

Болотских Н.Н.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

СНИЖЕНИЕ КОНВЕКТИВНЫХ ПОТЕРЬ ТЕПЛА ПРИ ИНФРАКРАСНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ОБОГРЕВЕ ПОМЕЩЕНИЙ БОЛЬШИХ РАЗМЕРОВ

ВВЕДЕНИЕ. Для отопления различных помещений с высотой потолков от 2 до 15 м, производственных и складских зданий, торговых павильонов и выставочных залов, спортивно-зрелищных дворцов, квартир и частных домов, школ и больниц, офисных и других учреждений в настоящее время широко используются инфракрасные системы на базе электрических потолочных панельных нагревателей. Их широкому распространению в мире способствовал ряд весьма существенных достоинств и преимуществ, которые свойственны этой категории инфракрасных нагревателей, и в первую очередь: возможность экономии свыше 40% электроэнергии, высокие значения К.П.Д нагревателей, наличие низкого температурного градиента, низкая инерционность систем отопления, возможность терморегулирования, а также зонального и точечного обогрева в помещениях.

Производством и поставкой на мировые и отечественные рынки инфракрасных электрических панельных нагревателей занимаются ряд компаний, в частности: «FRISO» (Швеция), «ENSA» (Германия), «БИЛЮКС Украина» (Украина), «ЭКОЛАЙН» (Россия) и ряд других. Ими выпускаются электрические нагреватели с мощностями от 0,5 до 6 кВт. По конструктивному исполнению панельные электрические на-

греватели практически почти одинаковы и отличаются в основном типами нагревательных элементов (низкотемпературные трубчатые ТЭНы или спиральные). На рис. 1, для примера, показана схема общего вида электрического панельного потолочного нагревателя с низкотемпературным трубчатым ТЭНом, выпускаемого компанией «БИЛЮКС Украина» в г. Харькове [1].

Панели выпускаемых различными компаниями электрических нагревателей имеют следующие габаритные размеры: длина – от 600 до 2180 мм, ширина – от 94 до 600 мм и толщина – от 44 до 94 мм. При работе таких нагревателей одна часть энергии лучистым путем, с помощью электромагнитных волн, передается в рабочую зону обогреваемого помещения, а другая превращается в конвективное тепло (нагретый воздух) и в полном объеме поднимается вверх к потолку помещения, нагревая его и практически не участвуя в обогреве рабочей зоны. В данном случае это конвективное тепло представляет собой бесполезные теплопотери.

У различных типов и конструкций электрических инфракрасных панельных нагревателей величины таких конвективных потерь неодинаковы, иначе говоря, доли лучистых и конвективных составляющих их теплообмена существенно отличаются друг от друга.

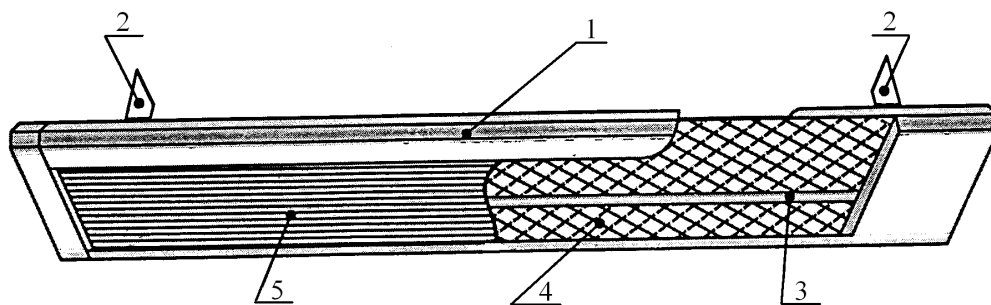


Рис. 1. Общий вид инфракрасного панельного электрического потолочного нагревателя марки БИЛЮКС: 1 – корпус; 2 – кронштейны для подвески нагревателя; 3 – низкотемпературный трубчатый ТЭН; 4 – теплоизоляция; 5 – теплоизлучающая пластина.

