забывать о соблюдении норм охраны труда. В климатических условиях Украины большая доля энергетических затрат приходится на системы и установки отопления, в связи с чем их децентрализация является энергетически, экономично и экологически выгодной. Инфракрасное газовое отопление позволяет поддерживать необходимые параметры температуры в помещении при меньших затратах топлива, добиваться небольшой скорости движения воздуха, уменьшая его запыленность, кроме этого система инфракрасного отопления не занимает полезной площади, надежна и долговечна.

В связи с этим, для поддержки на рабочих местах нормативных параметров микроклимата в Украине должно проводиться широкое внедрение децентрализованного отопления, главными преимуществами которого является уменьшение затрат на транспортировку тепла и большая надежность в работе.

Обычно для отопления помещений легкой промышленности используются тепловоздушные отопительные системы, основанные на нагреве воздуха в объеме

помещения, а инфракрасное отопление - это прямое излучение тепла нагретым телом, которое может быть сфокусировано оптическими рефлекторами и поглощено любым непрозрачным телом или материалом. Теплопередача от источника инфракрасного нагрева происходит мгновенно. Инфракрасные системы непосредственно обогревают предметы, тогда как воздух вокруг остается холодным. Этот аспект стоит рассматривать, как главное преимущество инфракрасных обогревателей перед традиционными системами. Существует еще одно дополнительное преимущество инфракрасного отопления - это возможность зонального отопления рабочих мест в крупных помещениях предприятий легкой промышленности без прогрева неиспользованных площадей всего помещения.

До сих пор в Украине отсутствует единая методика расчета систем для инфракрасного отопления, согласована с заинтересованными и надзорными ведомствами. Методы расчета систем отопления, которые существуют и используются на данный момент, направлены на приблизительное определение их мощности и не дают возможности оптимизировать размещение обогревателей с учетом влияния на организм человека.

Современные исследования показывают, что возможность снижения температуры воздуха в рабочей зоне и более равномерное распределение по высоте помещения позволяет снизить потерю тепловой энергии на обогрев производственного помещения по сравнению с традиционными системами. Однако, не смотря на указанные преимущества, инфракрасное отопление пока не получило широкого распространения, что связано с недостаточным изучением последствий его влияния на человека и ограниченностью инженерных методик по поиску оптимальных схем размещения отопительных приборов. Поэтому исследование и усовершенствование методов использования инфракрасного излучения в конкретных условиях легкой промышленности для оптимизации параметров микроклимата является актуальной научной задачей.

Экспериментальные исследования параметров микроклимата производственных помещений проводились в цехе «Студенческого дома моды КНУТД» в отопительный и периоды 2015 и 2016 гг. До установки инфракрасных излучателей производственные помещения отапливались тепловоздушными системами, однако значительное удорожание топливно-энергетических ресурсов привело к необходимости поиска более экономических решений. Выбор был остановлен на системах газового инфракрасного отопления, как тех наиболее, что наиболее соответствуют специфике отопления производственных помещений.

Анализ практики использования систем газового инфракрасного отопления показал, что только при постоянном исследовании микроклимата в промышленных помещениях, оборудованных такими системами, можно обнаружить их достоинства и недостатки, усовершенствовать методику расчета и проектирования этих систем.

Поэтому представляется целесообразным на основе анализа существующих методов расчета предложить пути их совершенствования.

В работе математическая модель теплообмена помещения, представлена в виде системы, состоящей из трех уравнений теплового баланса поверхностей, элементарных поверхностей объемов настилающих струй, теплового баланса воздуха.

