

УДК 697.7

**ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
КОМБИНИРОВАННЫХ ОБОГРЕВАТЕЛЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ
ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ**

ас. Осетянская Д.Е., д.т.н., проф. Иродов В.Ф.

ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»

Постановка проблемы. Безопасность условий труда и комфортность пребывания людей в помещениях определяются обеспечением требуемых микроклиматических условий. Комфортное тепловое состояние у человека возникает в том случае, когда действующие системы отопления способны компенсировать потерю им тепла. Необходимость использования дополнительных устройств для вентиляции помещений при применении систем лучистого отопления с использованием инфракрасных газовых лучистых обогревателей увеличивает тепловые потери помещения и приводит к дополнительному росту тепловой мощности системы отопления и экономических затрат. Комбинирование в одном устройстве газового лучистого обогревателя и подогревателя приточного воздуха снижает экономическую стоимость системы отопления, расширяет область применения лучистых обогревателей для отопительных и вентиляционных систем и повышает эффективность их работы. Однако комбинированные газовые лучистые обогреватели являются теплогенерирующей установкой, поэтому необходимо уделять особое внимание не только их функциональности и эффективности, а также безаварийности их работы и безопасности эксплуатации в целом, повышать безопасность их использования при одновременном их усовершенствовании.

Анализ последних исследований и публикаций. Известно наиболее типичное комбинированное устройство лучистого нагревателя и подогревателя приточного воздуха (рис.1.), состоящее из газовой горелки и теплообменника типа «труба в трубе», внутренняя труба которого предназначена для прохода дымовых газов и является трубой-излучателем, а наружная предназначена для нагрева приточного воздуха.

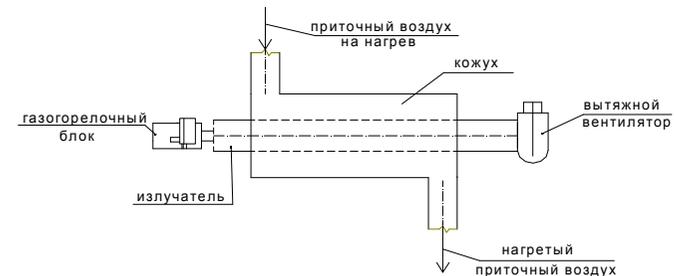


Рис.1. Типичное комбинированное устройство лучистого нагревателя и подогревателя приточного воздуха.

Наружная труба (кожух) описываемого устройства выполнена закрытого типа. Серьезным недостатком данного нагревателя является его повышенная опасность, т.к. устройство может эффективно и безопасно работать только при определенном расходе подогреваемого приточного воздуха. При уменьшении объема проходящего нагревание воздуха возможен перегрев трубы. Область применения такого устройства ограничивается его аварийностью и сложностью регулировки, сниженной эффективностью работы его как лучистого обогревателя из-за ограничения лучеиспускания от излучателя при подогреве приточного воздуха в закрытом кожухе.

Формулировка цели работы. Целью данной работы является повышение безопасности использования комбинированных обогревателей для систем отопления и вентиляции, расширение области применения таких устройств и усовершенствование в вопросах регулирования их работы.

К рассмотрению предлагается разработанное авторами техническое решение устройства для лучистого обогрева и нагревания воздуха (рис.2.)[1]. Конструкция устройства отличается от типичного тем, что воздуховод для подогрева приточного воздуха образован двумя отражателями (основным и дополнительным) и выполнен открытого типа.

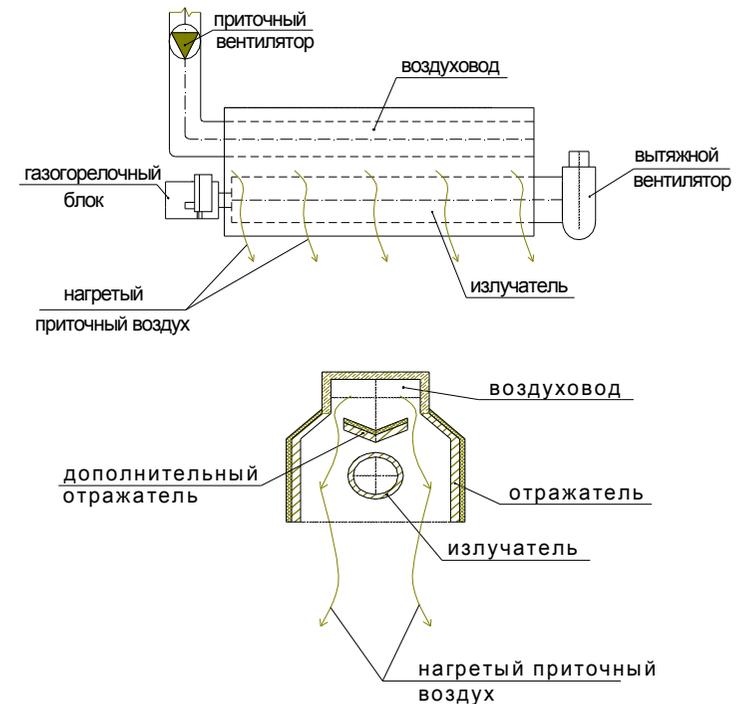


Рис.2. Устройство для лучистого обогрева и нагревания воздуха[1].

