

УДК 697.7

Н. Н. БОЛОТСКИХ, канд. техн. наук

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры,  
г. Харьков

## ЛОКАЛЬНЫЙ ОБОГРЕВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФРАКРАСНЫХ ГАЗОВЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ

*Описаны схемы и технические средства локального инфракрасного газового обогрева и даны рекомендации по их применению.*

**Ключевые слова:** инфракрасное отопление, газовые нагреватели, излучение.

*Описані системи та технічні засоби локального інфрачервоного обігріву та дано рекомендації про їх застосування.*

**Ключові слова:** інфрачервоне опалення, газові нагрівачі, випромінювання.

### Введение

Для отопления различных помещений производственного, сельскохозяйственного, коммерческого и общественного назначения в зарубежной практике нашли широкое применение инфракрасные газовые нагреватели. В последние годы они все большее распространение получают в Украине. Эти нагреватели обеспечивают эффективное отопление не только различных зданий в полном объеме, но и локальный обогрев отдельных зон или рабочих мест в закрытых неотапливаемых помещениях. Они также позволяют осуществлять локальный обогрев открытых и полукрытых промышленных, погрузочно-разгрузочных и других площадок.

Суть процесса локального обогрева состоит в том, что инфракрасный газовый нагреватель, являясь источником излучения генерирует, формирует в пространстве и направляет тепловое излучение в зону обогрева. Оно попадает на пол и другие ограждающие конструкции, технологическое оборудование, людей, находящихся в зоне облучения, поглощается ими и нагревает их. Поток излучения, поглощаясь поверхностями, одеждой и кожей человека, создает тепловой комфорт без заметного повышения температуры окружающего воздуха.

Инфракрасные газовые нагреватели выпускаются двух типов: открытые и закрытые. В открытых нагревателях сгорание происходит на керамической поверхности с прямым контактом с окружающим воздухом, а в закрытых – в горелке и излучающих трубах. Продукты сгорания в закрытых нагревателях нагревают излучающие трубы, благодаря чему они передают лучистым путем тепло в зону обогрева.

Ниже описываются схемы и технические средства локального инфракрасного обогрева.

### Цель исследования

Расширение области применения эффективных систем локального обогрева с использованием газовых инфракрасных нагревателей для ускорения решения проблемы энергосбережения в Украине.

### Основные результаты

Для локального обогрева в закрытых помещениях, чаще всего больших размеров, в их верхней части под кровлей подвешивается инфракрасный нагреватель. После его включения и происходит лучистый обогрев конкретной зоны или рабочего места в этом помещении. Для локального обогрева открытых или полукрытых площадок над ними также подвешиваются нагреватели. Схемы локального обогрева с помощью инфракрасных газовых нагревателей могут быть различными. На рис. 1, для примера, приведены некоторые схемы обогрева открытых и полукрытых площадок.