Компания «БИЛЮКС Украина» [1] и «ЭКО ЛАЙН» [2] утверждают, что у выпускаемых ими длинноволновых электрических панельных нагревателей с температурой излучающих пластин 250°C доля конвективных потерь составляет около 10%. Учеными Уральского государственного технического университета [3] при исследовании электрических панельных потолочных нагревателей, выпускаемых компанией «FRICO» [4], установлено, что конвективная составляющая их теплообмена находится в пределах от 25 до 40%. В условиях дефицита и дороговизны энергоресурсов в мире такие потери тепла, безусловно, недопустимы. Необходимы новые конструктивные и технологические решения, позволяющие снижать до минимума эти конвективные теплопотери.

Настоящая статья посвящается описанию одного из возможных способов снижения конвективных потерь тепла при инфракрасном электрическом обогреве помещений больших размеров.

ЦЕЛЬЮ настоящей статьи является снижение расходов электроэнергии на отопление помещений больших размеров в Украине.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ. Эффективность инфракрасного электрического отопления в значительной мере зависит от принятого типа панельных нагревателей, их мощности, количества и расположения в отапливаемом помещении. Мощность и количество нагревателей определяется прежде всего исходя из величины теплопотерь помещения. При этом суммарная мощность всей принятой системы электрического отопления должна быть не менее величины этих теплопотерь. Что касается расположения потолочных электрических нагревательных панелей в отапливаемых помещениях, то оно может быть различным. Для обеспечения более равномерного распределения интенсивности излучения по всей площади в зависимости от размеров и конфигурации отапливаемого помещения расположение нагревательных приборов (панелей) может быть индивидуальным (рассредоточенным) либо групповым в виде лент необходимой длины или панелей увеличенных размеров.

Компания «БИЛЮКС Украина» предусмотрела в выпускаемых ею нагревателях возможность серийного подключения панелей друг с другом при помощи кабеля ПВС. При этом общая длина ленты (ряда) нагревателей неограничивается [1]. Для создания на потолке отдельных групп панелей увеличенных размеров эта компания также выпускает нагреватели одно-, двух- и трехпанельными [1].

Электрические панельные потолочные нагреватели, монтируемые в виде лент определенной длины, обычно применяются в помещениях с большими размерами внутренних площадей. Чаще всего эти ленты монтируются в них параллельно длинным стенам, особенно наружным. При групповом расположении нагревательных приборов в помещениях с высотой потолков более четырех метров чаще всего используются 2-х или 3-х панельные нагреватели большей мощности.

Очевидно, что при наличии значительного количества электрических панельных нагревателей, используемых для отопления помещений больших размеров, общие суммарные конвективные потери тепла при их работе будут достаточно ощутимыми. Именно в таких случаях задача снижения этих потерь тепла приобретает особую актуальность.

С целью снижения конвективных потерь тепла при работе инфракрасных трубчатых линейных газовых нагревателей в ХНУСА разработан и запатентован в Украине новый прибор для лучистого отопления [5]. В этом приборе предусмотрено аккумулялирование образующегося конвективного тепла (нагретого воздуха) в полости между слоями специального рефлектора, имеющего перфорацию (отверстия) в нижнем слое. С помощью вентилятора в этой полости создается разрежение, за счет которого теплый воздух подсасывается и по трубопроводу подается в рабочую зону отапливаемого помещения. За счет использования этого конвективного тепла предоставляется возможность уменьшать количество применяемых для отопления инфракрасных нагревателей и обеспечивать в рабочей зоне необходимый тепловой комфорт.

Кроме того, в ХНУСА для повышения эффективности и снижения конвективных потерь тепла при работе инфракрасных трубчатых газовых нагревателей разработан и запатентован в Украине двухмодульный ленточный прибор для лучистого отопления помещений [6]. В конструкции этого нагревателя предусмотрено размещение основного излучателя внутри дополнительного рабочего трубчатого излучателя с образованием между ними внутреннего объема. В нижней части рабочего излучателя предусмотрен ряд отверстий. Такая конструкция позволяет с помощью вентилятора подсасывать во внутренний объем нагревателя воздух, подогретый путем конвективного теплообмена с более нагретыми поверхностями, и далее направлять его в газогорелочный блок.