Газовая горелка обеспечивает заданный режим подачи газа и воздуха к фронту горения, а также смесеобразование, стабилизацию фронта зажигания, стойкое горение газообразного топлива. Воздух подается приточным вентилятором в воздуховод открытого типа, который образован двумя отражателями, и после нагревания направляется в отапливаемую зону помещения. Трубка-излучатель, нагретая движущимися в ней дымовыми газами, с помощью отражателей обеспечивает передачу тепловой энергии в направлении отапливаемой зоны электромагнитным излучением инфракрасного спектра. Дымовые газы отводятся вытяжным вентилятором.

Характерной особенностью математической модели устройства для лучистого обогрева и нагревания воздуха является наличие взаимной связи теплового и гидравлического режима основного участка нагревателя с режимом участка подогрева приточного воздуха. Математическая модель теплового и гидравлического режима основного участка обогревателя основана на следующих уравнениях [2]:

Уравнение сохранения массы:

$$\rho w F = M = \text{const} ,$$

где ρ - плотность газа; w - средняя линейная скорость движения газа по трубе-излучателю; F – площадь поперечного сечения излучателя.

Уравнение состояния газо-воздушной смеси в виде уравнения состояния идеального газа:

$$P = \rho R T ,$$

где P - абсолютное давление в сечении воздуховода; T – абсолютная температура газа в данном сечении воздуховода; R – газовая постоянная, зависящая от состава газовой смеси после полного сгорания горючего газа.

Уравнение движения газо-воздушной смеси внутри воздуховода:

$$\frac{dP}{\rho} + \frac{\lambda}{d} \frac{w^2}{2} dx = 0$$

где dP – перепад давления при течении газа в воздуховоде-излучателе на участке длиной dx , λ – коэффициент трения, D – внутренний диаметр излучателя.

При этом рассматривается стационарное одномерное движение однородной газо-воздушной смеси, начиная от сечения полного сгорания горючего газа до входа в вытяжной вентилятор.

Предложенное устройство разработано на основе технического решения, описанного в [3].

Формально математическая модель предложенного в техническом решении нагревателя [1] отличается от модели нагревателя [2,3] блоком математического моделирования участка подогрева приточного воздуха, который можно представить в виде уравнений сохранения массы и движения на элементарном участке воздушного распределительного канала длиной dz :

$$\frac{1}{F} \frac{d}{dz} (\rho w F) = -g, \quad (1)$$

$$\rho w \frac{dw}{dz} = -\frac{dP}{dz}, \quad (2)$$

где F - площадь сечения канала для прохода воздуха, ρ - плотность воздуха, w - скорость движения приточного воздуха, P - давление воздуха, g - величина, которая характеризует количество приточного воздуха, поступающего на нагрев. Величина g зависит от начального давления, начальной скорости, размеров и конструкции канала для прохода воздуха.

Проинтегрировав (1) с учетом зависимости (2), легко получить:

$$w = w_0 - \frac{1}{\rho_0} \int_0^z g(z) dz, \quad (3)$$

$$\frac{P}{\rho} + \frac{w^2}{2} = const, \quad (4)$$

где w_0 - начальная скорость движения приточного воздуха, $g(z)$ - количество приточного воздуха, забираемого на нагрев вдоль оси z распределительного воздушного канала.

Обозначим через $dQ_{конв}$ - тепловой поток от наружной стенки излучателя в окружающее пространство отапливаемого помещения, передаваемый конвекцией, в данном сечении на элементарном участке вдоль оси излучателя длиной dx . Этот поток можно записать в виде:

$$dQ_{конв} = \pi D dx \alpha_{конв} (T_w - T_o),$$

D - наружный диаметр трубы-излучателя, T_w - температура наружной поверхности излучателя, T_o - абсолютная температура окружающей среды в отапливаемом помещении, $\alpha_{конв}$ - коэффициент теплоотдачи конвекцией от трубы-излучателя в окружающее пространство при поперечном омывании излучающей трубы приточным воздухом.

