

Д. Е. Осетянская

# ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОВЫХ ТРУБЧАТЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ЛУЧИСТОГО ОТОПЛЕНИЯ

В статье рассмотрены новые технические решения газовых трубчатых инфракрасных нагревателей с подогревом воздуха, приведены основные уравнения математической модели разработанных устройств, основные результаты их расчетов и экспериментальных исследований.

**Ключевые слова:** трубчатый нагреватель с распределенной организованной подачей приточного воздуха, повышенное лучеиспускание, метод эволюционного поиска наиболее предпочтительных решений

## 1. Введение

В системах лучистого отопления с использованием инфракрасных газовых нагревателей не весь тепловой поток от установки используется на лучистое отопление. Весомая часть теплоты передается конвекцией от нагревателя окружающему воздуху, который поднимется в верхнюю зону помещения и не участвует в отоплении, тем самым снижая коэффициент полезного действия системы лучистого отопления. Поэтому, актуальной задачей является разработка конструкций трубчатых нагревателей, позволяющих эффективно использовать не только лучистый, но и конвективный поток от нагревателя, варьировать их соотношением для максимально качественного использования в каждом конкретном случае.

## 2. Постановка проблемы

Для повышения эффективности лучистых газовых нагревателей путем совершенствования их конструкций необходимо разработать математическую модель расчета гидравлических и тепловых режимов новых конструкций трубчатых газовых нагревателей, а также выполнить экспериментальные исследования элементов их конструкций.

## 3. Основная часть

**3.1. Анализ литературных источников по теме исследования.** Известен инфракрасный трубчатый газовый нагреватель [1], широко применяемый при децентрализованном теплоснабжении. Для данного нагревателя разработана математическая модель элементарного участка системы воздушно-лучистого отопления как гидравлической цепи с распределенными и регулируемыми параметрами [2]. Экспериментально доказана достоверность разработанной математической модели инфракрасного трубчатого газового обогревателя как гидравлической цепи и метода его расчета [3]. Для расчета тепловых и аэродинамических параметров

нагревателя использовался метод эволюционного поиска наиболее предпочтительных решений [4], с помощью данного метода выполнена оптимизация конструктивных параметров инфракрасных трубчатых газовых обогревателей [5].

**3.2. Результаты исследований.** В соответствии с постановкой проблемы разработаны новые технические решения по трубчатым газовым нагревателям, направленные на повышение эффективности лучистого отопления и конвективного нагрева воздуха [6, 7].

Техническое решение [6] представлено в виде трубчатого нагревателя с распределенной организованной подачей приточного воздуха, который позволяет эффективно использовать конвективную составляющую теплового потока от лучистого нагревателя для подогрева приточного воздуха, тем самым комбинируя в себе функции лучистого отопления и приточной вентиляции с возможностью регулирования их соотношения. Одним из эффективных режимов работы разработанного газового трубчатого нагревателя является техническое решение [7], представленное в виде лучистого нагревателя повышенного лучеиспускания, конструкция которого позволяет использовать конвективно нагретый от нагревателя воздух на горение, повышая интенсивность теплового излучения.

Разработана математическая модель расчета гидравлических и тепловых режимов трубчатого нагревателя с распределенной организованной подачей приточного воздуха, которая формально отличается от модели [2] блоком математического моделирования участка подогрева приточного воздуха. С учетом этого факта модель следует рассматривать как гидравлическую цепь с распределенными и регулируемыми параметрами. Получены основные уравнения для элементарного участка воздушного распределительного канала длиной  $dz$ :

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

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

где  $w_0$  и  $w$  — соответственно начальная и конечная скорости движения приточного воздуха на элементарном участке  $dz$ ,  $\rho$  и  $\rho_0$  — соответственно начальная и конечная плотности приточного воздуха на элементарном участке  $dz$ ,  $g(z)$  — количество приточного воздуха, забираемого на нагрев вдоль оси  $z$  распределительного воздушного канала,  $P$  — давление воздуха. Величина  $g$  зависит от начального давления, начальной скорости, размеров и конструкции канала для прохода воздуха.

Если для выполнения расчетов конструирования величину  $g(x)$ , температуру нагретого воздуха и температуру излучающей среды задать известными величинами на основании результатов физического эксперимента, то математическая модель установки рассчитывается по предложенным уравнениям с помощью метода эволюционного поиска предпочтительных решений [4].

