

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЛЕНТОЧНЫХ ДВУХТРУБНЫХ ИНФРАКРАСНЫХ
ГАЗОВЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ**

ВВЕДЕНИЕ. Для отопления больших и средних по размерам помещений (цехов производственных предприятий, складских помещений, ангаров, выставочных павильонов, зрительных залов, торгово-развлекательных комплексов, спортивных и других сооружений) эффективное применение, преимущественно в зарубежной практике, в последние годы находят новые энергосберегающие технологии с помощью ленточных инфракрасных газовых нагревателей. Такие нагреватели представляют собой подвесные длинные трубные теплоизлучающие системы. Основными элементами их конструкций являются: газогорелочные блоки, теплоизлучающие трубные ленты и узлы автоматического регулирования мощности, управления и контроля. Газогорелочный блок включает в себя горелку, камеру рециркуляции, вентилятор и дымоход. Этот блок вместе с узлами управления и контроля обычно располагается за пределами обогреваемого помещения. Теплоизлучающая лента, находящаяся внутри помещения, представляет собой замкнутый контур, состоящий из каркаса с теплоизлучающими трубами диаметром 150, 200, 250, 300 или 400 мм, покрытыми сверху и по бокам специальными теплоизолирующими поверхностями, и рефлектора. Теплоизлучающая лента может иметь различную длину и конфигурацию в зависимости от характеристики отопляемого помещения и принятой в проекте схемы отопления. Ее трасса может быть изогнута как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях. Теплоизлучающие ленты выпускаются одно- и двухтрубными. Длина однострубных ленточных нагревателей находится в пределах от 36 до 400 м, а двухтрубных — от 18 до 250 м.

Принцип действия ленточных инфракрасных нагревателей заключается в следующем. В горелочном блоке происходит сгорание топлива. Продукты сгорания

принудительно с помощью вентилятора непрерывно циркулируют с большой скоростью внутри герметичной трубы теплоизлучающей ленты. При этом в трубе постоянно поддерживается отрицательное давление. Возвращаясь по трубе в горелочный блок часть дымовых газов снова поступает в камеру сгорания, изготовленную из нержавеющей стали, подогревается и смешивается с новыми продуктами сгорания. Другая их часть, соответствующая объему поступивших для горения воздуха и топлива, отводится через специальный коллектор и дымоход наружу. Продукты сгорания, циркулируя внутри теплоизлучающих труб, нагревают их до температуры от 100 до 300°C. Нагретые таким образом теплоизлучающие ленты с помощью инфракрасного излучения отдают тепло в рабочую зону отопляемого помещения.

При использовании для целей отопления ленточных инфракрасных нагревателей для достижения необходимого теплового комфорта в рабочих зонах помещений, безусловно, требуется расходовать достаточное количество природного либо сжиженного газа. Но, к сожалению, в Украине собственных добываемых ресурсов газа в настоящее время недостаточно для покрытия всех потребностей народного хозяйства. Поэтому весьма актуальной на сегодня в нашей стране является проблема энергосбережения, в том числе и сокращения расходов газа. С учетом этих обстоятельств и в связи с наметившейся в мире четкой тенденцией роста дефицита и стоимости энергоресурсов, весьма важно продолжить работы по дальнейшему совершенствованию применяемых в нашей стране технологий и технических средств инфракрасного отопления помещений различного назначения.

Настоящая статья посвящается совершенствованию конструкций и повыше-

нию эффективности ленточных двухтрубных инфракрасных нагревателей для сокращения расходов газа при их использовании для целей отопления различных помещений.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ. Целью настоящего исследования является повышение эффективности работы ленточных двухтрубных инфракрасных нагревателей и снижение расходов газа на отопление больших и средних по размерам помещений.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Выпуском и поставкой на мировые рынки ленточных газовых инфракрасных нагревателей в настоящее время занимается ряд известных компаний мира, в частности: Schulte (Германия), Fraccaro, Systema и Carlieuklima (Италия).

Компания Schulte выпускает ленточные инфракрасные нагреватели марок: Etastar, Etastar Turbo, Maxistar, Maxitemp и Minitemp с тепловыми мощностями, находящимися в пределах от 18 до 160 кВт, и диаметрами излучающих труб равными 150, 200 или 250 мм [1÷5].

Компания Fraccaro выпускает ленточные инфракрасные нагреватели марки Girad с тепловыми мощностями, находящимися в пределах от 75/50 до 200/300 кВт, и диаметрами излучающих труб равными 200 или 300 мм [6].

Компания Systema выпускает ленточные инфракрасные нагреватели марки ОНА с тепловыми мощностями, находящимися в пределах от 50 до 400 кВт, и диаметрами излучающих труб равными 300 или 400 мм [7].