С использованием решений, содержащихся в этих патентах, в ХНУСА с целью сокращения конвективных потерь тепла при электрическом инфракрасном отоплении помещений больших размеров разработана схема нового ленточного электрического энергоэффективного инфракрасного нагревателя (рис. 2).

Одним из основных элементов предлагаемой конструкции нагревателя является лента, составленная из инфракрасных электрических панельных нагревателей (1), соединенных между собой с помощью кабеля. Этот кабель при монтаже укладывается в короб-канал либо гофро-трубу, что придает панелям законченный вид. Длина ленты в этом случае определяется по выражению $l = n l_1$, где n – число панельных нагревателей и l_1 – длина одного панельного нагревателя.

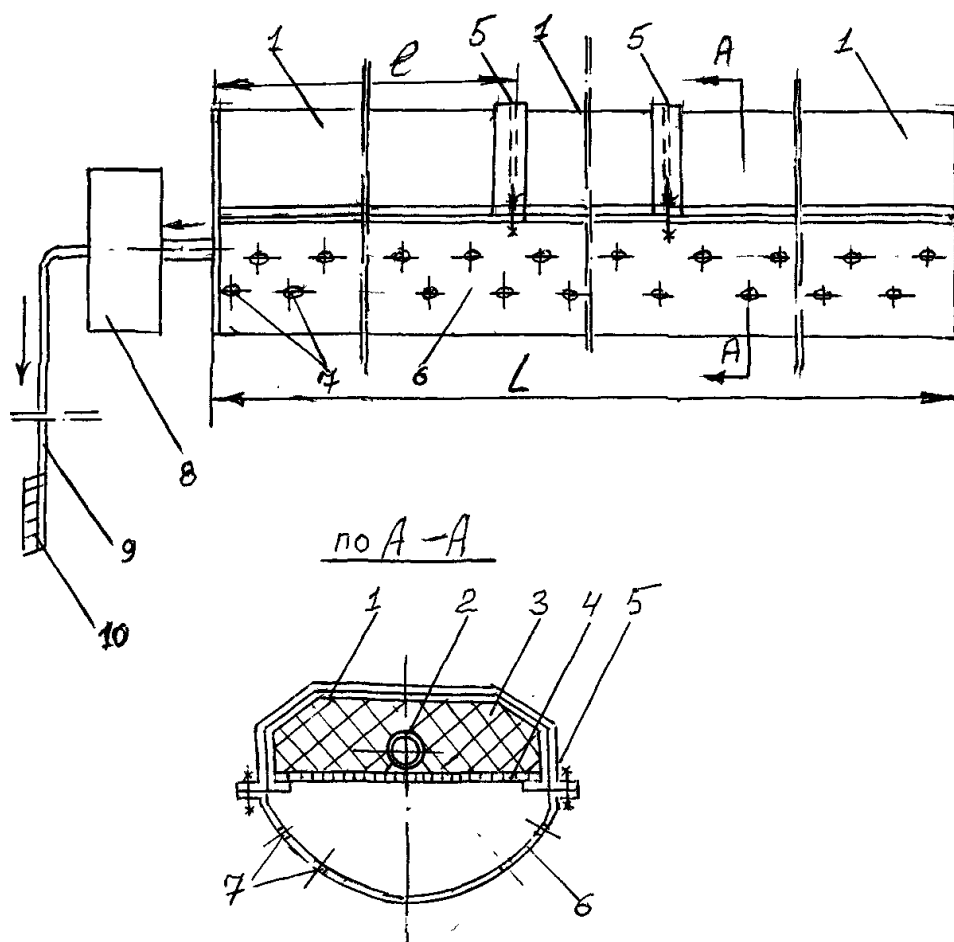


Рис. 2. Схема электрического ленточного инфракрасного нагревателя: 1 – электрические панельные нагреватели; 2 – трубчатый электронагреватель (ТЭН); 3 – углеродосодержащая теплоизоляция; 4 – излучающая пластина; 5 – хомуты; 6 – рабочий излучатель; 7 – отверстия в рабочем излучателе; 8 – вентилятор; 9 – воздухопровод; 10 – тепловая воздушная завеса.