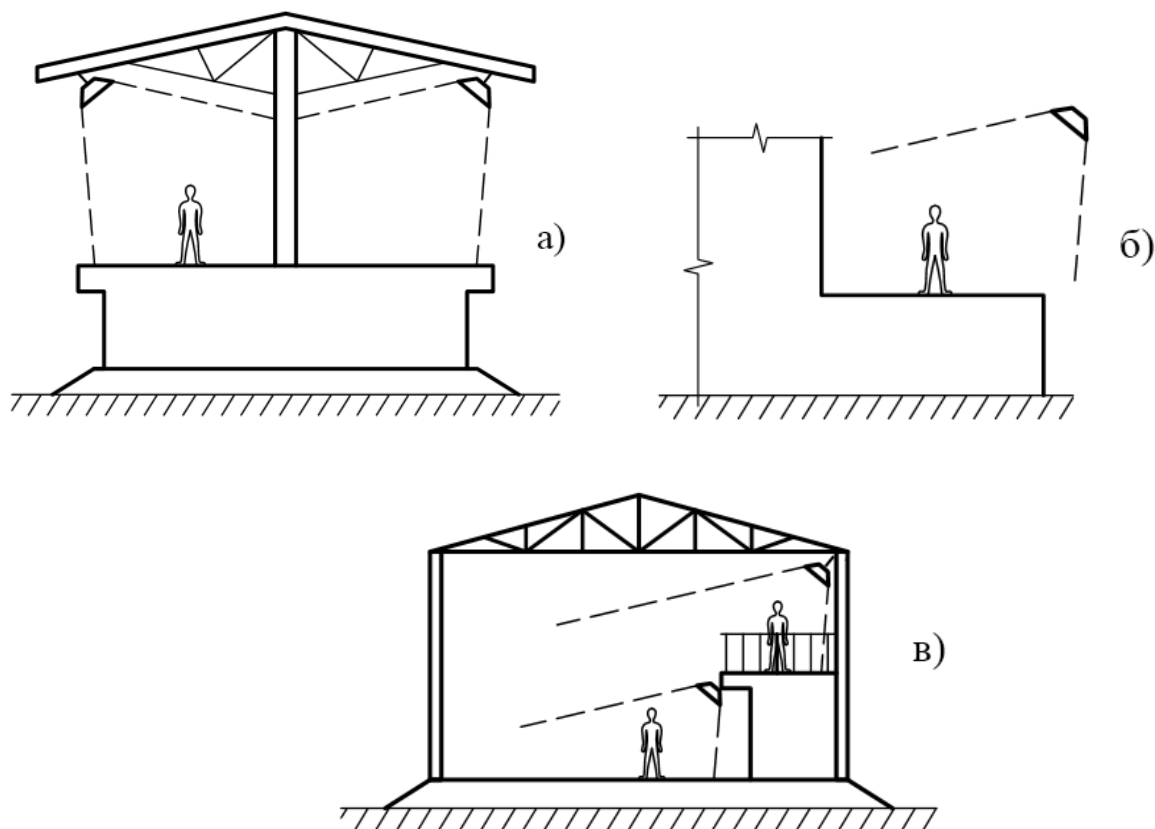


Рис. 1. Схемы локального обогрева открытых и полуоткрытых площадок с использованием инфракрасных газовых нагревателей: а – под навесом; б – на пандусе; в – на двух уровнях в полуоткрытом помещении

Для локального обогрева и отопления помещений в целом в нашей стране используются в основном нагреватели зарубежного производства. Выпуском и поставкой на рынок Украины газовых инфракрасных нагревателей открытой и закрытой конструкции занимается ряд известных зарубежных компаний и фирм Америки, Франции, Германии, Италии, Венгрии, Словаки и др. Поставляемые ими различные нагреватели отличаются друг от друга назначением, конструкцией, рабочими и геометрическими параметрами, а также рядом других особенностей. Вместе с тем большая часть из них имеют одинаковые принципиальные схемы.

В инфракрасных нагревателях открытой конструкции основным элементом является газовая горелка, состоящая из керамической плитки (насадки) с большой излучающей способностью, на которой непосредственно и происходит горение газа (рис. 2).

При работе открытого инфракрасного нагревателя газ под давлением подается через форсунку в рабочую камеру горелки, где смешивается с поступающим туда воздухом. Сгорание смеси происходит на керамическом излучателе. Для усиления эффекта обогрева, его целенаправленности и снижения теплопотерь над излучателем располагается отражатель из жаропрочной стали или алюминия. Температура на излучающей поверхности горелки составляет  $900^{\circ}\text{C}$  и более.

Эти аппараты наиболее эффективны при локальном обогреве на таких объектах, как стадионы, открытые производственные площадки, а также при отоплении помещений с очень высокими потолками. Их недостатком является то, что они выжигают кислород во внутренней среде отапливаемых закрытых помещений. Поэтому их чаще всего используют для отопления и локального обогрева в помещениях с большим воздухообменом, а также в высоких зданиях. Кроме того их широко используют для локального обогрева открытых и полуоткрытых площадок.

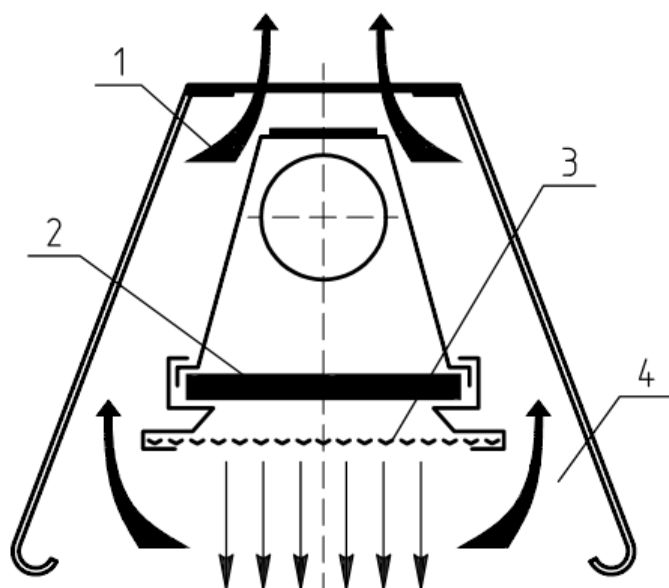


Рис. 2. Принципиальная схема устройства и работы открытого газового инфракрасного нагревателя: 1 – направление движения продуктов сгорания; 2 – керамическая плитка; 3 – термостойкая металлическая решетка; 4 – отражатель.

Компания CARLIEUKLIMA (Италия) [1] выпускает автономные инфракрасные газовые нагреватели открытой конструкции EUCERAMIC (рис. 3).