Компания Carlieuklima выпускает ленточные инфракрасные нагреватели марки Eucerk (рис. 1) 17 типоразмеров с тепловыми мощностями, лежащими в пределах от 25 до 240 кВт, и диаметром излучающей трубы равным 315 мм [8,9].

С помощью упомянутых выше ленточных инфракрасных двухтрубных газовых нагревателей можно надежно и эффективно отапливать большие и средние по размерам помещения практически любой конфигурации, создавая при этом в их рабочих зонах необходимый тепловой комфорт.

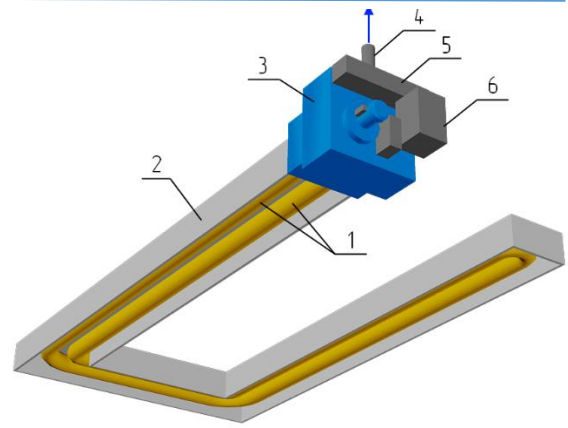


Рис. 1. Ленточный инфракрасный двухтрубный газовый нагреватель марки EUCERK:

1 – излучающие трубы; 2 – рама с теплоизоляцией; 3 – вентилятор; 4 – дымоход; 5 – щит управления; 6 – газовая дутьевая горелка.

Такое отопление по сравнению с традиционными конвективным либо воздушным имеет следующие преимущества: возможность достижения максимально комфортных условий в рабочей зоне помещения при более низких температурах воздуха; возможность уменьшения температурного градиента в отапливаемых помещениях, позволяющая существенно снизить потери тепла; значительная экономия энергоресурсов (от 30 до 60 %); быстроедействие (быстрый запуск и выход на заданную мощность); бесшумность работы; отсутствие перемещений воздушных масс и пыли и за счет этого получение чистой и здоровой среды в рабочей зоне отапливаемого помещения; мобильность (быстрый монтаж, перенос, наращивание, демонтаж и т.д.); надежность в работе и отсутствие потребности в постоянном техническом обслуживании используемой системы отопления; наличие автоматизированной системы управления, позволяющей регулирование работы горелок для достижения максимально комфортных условий при минимальных энергозатратах; полная безопасность функционирования системы отопления.

Несмотря на наличие этих преимуществ и достигнутое достаточно высокое совершенство самих конструкций ленточных газовых инфракрасных нагревателей

следует признать и то, что они также имеют ряд недостатков. Главными из них являются:

- неравномерность обогрева рабочих зон отапливаемых помещений, имеющих значительную длину, вследствие того, что интенсивность теплового излучения по длине ленточного нагревателя постепенно уменьшается от максимального значения в начале движения теплоносителя до минимального в конце;
- перераспределение части энергии теплоносителя от прямой ветви трубы, идущей от газовой горелки, к обратной, вследствие наличия значительного взаимного лучистого обмена, снижающего эффективность использования теплоносителя в нагревателе и увеличивающего перепад интенсивности излучения на его противоположных концах;
- наличие затрат части энергии теплоносителя на конвективный теплообмен нагревателя с воздухом, находящимся в верхней части помещения (в нерабочей зоне), снижает его эффективность.

Для устранения этих недостатков необходимо решить следующие задачи: обеспечить более равномерное распределение энергии теплоносителя по длине двойного ленточного излучающего контура, повысить эффективность использования энергии излучающих труб и сократить затраты энергии теплоносителя на конвективный теплообмен. С целью решения этих задач в ХНУСА в последние годы проведен комплекс научно-исследовательских и конструкторских работ, позволивший разработать и запатентовать [10] схему нового энергоэффективного ленточного двух-трубного газового инфракрасного нагревателя, представленного на рис. 2.

Предложенный новый ленточный нагреватель состоит из двух параллельно расположенных, закрепленных в одной раме и связанных между собой излучателей. Каждый из этих излучателей имеет основную (внутреннюю) 1 и рабочую (наружную) 2 излучающие трубы. Между

этими трубами имеется замкнутый внутренний объем, соединенный с горелкой газогорелочного блока 3.

Газогорелочные блоки 3 в нагревателе расположены противоположно. Основные трубные излучатели 1 на выходе соединены с камерами рециркуляции и дымоходами соседних газогорелочных блоков 3, образуя при этом две газовые системы.