Разработана физическая модель технического решения трубчатого нагревателя с распределенной организованной подачей приточного воздуха, произведены измерения скоростей и температур приточного воздуха, температур поверхности излучателя в различных сечениях нагревателя. Экспериментально установлено, что при скорости движения приточного воздуха равной  $0,4 \div 0,8$  м/с, омываемого трубу-излучатель с температурой поверхности  $164 \div 218$  °С, нагрев приточного воздуха осуществляется на  $10\text{--}11$  °С. Также определены зависимости расхода, давления и скорости приточного воздуха от конструктивных характеристик нагревателя.

Произведен расчет трубчатого газового нагревателя в режиме с повышенным лучеиспусканием. Результаты расчета подтверждают повышение излучательной способности нагревателя за счет использования конвективно нагретого воздуха на горение. Были определены температуры, которые будет иметь воздух, нагретый от трубы-излучателя при определенной ее длине. Согласно расчетам, температура нагретого воздуха, поступающего на горение не превышает  $100$  °С и при длине излучателя  $12$  м составляет  $81$  °С. Тепловой поток излучением от газового нагревателя в режиме с повышенным лучеиспусканием при общей длине излучателя  $12$  м составляет свыше  $80$  %, что на  $10$  % выше, чем у известных газовых трубчатых нагревателей.

#### Література

1. ДБН В.2.5-20-2001. Государственные строительные нормы Украины. Инженерное оборудование зданий и сооружений. Внешние сети и сооружения. Газоснабжение [Текст]. — Введ. 01.08.2001. — К.: Госстрой Украины, 2001. — 129 с.

2. Иродов В. Ф. Математическое моделирование элементарного участка системы воздушно-лучистого отопления [Текст] / В. Ф. Иродов, Л. В. Солод, А. В. Кобыща // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. — Д., 2001. — № 4. — С. 41–46.

3. Иродов В. Ф. Экспериментальные исследования низкотемпературных систем воздушно-лучистого отопления на природном газе [Текст] / В. Ф. Иродов, Л. В. Солод // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. — Д., 2001. — № 6. — С. 20–24.

4. Иродов В. Ф. Эволюционные алгоритмы поиска оптимальных решений [Текст] / Ф. И. Стратан, В. Ф. Иродов // Методы оптимизации при проектировании систем теплогазоснабжения. — Кишинев, 1984. — С. 16–30.

5. Иродов В. Ф. Оптимизация конструктивных параметров инфракрасных трубчатых газовых обогревателей [Текст] : тези доповідей VIII міжнар. наук. — практ. конф. / В. Ф. Иродов, Л. В. Солод, В. В. Ткачева // Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем (MPZIS-2010). — Дніпропетровськ: ДНУ ім. О. Гончара, 2010. — С. 89–90.

6. Пат. 61594 України, МПК (2011.01), F24D 10/00, F24C 15/00. Пристрій для променевого обігріву та нагрівання повітря / Іродов В. Ф., Осетянська Д. Є., Хацкевич Ю. В.; власник Державний ВНЗ «ПДАБА». — № u201015435; заявл. 20.12.10; опубл. 25.07.11, Бюл. № 14.

7. Пат. 59891 України, МПК (2011.01), F24D 15/00, F24C 15/00. Променевий нагрівач / Іродов В. Ф., Осетянська Д. Є., Хацкевич Ю. В.; власник Державний ВНЗ «ПДАБА». — № u201010626; заявл. 02.09.10; опубл. 10.06.11, Бюл. № 11.

#### ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЗОВИХ ТРУБЧАСТИХ НАГРІВАЧІВ ДЛЯ ПРОМЕНЕВОГО ОПАЛЕННЯ

**Д. Е. Осетянська**

У статті розглянуті нові технічні рішення газових трубчастих інфрачервоних нагрівачів з підігрівом повітря, наведено основні рівняння математичної моделі розроблених пристроїв, основні результати їх розрахунків та експериментальних досліджень.

**Ключові слова:** трубчастий нагрівач з розподіленою організованою подачею припливного повітря, підвищене випромінювання, метод еволюційного пошуку найбільш бажаних рішень.

*Дар'я Євгенівна Осетянська, асистент кафедри тепло-техніки та газопостачання Державного вищого навчального закладу «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», тел.: (097) 362-17-09, e-mail: darja-osetjanskaja@rambler.ru.*

#### INCREASE IN EFFICIENCY GAS TUBE HEATERS FOR INFRARED HEATING

**D. Osetjanskaja**

The article describes the new technical solutions gas tube infrared heaters heated air, the basic equations of the mathematical model developed devices, the main results of their calculations and experimental studies.

**Keywords:** tubular heater with distributed organized supply air, high radiation, the method of the evolutionary search for the most preferred solutions.

*Darja Osetjanskaja, assistant of the Department of heating engineering and gas-supplying of State higher education institution «Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», tel.: (097) 362-17-09, e-mail: darja-osetjanskaja@rambler.ru.*