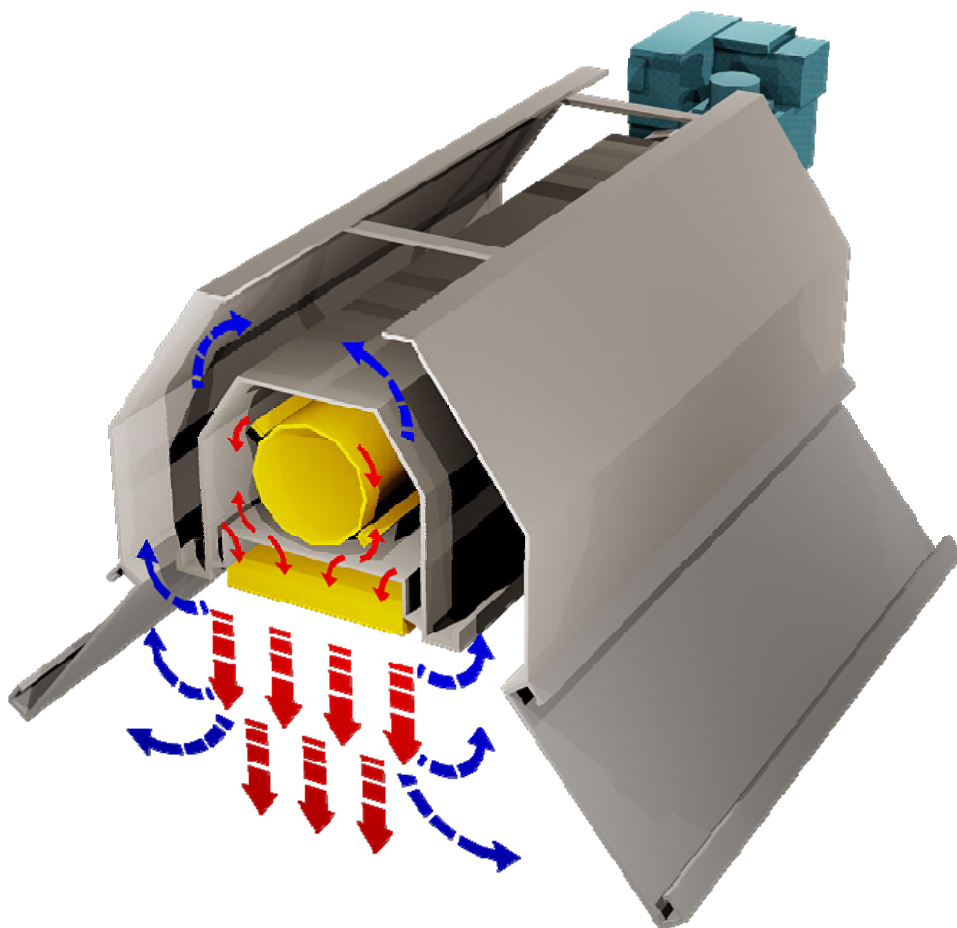


Рис. 3. Инфракрасный газовый нагреватель открытой конструкции EUCERAMIC

У этих нагревателей в качестве излучающих элементов используются альвеолярные керамические пластины. Благодаря высокой температуре нагрева и специальной структуре керамических пластин обеспечивается полное сгорание газовой смеси. Такой принцип

работы обеспечивает выделение большого количества энергии и соблюдение строгих норм экологической безопасности.

Нагреватели EUCERAMIC легки и компактны. Они универсальны и имеют презентабельный дизайн. Конструкции нагревателей позволяют точно фокусировать поток лучистой энергии непосредственно в зону обогрева, исключая бесполезные затраты на отопление всей площади большого помещения.

Модельный ряд нагревателей EUCERAMIC включает в себя три модели: industry HE, industry ECO и Culto. Инфракрасные нагреватели EUCERAMIC industry HE имеют систему возврата (рекуперации) тепла от отработанных газов, соприкасающихся при выходе со смесительной камерой. При этом происходит обмен тепла между отработанными газами и стенкой камеры, а также между камерой и продуктами сгорания. В результате турбулентности газозвдушной смеси происходит более полное сгорание при более высокой температуре, что увеличивает интенсивность инфракрасного излучения. Кроме того, предусмотренная в конструкции нагревателя система рекуперации способствует существенной экономии топлива. Эти нагреватели выпускаются девяти моделей с тепловой мощностью от 8,1 до 10,8 кВт.

Модельный ряд нагревателей EUCERAMIC industry ECO представлен также девятью моделями с тепловой мощностью от 8,1 до 54,2 кВт. Эти нагреватели надежны и эффективны. Они имеют высокую конкурентноспособность благодаря оптимальному соотношению «цена-качество».

Модельный ряд нагревателей EUCERAMIC Culto содержит четыре модели с тепловой мощностью от 8,1 до 22,7 кВт. Эти нагреватели имеют высокотемпературную керамическую горелку, обеспечивающую полное сгорание газа и максимальную производительность. Они оснащены рефлекторами из нержавеющей стали и фарфора, имеют широкую цветовую гамму и хороший дизайн.