В работе приводится система уравнений для определения тепловой мощности системы отопления с газовыми инфракрасного излучателями

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_0 = \frac{9.5 F_{пл}}{\tau \varphi_{ч-пт}} (t_{п} - t_{н}) \varepsilon \\ Q_0 = k_{ср} \sum_{i=1}^n (\tau_{н.о} - \tau_{н}) \\ t_{п.о} = \frac{t_{в} + \tau_{н.о}}{2} \end{array} \right.$$

где $t_{п}$ -комфортна температура помещения С,

$k_{ср}$ - средневзвешенный по поверхностям ограждений неполный коэффициент теплопередачи,

$\tau_{н.о}$ - средневзвешенная температура поверхностей ограждений,

ε - коэффициент, учитывающий поглощение излучения влажным воздухом.

Суть этого метода в том, что тепловая мощность системы лучевого отопления определяется по величине теплового потока, получаемого человеком от излучителей, исходя из разницы нужного по условию комфорта значения температуры и фактической величины.

Что бы учесть неравномерность распределение в температуры воздуха по высоте как расчетная принята схема помещения, которое разделяется на верхнюю и нижнюю зоны над и под излучателями. Математическая модель разработана на основании уравнений теплового баланса воздуха верхней и нижней зоны, пола и потолка помещения, поверхности излучателя. Воздухообмен между верхней и нижней зонами не учитывается. При расчете допускается, что все излучения от панелей должны попадать только на пол помещения.

При расчетах излучения газовых горелок необходимо просчитывать их индикатрису яркости излучения, что определяет зависимость калорической яркости излучения от направления. Результаты измерений лучевого потока по плоскости, параллельной насадке горелки на разном расстоянии от неё, показали, что интенсивность излучения (плотность потока) распределяется неравномерно. Указано, что неравномерность возрастает с приближением излучающей поверхности до облучаемой плоскости и определяется по величине среднеквадратических отклонений отдельных лучевых потоков и от среднего лучевого потока. С увеличением расстояния от точки измерения до излучателя среднеквадратическое отклонение значительно снижается. Среднеквадратическое отклонение составляет для газовых 12-плиточных инфракрасных горелок 0,5, 8-плиточных-0,34 и 6-плиточных-0,33.

Также при проектировании систем лучевого отопления необходимо учесть, что способность воздуха помещений, отапливаемых инфракрасными излучателями, к поглощению их теплового излучения зависит от его влажности и запыленности.

Анализ показал, что расчёт тепловой мощности систем газового инфракрасного отопления целесообразно проводить на основе теплового баланса с введением математической модели в уравнение теплового комфорта.

Таким образом можно сделать вывод, что математическая модель теплового баланса помещений должна включать уравнения теплового комфорта человека. При расчете тепловой нагрузки на систему отопления должны учитываться влияние запыления и влажности внутреннего воздуха, фактическое распределение угловой плотности потока

тепло- излучения между поверхностями помещения. Кроме этого, при использовании инфракрасных горелок важно знать их спектральную характеристику и эпюры излучения.

Список литературы

1. Карницкий В.Ю., Ушников В.С. Инфракрасное отопление как экономичный и эффективный вид отопления. // Известия Тульского государственного университета. Технические науки, № 12-3, 2016
2. Желих В. М., Шепитчак В. Б. Экспериментальные исследования температурного режима зоны облучения поворотными инфракрасными обогревателями // Энергоеффективность в строительстве и архитектуре. – 2013 – Вып. 4 – С. 152
3. Редько А. Ф., Болотских Н. Н. Совершенствование систем отопления производственных помещений газовыми трубчатыми инфракрасными нагревателями. Ж. «Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит». 2010, № 4, 36–47
4. Болотских Н.Н. Тепловой комфорт при инфракрасном отоплении помещений./Н.Н. Болотских// Научный вестник строительства.: ХНУБА, ХОТВ АБУ, вип. 74, 2013. – с. 286-296.
5. Инфракрасные обогреватели (Швеция). [Электронный ресурс]. Режим доступа: E-mail: info@electromax.com.ua, 2015, – 4 с.
6. Болотских Н.Н. Совершенствование методики расчета систем отопления газовыми трубчатыми инфракрасными нагревателями. // Научный вестник строительства. Харьков: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, вып. 54, 2009.– с. 76-91.