Снизу к ленте с помощью хомутов (5) крепится рабочий излучатель (6), представляющий собой металлический короб. Это короб может быть единым на всю длину ленты либо состоящим из нескольких составных элементов. Это зависит в первую очередь от величины общей длины ленты. Хомуты в данном случае не только соединяют воедино составленную ленту электрических панельных нагревателей с дополнительным рабочим излучателем, но и перекрывают (герметизируют) имеющиеся зазоры между отдельными нагревательными панелями. Рабочий излучатель с двух сторон внизу по бокам имеет по два ряда отверстий, сообщающихся с воздушным пространством около нагревательной ленты. Этот излучатель может быть изготовлен из алюминизированной или нержавеющей стали, имеющей наиболее высокий эмиссионный фактор.

По торцам короб рабочего излучателя закрыт. Образовавшаяся между излучающими пластинами панельных нагревателей и внутренней поверхностью короба рабочего излучателя полость с помощью трубы сообщается с вентилятором (8). При включении в работу такого ленточного нагревателя излучающие пластины панельных нагревателей лучистым путем передают тепло рабочему излучателю, нагревая его до соответствующей температуры. Этот нагретый рабочий излучатель в свою очередь с помощью электромагнитных волн передает тепло в рабочую зону отапливаемого помещения, создавая там необходимый тепловой комфорт. Параллельно с этим часть тепла излучающих пластин расходуется на нагрев воздуха, находящегося рядом с ними и коробом рабочего излучателя (6) снаружи. Это образующееся конвективное тепло (нагретый воздух), благодаря создаваемому вентилятором (8) разрежению, подсасывается через отверстия в коробе рабочего излучателя и по замкнутой полости между излучающими пластинами и внутренней поверхностью короба поступает в трубопровод (9), а затем подается в рабочую зону либо к месту размещения воздушной тепловой завесы (10) у ворот или других проемов отапливаемого помещения.

В описанной конструктивной схеме электрического ленточного инфракрасного

нагревателя возможно также использование вместо металлического рабочего излучателя (6) специального короба, изготовленного из закаленного стекла. Этот стеклянный короб, также как и металлический, с обеих сторон снизу имеет по два ряда отверстий и крепится к ленте панельных нагревателей с помощью хомутов (5). В данном случае стеклянный короб практически не участвует в теплообмене. Тепловые лучи от излучающих пластин беспрепятственно проходят через стеклянный короб и поступают в рабочую зону помещения. При этом короб фактически выполняет вспомогательную роль. С его применением представляется возможность аккумуляирования воздуха, нагретого конвективным путем, и отвода его с помощью вентилятора в рабочую зону отапливаемого помещения.

Возможность использования закаленного стекла для изготовления инфракрасных панельных электрических нагревателей доказана компанией "ENSA" (Германия), которая в настоящее время серийно выпускает стеклянные инфракрасные панельные электрические нагреватели ENSA-750G-Visio. Эти нагреватели не только обеспечивают обогрев помещений, но и служат элементами декора при оформлении интерьеров кафе, ресторанов, бутиков и т.п.

Таким образом, описанные выше два варианта схемы ленточных электрических инфракрасных нагревателей, при их доработке и применении для целей отопления помещений больших размеров, могут позволить улавливать теплый воздух, нагретый конвективным путем, и использовать его на подогрев воздуха в рабочей зоне либо на создание воздушной тепловой завесы.