Фирмой FRACCARO (Италия) выпускаются открытые инфракрасные нагреватели типа SUNRAD четырех моделей (IEM 10A, IEM 20A, IEM 30A и IEM 40A). Конструкции этих нагревателей включают в себя:

- теплоизлучающий блок – керамическую пластину с отверстиями, на которой формируется слой пламени;
- блок управления, электроды розжига и ионизационный датчик наличия пламени;
- отражатель из зеркально полированного ферана, который концентрированно направляет лучистое тепло в отапливаемую зону.

Тепловая мощность этих нагревателей находится в пределах от 7 до 40 кВт, а вес – от 12 до 34 кг. Нагреватели имеют высокий к.п.д. (96 %). Они характеризуются очень высокой интенсивностью излучения. Поэтому они могут подвешиваться на значительных высотах (до 30 м).

Компанией DETROIT RADIANT PRODUCTS (США) выпускаются эффективные инфракрасные нагреватели открытого типа серии DR мощностью от 1,8 до 34,2 кВт.

Фирмой SOLARONICS (Франция) выпускаются открытые инфракрасные нагреватели типа SRII. Ею освоено производство восьми вариантов одноступенчатых нагревателей мощностью от 6,2 до 25,7 кВт и трех вариантов двухступенчатого типа (рабочий режим 50% или 100 %) мощностью от 12,4 до 25,7 кВт. Их длина находится в пределах от 602 до 1140 мм, а ширина – от 315 до 435 мм. Вес нагревателей составляет 11–22 кг.

Фирма PAKOLE (Венгрия) выпускает девять типоразмеров открытых газовых инфракрасных нагревателей типа GH, которые имеют мощности от 1 до 36 кВт. Их вес лежит в пределах от 0,9 до 28,2 кг. Эти нагреватели выпускаются в двух вариантах. Вариант «А» имеет одну смесительную камеру, а вариант «В» – две смесительные камеры. Вариант «В» оснащен двухступенчатой системой поджига и регулировки.

Трубчатые инфракрасные газовые нагреватели закрытой конструкции, выпускаемые различными компаниями и фирмами, также имеют существенные отличия друг от друга [2]. Ниже, для примера, приводятся более подробные сведения о трубчатых инфракрасных

нагревателях, выпускаемых компанией CARLIEUKLIMA (Италия) и фирмой PAKOLE (Венгрия).

Компания CARLIEUKLIMA выпускает достаточно эффективные и надежные инфракрасные трубчатые нагреватели EURAD [3]. В этих нагревателях дымовые газы нагревают излучающие трубы до средней температуры примерно 350 °С. После передачи тепла этим трубам дымовые газы выводятся наружу отапливаемого помещения.

Нагреватели EURAD снабжены горелкой с пламенной головкой из нержавеющей стали и отдельной камерой с постоянным контролем отрицательного давления. Она оснащена стабилизатором давления, двойным газовым клапаном, механизмом зажигания и ионизации пламени. Вентилятор для дымоудаления изготавливается из литого алюминия с крыльчаткой из нержавеющей стали. В качестве излучающего элемента в нагревателях EURAD приняты жаропрочные, стойкие к коррозии стальные трубы. Специальная обработка (калоризация) этих труб позволяет сохранять максимальную излучающую способность в течение длительного времени. Рефлекторы этих нагревателей изготавливаются из алюминия с зеркальной поверхностью для повышения отражающих свойств.

Модельный ряд нагревателей EURAD представлен тремя вариантами (рис. 4):