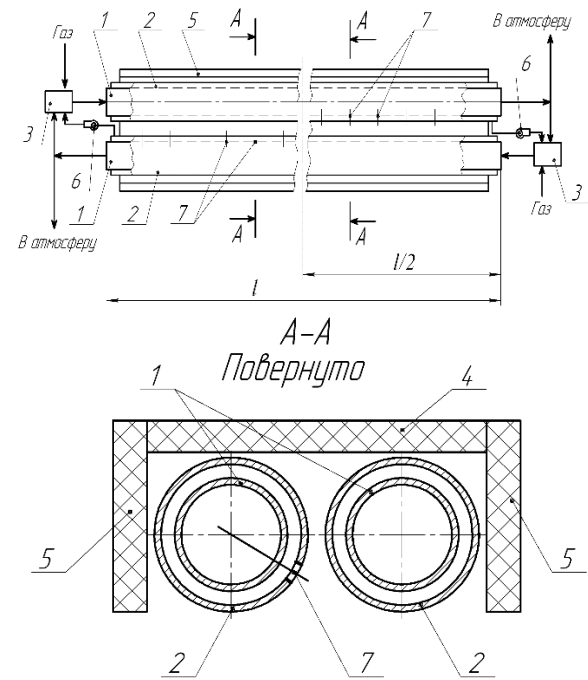


Рис. 2. Схема нового ленточного газового инфракрасного нагревателя с двойным теплоизлучающим контуром: 1 – основной трубный излучатель; 2 – рабочий трубный излучатель; 3 – газогорелочный блок; 4 – верхняя панель теплоизоляции; 5 – боковая панель теплоизоляции; 6 – вентилятор; 7 – отверстия в рабочем трубном излучателе.

Горелки соединены с воздушным объемом, ограниченным панелями теплоизоляции 4 и 5, через вентиляторы 6, замкнутые внутренние объемы соседних рабочих трубных излучателей 2, а также через отверстия 7, выполненные в их нижних частях под углом до середины длины, начиная от соседних газогорелочных блоков 3. В результате этого созданы две независимые воздушные системы, которые связывают между собой два трубных излучателя.

Ленточный газовый инфракрасный нагреватель с двойным теплоизлучающим

контуром работает следующим образом. В горелках газогорелочных блоков 3 готовится, зажигается и горит газовоздушная смесь. В камеры рециркуляции газогорелочных блоков 3 для смешивания с газовой воздушной смесью с помощью вентиляторов от соседних основных трубных излучателей 1 подаются отработанные продукты сгорания в объемах, обеспечивающих сгорание топлива с максимальным тепловыделением и заданную температуру продуктов сгорания в начале их движения в основных трубных излучателях 1. Оставшаяся часть отработанных продуктов сгорания отводится в окружающее пространство. За счет созданного вентиляторами разрежения продукты сгорания от газогорелочного блока движутся по основному трубному излучателю 1. При этом интенсивность излучения меняется по его длине от максимальных до минимальных значений. Максимальные значения интенсивности излучения отмечаются на начальном участке излучателя, где температура теплоносителя является наиболее высокой.

Использование в предложенной конструкции нового ленточного нагревателя с двойным теплоизлучающим контуром дополнительного рабочего трубного излучателя 2 с замкнутым внутренним объемом и создание на его основе воздушной системы позволило обеспечить:

сопротивление прямому излучению от основного трубного излучателя 1, что способствует более равномерному распределению энергии теплоносителя по длине излучающей трубы и, соответственно, более равномерному лучистому обогреву рабочего трубчатого излучателя 2;

ограничение конвективного теплообмена между излучающими трубами 1 и 2 в первой (более нагретой) половине их длины с помощью разрежения, которое создается в замкнутом внутреннем объеме рабочего излучателя 2, где всасывание воздуха в воздушную систему обеспечивается через отверстия 7, выполненные по длине второй половины трубы излучателя 2. Это дополнительно способствует более равномерному распределению энергии теплоносителя на половине длины основного трубного излучателя 1;

прямой лучистый обмен между рабочими трубными излучателями 2, исключаяющей подогрев теплоносителя, который движется в основных трубных излучателях 1, что положительно сказывается на повышении равномерности излучения в целом по длине нагревателя;

подсасывание в воздушную систему воздуха, который подогревается за счет конвективного теплообмена с более равномерно нагретыми рабочими трубными излучателями 2;

последовательную передачу тепловой энергии другой половине длины рабочего трубного излучателя 2 воздухом, который всасывается через отверстия 7, выполненные на второй половине рабочей излучающей трубы, и дополнительно подогревается путем конвективного теплообмена с основным трубным излучателем 1 и движется в замкнутом объеме в направлении движения теплоносителя;

температуру воздуха от общего конвективного теплообмена в воздушных системах близкую к температуре теплоносителя на выходе из основных трубных излучателей 1.