Это, в свою очередь, может позволить уменьшать количество применяемых для отопления инфракрасных электрических панельных нагревателей и обеспечивать при этом в рабочей зоне отапливаемого помещения комфортный тепловой режим. Кроме того, возвращение конвективной тепловой энергии в рабочую зону помещения будет способствовать увеличению энергетической эффективности принятой системы инфракрасного отопления [7].

ВЫВОДЫ: 1. Одним из эффективных способов отопления помещений больших размеров является инфракрасный на базе электрических панельных нагревателей. Несмотря на высокую эффективность и преимущества этого способа отопления при его использовании имеют место существенные конвективные потери тепла.

2. ХНУСА разработан способ улавливания этого конвективного тепла и возвращения его в рабочую зону помещения, предложена конструктивная схема энергоэффективного ленточного электрического инфракрасного нагревателя для отопления помещений больших размеров.

3. Создание новых ленточных электрических инфракрасных нагревателей на базе разработанной в ХНУСА конструктивной схемы и использование их для обогрева помещений больших размеров может позволить повысить энергетическую эффективность существующих систем электрического инфракрасного отопления, а также существенно снизить при этом расходы электроэнергии.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Система потолочного отопления на базе электрических длинноволновых обогревателей. Техническая документация. БИ-

ЛЮКС – Отопление суперэкономичное. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://bilux.ua>, 2015, – 67 с.

2. Эффективный обогрев для дома, офиса, цеха и открытых площадок. ЭКО ЛАЙН, НТФ «Украинская промышленность». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://quartza.net>, 2004, – 2 с.
3. Шумилов Р.Н., Толстова Ю.И., Поммер А.А. Лучистое отопление – мифы и реальность. АКВАРТ. Статьи и обзоры. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://aquart.ru>, 2005, – 4 с.
4. Инфракрасные обогреватели (Швеция). [Электронный ресурс]. Режим доступа: E-mail: info@electromax.com.ua, 2015, – 4 с.
5. Патент України на винахід № 87028, м.кл. F24D 10/00, F24D 15/00, F24C 15/00 «Пристрій для променевого опалювання» від 10.06.2009./Редько А.О., Болотських М.М. Власник: Харківський державний технічний університет будівництва та архітектури.
6. Патент України на винахід № 109001, МПК (2015.01), F23D 14/12, F24D 15/00 «Пристрій для променевого опалювання приміщень» від 10.07.2015.// Болотських М.М. та інші. Власник: Харківський державний технічний університет будівництва та архітектури.
7. Болотских Н.Н. Энергосбережение при инфракрасном электрическом отоплении помещений / Н.Н. Болотских / «Науковий вісник будівництва». Харків: ХНУБА, ХОТВАБУ, вип.. 2 (84), 2016, - с. 343-349.

УДК 624.152.61

Болотских Н.С.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОЧЕГО РЕЖИМА УНИВЕРСАЛЬНЫХ УСТАНОВОК
ЛОКАЛЬНОГО ВАКУУМНОГО ВОДОПОНИЖЕНИЯ С ПОЛИСТРУЙНЫМИ
НАСОСАМИ**

ВВЕДЕНИЕ. При сооружении многих заглубленных и подземных объектов (траншеи, котлованы, подземные переходы, колодцы, шахты, тоннели, канализационные коллекторы и другие выработки) в обводненных и слабоустойчивых грунтах с малыми коэффициентами фильтрации (0,02÷1 м/сутки) очень часто используется локальное вакуумное водопонижение с применением установок ПУВВ-1, УВВ-2, УВВ-3-6КМ, УЗВ-3 и УЗВМ-3 [1]. Эти установки в боль-

шинстве случаев обеспечивают надежное и сравнительно быстрое локальное водопонижение. Но, несмотря на это, приходится констатировать то, что упомянутые установки имеют достаточно большие габаритные размеры и массу, маломаневренны и энергоемки. И, наконец, эти установки не универсальны. Для ведения работ при строительстве подземных или заглубленных объектов приходится применять различные по конструкции установки.