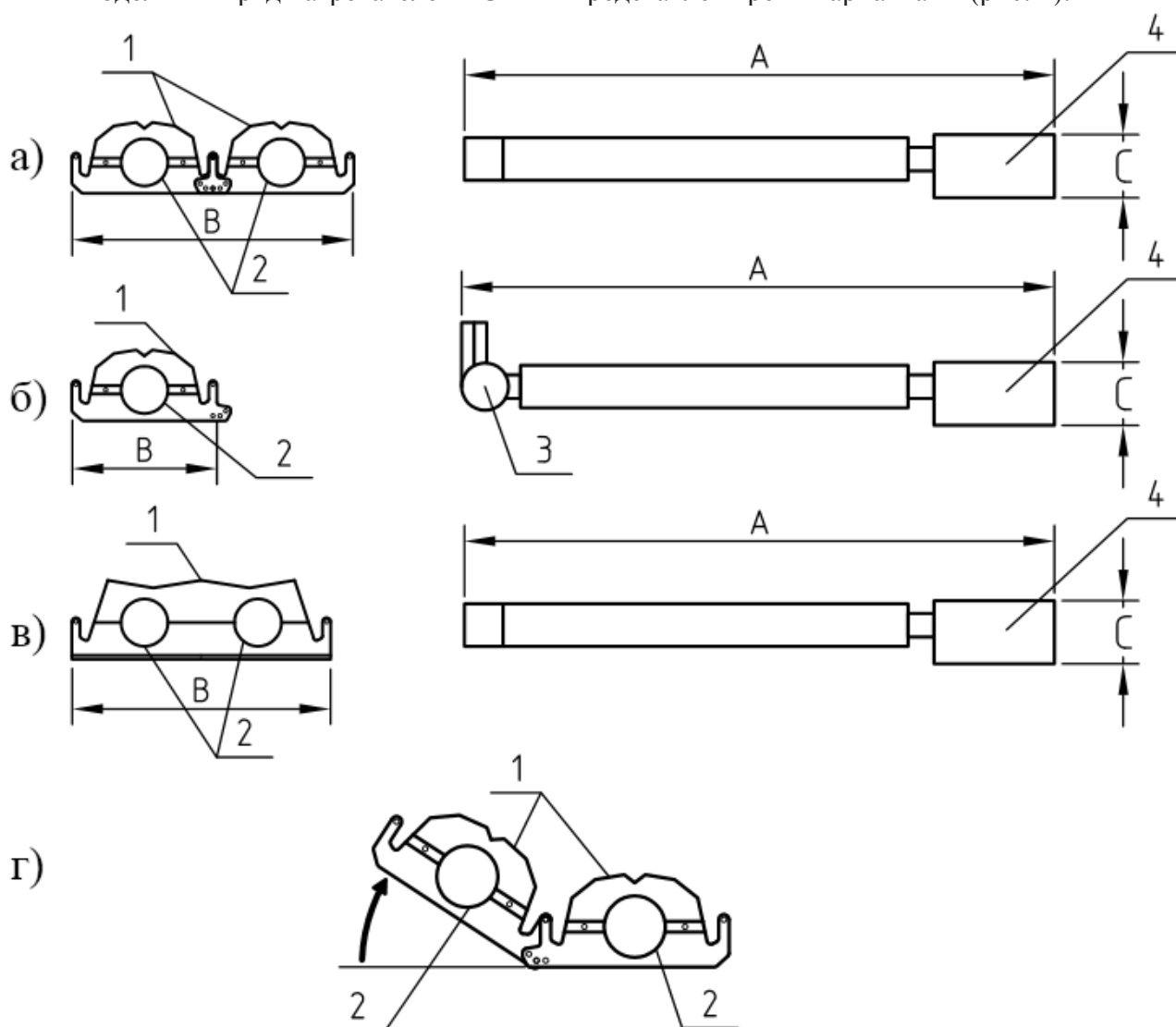


Рис. 4. Принципиальные схемы инфракрасных трубчатых газовых нагревателей EURAD:  
 а – U-образный нагреватель с индивидуальным рефлектором над каждой излучающей трубой; б - линейный нагреватель; в – U-образный нагреватель с одним рефлектором; г – U-образный нагреватель с регулируемым направлением потока излучения; 1 – рефлекторы; 2 – излучающие трубы; 3 – вытяжной вентилятор; 4 – газовая горелка

- EURAD MSU: U-образный нагреватель с индивидуальным рефлектором над каждой трубой (рис. 4, а);
- EURAD MSM: линейный нагреватель с одним рефлектором, горелкой и вентилятором с противоположных сторон (рис. 4, б);
- EURAD MSC: U-образный нагреватель с одним рефлектором (рис. 4, в).

Нагреватели типа MSU комплектуются рефлекторами со специальной запатентованной системой направления потока излучения (рис. 4, г). Модельный ряд нагревателей типа MSU имеет пять типоразмеров с мощностями от 15,1 до 51,9 кВт. Их длина находится в пределах от 3 до 9 м, а ширина равняется 0,9 м. Вес нагревателей – от 48,6 до 107,6 кг.

Модельный ряд нагревателей типа MSM представлен четырьмя типоразмерами с мощностями от 27 до 51,9 кВт. Их длина лежит в пределах от 12 до 18 м, а ширина равняется 0,4 м. Вес этих нагревателей находится в пределах от 74,3 до 102,2 кг.

Нагреватели типа MSC выпускаются пяти типоразмеров с мощностями от 20,5 до 42,2 кВт. Их длина лежит в пределах от 6 до 12 м, а ширина равняется 0,6 м. Вес этих нагревателей находится в пределах от 71,9 до 124,7 кг.

В моделях MSU и MSC соединительные колена на 180° выполнены из того же материала, что и трубы. Работа каждого нагревателя полностью автономна. Регулирование и контроль температуры в отапливаемой зоне обеспечивается электронным термостатом и датчиком температуры. Компанией-изготовителем нагреватели типа MSU и MSM рекомендуются для помещений с высокими или средними по высоте потолками и для локального обогрева отдельных зон, а нагреватели типа MSC – для локального обогрева трудно-доступных мест, а также отопления различных помещений.