Таким образом, предложенный новый ленточный двухтрубный нагреватель с противоположно расположенными газогорелочными блоками 3 обеспечивает одинаковые условия для излучения с двух сторон излучающего контура. Применение рабочих трубных излучателей 2 с замкнутым внутренним объемом способствует выравниванию интенсивности излучения по длине нагревателя и обеспечивает более эффективное использование энергии теплоносителя для обогрева рабочей зоны отапливаемого помещения и поддержания в ней необходимого теплового комфорта. Кроме того, новая конструкция нагревателя обеспечивает повышение эффективности сгорания топлива и, в конечном итоге, повышение его тепловой эффективности в целом.

ВЫВОДЫ. 1. Для отопления больших и средних по размерам помещений различного назначения в настоящее время наиболее надежным и эффективным является инфракрасный способ с помощью ле-

нточных трубных нагревателей. С его применением при минимальных затратах энергоресурсов обеспечивается необходимый тепловой комфорт в рабочих зонах отапливаемых помещений.

Для дальнейшего повышения тепловой эффективности систем инфра-красного отопления больших и средних по размерам помещений и снижения расходов энергоресурсов на эти цели в ХНУСА разработана и запатентована [10] схема нового ленточного двухтрубного нагревателя, состоящего из двух параллельно расположенных и закрепленных в одной раме излучателей, связанных между собой и имеющих противоположно расположенные газогорелочные блоки. Эти излучатели имеют внутреннюю (основную) и наружную (рабочую) излучающие трубы, между которыми созданы замкнутые внутренние объемы, соединенные с горелками на входе в газогорелочные блоки. В нижних частях рабочих излучающих труб до середины их длины от соседних газогорелочных блоков предусмотрены отверстия, через которые за счет разрежения, созданного с помощью вентиляторов, обеспечивается подсос воздуха из окружающего пространства для последующей подачи его в подогретом виде в горелки. Предложенный новый нагреватель обеспечивает более равномерное распределение интенсивности излучения по его длине, а также более высокую эффективность использования энергоресурсов на обогрев помещений.

3. Создание предложенного нового ленточного инфракрасного нагревателя и его освоение в практике обогрева помещений больших и средних размеров в Украине может позволить существенно повысить эффективность применяемых систем отопления и снизить расходы газа на эти цели.

ЛИТЕРАТУРА:

1. ETASTAR TURBO 200. Das leistungsstärkste Gerät der etastar-familie. [Электронный ресурс]. Deutschland, Ellrich: SCHULTE GmbH. Режим доступа: www.schulte-gmbh.com/planer Produkte.est 200 php., 2013, - 3 с.
2. Hochleistung-strahler für besonders hohe und große Hallen. [Электронный ресурс]. Deutschland, Ellrich: SCHULTE GmbH. Режим доступа: www.schulte-gmbh.com/endkunde.produkte.esrm.php, 2013, - 3 с.
3. Ringsystem für hohen Wärmedarf und großflächige Hallen. [Электронный ресурс]. Deutschland, Ellrich: SCHULTE GmbH. Режим доступа: www.schulte-gmbh.com/endkunde.produkte.est-r.php, 2013, - 2 с.
4. Instrukcja montażu systemu spalinowego. [Электронный ресурс], Poznań: SCHULTE. Режим доступа: www.schulte-Technika.Grzewcza.sp.z.o.o., 2013, - 11 с.
5. Hallenheizsysteme: Hallenheizung mit Dunkelstrahler. Schulte-Strahlungsheizgerät MINITEMP für niedrigen Wärmebedarf und niedrige Hallen. [Электронный ресурс]. Deutschland, Ellrich: SCHULTE GmbH. Режим доступа: www.schulte-gmbh.com/endkunde.produkte.esmt.php. 2013, - 2 с.
6. Система лучистого отопления промышленных площадей. Теплоизлучающая лента GIRAD. Новое поколение. [Электронный ресурс]. Италия: FRACCARO. Режим доступа: www.fraccaro.it, 2011, - 7 с.
7. SYSTEMA. Каталог инфракрасного отопления. [Электронный ресурс]. Украина: Официальный представитель в Украине компания ООО "Санстор", Киев, Режим доступа: www.systema-ukraine.com.ua, 2013, - 56 с.
8. Идеальное решение для обогрева больших и средних площадей. [Электронный ресурс]. Италия: CARLIEUKLIMA. Режим доступа: www.carlieuklima.it, 2010, - 7 с.
9. Излучение. Техническое руководство. [Электронный ресурс]. Италия: CARLIEUKLIMA. Режим доступа: www.carlieuklima.it, версия 0904, 2010. - 46 с.
10. Патент України на винахід № 109001 від 10.07.2015. «Пристрій для променевого опалювання приміщень». //Болотських М.М. та інші. Власник патенту: Харківський національний університет будівництва та архітектури. Бюл. № 13, 2015, - с.4.