Особенное внимание следует уделить определению коэффициента теплоотдачи от трубы-излучателя в окружающее пространство при омывании излучателя приточным воздухом.

Коэффициент $\alpha_{конв}$ зависит от скорости движения приточного воздуха, а также от количества воздуха g :

$$\alpha_{конв} = f(w_{попер}) = \varphi(g),$$

где $w_{попер}$ - скорость поперечного к трубе-излучателю потока приточного воздуха. По мнению авторов, на стадии конструирования предлагаемого в техническом решении комбинированного обогревателя возможно задаться начальными значениями скорости w_0 и расхода приточного воздуха g_0 , которые в свою очередь предлагается определить при проведении физического эксперимента. При известных начальных параметрах скорости движения приточного воздуха, идущего на нагрев, и его расхода возможно вычислить скорость потока $w_{попер}$ при совместном решении уравнений (3) и (4).

Обсуждение результатов. Преимуществом конструкции предложенного авторами устройства является его способность безопасного функционирования во всем диапазоне регулирования по расходу воздуха. Возможность регулировать расход приточного воздуха приводит к способности изменять соотношение лучистой - конвективный теплообмен и значительно расширяет область использования предлагаемого устройства относительно типичного. Высокая плотность теплового потока лучистых нагревателей для отопления помещений приводит к необходимости размещения их на значительной высоте, а это не всегда возможно, в противном случае наблюдается значительное превышение нормируемых значений интенсивности инфракрасного излучения. Реакции организма, в зависимости от интенсивности излучений и длины волн, можно классифицировать на оптимальные (реакции адаптации), допустимые (компенсационные) и повреждающие (вызывающие негативные реакции в организме)[4]. В условиях выполнения санитарных норм микроклимата развиваемые в организме реакции являются реакциями адаптации. Способность регулировать интенсивность теплового излучения в предложенном техническом решении дает возможность поддерживать на безопасном уровне степень облучения людей и нагрев поверхностей в отапливаемом помещении и повысить эффективность лучистого отопления при качественном подогреве воздуха для целей вентиляции.

Выводы. Представлено техническое решение комбинированного обогревателя для систем отопления и вентиляции, описан принцип его работы, предложены основные уравнения для разработки математической модели предложенного технического решения, которое повышает безопасность использования комбинированных устройств для систем отопления и вентиляции, расширяет область их применения, а также повышает эффективность работы комбинированных обогревателей и качество лучистого отопления при совместном обеспечении тепловых показателей вентиляции помещения, дает возможность регулировать степень теплового излучения и контролировать воздействие инфракрасных волн на человека.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Рішення про видачу деклараційного патенту на корисну модель «Пристрій для променевого обігріву та нарівання повітря» №8779/ЗУ/11 від 04.05.2011// Іродов В.Ф., Осетянська Д.С., Хацкевич Ю.В.//МПК(2011.01),F24D 10/00,F24C 15/00.
2. Іродов В.Ф., Солод Л.В., Кобыща А.В. Математическое моделирование элементарного участка системы воздушно-лучистого отопления// Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури.- Дніпропетровськ: ПДАБтаА, 2001.- №4.- С.41-46.
3. Рішення про видачу деклараційного патенту на корисну модель «Променевий нагрівач» №2229/ЗУ/11 від 02.02.2011// Іродов В.Ф., Осетянська Д.С., Хацкевич Ю.В.//МПК(2011.01),F24D 15/00,F24C 15/00.
4. Рекомендации по применению систем обогрева с газовыми инфракрасными излучателями. — М.: Авок-пресс, 2006. 7 с.

РЕФЕРАТ

УДК 697.7

Повышение безопасности использования комбинированных обогревателей для систем отопления и вентиляции / Осетянская Д.Е., Иродов В.Ф. // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. науч. трудов. Вып. ?? ч.?? - Дн-вск., ПГАСА, 2011.- С.???? табл.???.-рис.???. - Библиогр.:(???? назв.)

Предложено разработанное авторами техническое решение устройства для лучистого обогрева и нагревания воздуха. Конструкция устройства отличается от типичного тем, что воздуховод для подогрева приточного воздуха образован двумя отражателями и выполнен открытого типа. Преимуществом конструкции предложенного нагревателя является его способность безопасного функционирования во всем диапазоне регулирования по расходу воздуха, что повышает его безопасность использования сравнительно с известными комбинированными обогревателями для систем отопления и вентиляции, расширяет область их применения, дает возможность регулировать степень теплового излучения и контролировать воздействие инфракрасных волн на человека. Представлены основные уравнения для разработки математической модели предложенного технического решения.