Инфракрасные трубчатые газовые нагреватели ZENIT, выпускаемые фирмой PAKOLE (Венгрия) [4], являются эффективными и надежными средствами отопления помещений больших объемов, а также локального обогрева в закрытых помещениях и на открытых площадках. Эти нагреватели снабжаются универсальной дутьевой горелкой с к.п.д. равным 90-92 %. Нагнетательный вентилятор, входящий в состав горелки, обеспечивает подачу воздуха в камеру сгорания и отвод продуктов сгорания. В зависимости от формы теплоизлучающей трубы выпускаются два варианта нагревателей: U-образные и S-линейные. Модельный ряд этих нагревателей представлен 24 типоразмерами с тепловой мощностью от 12 до 58 кВт (с шагом в 2 кВт). U-образные нагреватели имеют общую длину от 2,4 до 12,6 м, а линейные – от 3,9 до 24,3 м.

Описанные выше трубчатые инфракрасные нагреватели обладают следующими достоинствами:

- при их работе создается в отапливаемой рабочей зоне комфортная температура при малых значениях теплового градиента, отсутствуют перемещения воздушных масс и пыли;
- универсальность (возможность использования для локального обогрева различных зон в закрытых помещениях, а также открытых площадок);
- быстрое действие (быстрый запуск и выход на заданную мощность);
- надежность (потребность в техобслуживании практически отсутствует);
- бесшумность (при работе нагревателей шум практически отсутствует);
- экономичность (снижение энергозатрат при их использовании).

Наличие этих и других достоинств инфракрасных газовых нагревателей способствовало их широкому распространению в различных странах для целей отопления помещений и локального обогрева. Дальнейшее расширение области их применения в Украине будет способствовать сокращению расходов газа на отопление.

Для использования описанных выше эффективных зарубежных инфракрасных нагревателей для локального обогрева конкретных объектов в нашей стране необходимо тщательно подходить к выбору и расчету их параметров. При этом должна решаться главная задача – обеспечение комфортных условий в обогреваемой рабочей зоне при минимальных расходах газа.

При расчетах и выборе параметров инфракрасных газовых нагревателей для локального обогрева можно использовать зависимости и компьютерные программы, разработанные в ХГТУСА [5], особенно при определении интенсивности облучения в различных точках отапливаемой зоны.

Вместе с тем при этом следует иметь ввиду то, что при локальном обогреве отапливается конкретная открытая площадка либо определенная зона в закрытом помещении. При этом обогревается только часть помещения. Поэтому стены, которые обычно фигурируют в расчетах необходимой тепловой мощности лучистого оборудования при отоплении закрытых помещений, при локальном обогреве представлены воздухом, окружающим зону обогрева и находящимся в постоянном движении. В данном случае аналитическое определение достоверных значений «неисчислимых потерь» тепла при сегодняшнем уровне изученности этого процесса практически невозможно.

Для упрощения работы проектировщика при выборе систем локального обогрева с использованием инфракрасных газовых нагревателей компанией CARLIEUKLIMA предложена упрощенная методика [6], созданная на базе имеющихся у нее опытных данных. Согласно этой методике необходимая тепловая мощность инфракрасного оборудования для локального обогрева различных конкретных зон при скоростях движения воздуха менее 0,2 м/с определяется по специальному графику (рис. 5) в зависимости от разницы температур ( $\Delta T$ ), имеющей место на уровне 1,5 от пола.

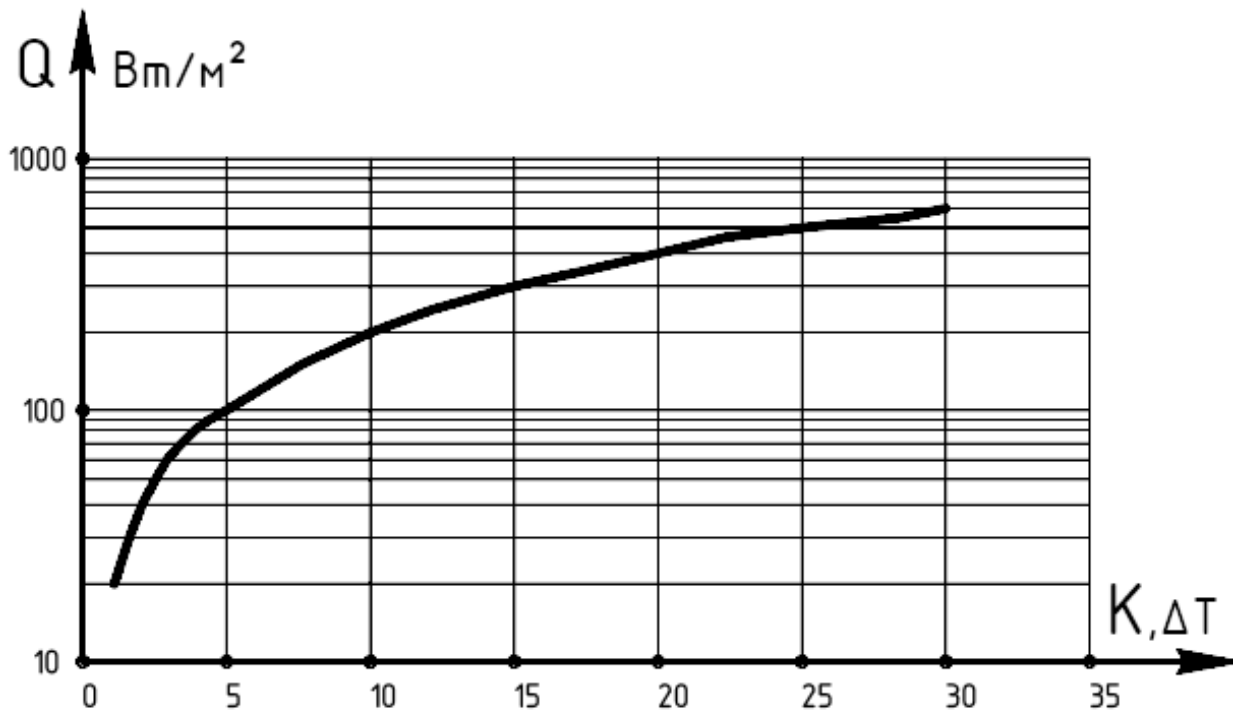


Рис. 5. График для определения необходимой тепловой мощности инфракрасных нагревателей для локального обогрева

В данном случае  $\Delta T$  представляет собой разницу между рабочей температурой ( $T_o$ ) и температурой окружающего воздуха ( $T_b$ ), т. е.

$$\Delta T = T_o - T_b, \quad (1)$$

где  $T_o$  – рабочая температура, К;

$T_b$  – температура воздуха, К.

Рабочая температура с учетом необходимости создания требуемого комфорта определяется по формуле

$$T_o = \frac{T_b + T_r}{2}, \quad (2)$$

где  $T_r$  – средняя температура излучения (средневзвешенная температура обогреваемых поверхностей), К.

При выборе высоты и места подвески нагревателя для локального обогрева заданной площади следует иметь ввиду то, что тепловое излучение присутствует только в зоне прямого действия инфракрасного излучателя. Кроме того, тепловой поток является более интенсивным в точках, расположенных ближе к излучателю. Поэтому при определении высоты подвески нагревателя необходимо тщательно анализировать конструктивные особенности тех или иных нагревателей и в первую очередь их углы первичного излучения в поперечном и продольном направлениях (рис. 6).

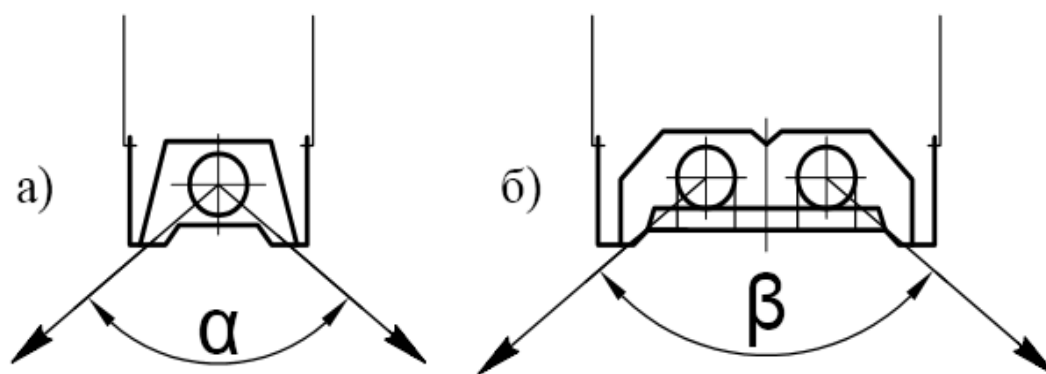


Рис. 6. Углы первичного излучения трубчатых нагревателей:  
а – линейного (α); б) U-образного (β)

Эти углы у линейных и U-образных трубчатых нагревателей неодинаковы. В конечном итоге место и высота подвески нагревателя должны позволять направлять его лучевой поток в зону, которая нуждается в данный момент в обогреве. При этом необходимо обеспечивать, чтобы лучи от этого нагревателя попадали на всю подлежащую обогреву площадку.

Фирмы-изготовители в своей сопроводительной документации обычно дают рекомендации по возможным высотам подвески выпускаемых ими нагревателей, а также приводят величины площадей (длина x ширина), нагреваемых при этом тепловыми лучами, исходящими от них. При решении конкретной задачи по надежному локальному обогреву необходимо стремиться к тому, чтобы гарантированная фирмой-изготовителем площадь совпадала с площадью, подлежащей обогреву.

Для определения площади обогрева при любых возможных высотах подвески (h) трубчатых нагревателей (рис. 7) фирмой PAKOLE предложен упрощенный метод.

Обогреваемую площадь при горизонтальной подвеске трубчатого нагревателя ориентировочно можно определять по формуле

$$S = 2 h (L + h), \quad (3)$$

где: h – высота подвески нагревателя, м;

L – длина нагревателя, м;

S – площадь обогрева, м<sup>2</sup>.



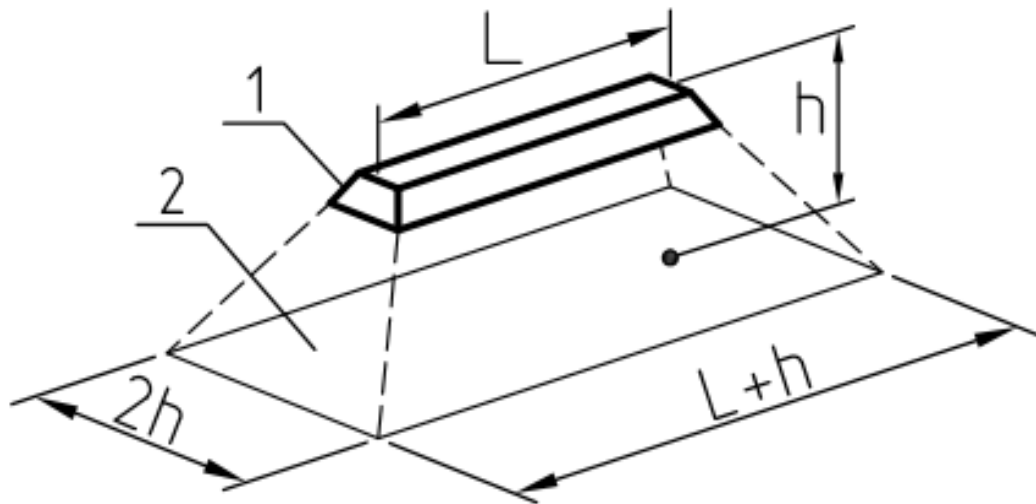


Рис. 7. Схема для определения площади, обогреваемой инфракрасными трубчатыми газовыми нагревателями: 1 – инфракрасный трубчатый нагреватель; 2 – обогреваемая площадь

Запроектированные системы локального обогрева либо отопления помещений в целом с использованием зарубежных инфракрасных газовых нагревателей должны в полной мере отвечать требованиям действующих в стране нормативных документов, в частности, требованиям, ГОСТа 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [7]. Особое внимание следует обращать на величину интенсивности облучения в обогреваемой зоне. Этот показатель по своей величине не должен превышать допустимые упомянутым ГОСТом значения.

#### Выводы

1. Многолетний зарубежный и отечественный опыт убедительно доказал, что локальный обогрев отдельных зон или рабочих мест в закрытых помещениях, а также открытых и полукрытых площадок с использованием инфракрасных газовых нагревателей в настоящее время является наиболее надежным, эффективным и перспективным. Дальнейшее расширение использования этих систем локального обогрева в Украине позволит ускорить решение проблемы энергосбережения и в первую очередь проблемы экономии газа.

2. При проектировании инфракрасных систем локального обогрева целесообразно тщательно подходить к выбору и расчету параметров нагревателей. При выполнении расчетов целесообразно использовать зависимости и компьютерные программы, разработанные в ХГТУСА [5], а также упрощенную методику, предложенную компанией CARLIEUKLIMA [6]. Запроектированная система локального обогрева должна обеспечивать комфортные условия в обогреваемой рабочей зоне при минимальных расходах газа.

#### Список литературы

1. Газовые инфракрасные излучатели EUCERAMIC. CARLIEUKLIMA, Италия, [www.energopolis.dp.ua](http://www.energopolis.dp.ua), 2011. – С. 9.
2. Болотских Н.Н. Современные конструкции газовых трубчатых нагревателей для инфракрасного отопления помещений больших размеров. // Науковий вісник будівництва, вип. 61, Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2010. – С. 291-300.
3. Газолучистые обогреватели EURAD. CARLIEUKLIMA, Италия, [www.carlieuklima.it](http://www.carlieuklima.it), 2011. – С. 8.
4. Газовое энергосберегающее отопительное оборудование завода PAKOLE (Венгрия). ДП «Паколе-Украина», Ужгород. 2005. – С.4.
5. Болотских Н. Н. Совершенствование методики расчета систем отопления газовыми

трубчатыми инфракрасными нагревателями.//Науковий вісник будівництва: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, вип. 54, 2009. – С. 76-91.

6. Излучение. Техническое руководство. CARLIEUKLIMA, Италия, [www.carlieuklima.it](http://www.carlieuklima.it), версия 0904, 2010. – С. 46.

7. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Система стандартов безопасности труда». Государственный стандарт СССР. 1988.

## THE LOCAL HEATING WITH USING GAS INFRA-RED HEATERS

---

N. N. BOLOTSKYKH, PhD in Technical sciences  
Kharkiv state technical University of construction and architecture

*The scheme and technical items of local gas infra-red heating are described. The recommendations of their use are given.*

*Key words: infra-red heating, gas heaters, radio.*

Поступила в редакцию 10.05 2011 г.