

ИНФРАКРАСНОЕ ОТОПЛЕНИЕ КУЛЬТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Описаны современные инфракрасные системы отопления культовых сооружений, даны рекомендации по их дальнейшему использованию.

Ключевые слова: инфракрасное отопление, нагреватель, интенсивность облучения.

Постановка проблемы. Проблема отопления культовых сооружений (церквей, соборов, монастырей, костелов и др.), в отличие от обычных общественных, имеет свои специфические особенности. Дело в том, что в этих сооружениях, как правило, отсутствуют гардеробы. Верующие одеваются обычно с учетом фактической погоды на улице. Внутри помещений культового назначения они находятся преимущественно без движения. Ошибочным является мнение о том, что отопление внутри помещения культового назначения нужно устанавливать на определенную постоянную температуру. Внутри этих помещений в зоне нахождения людей температура воздуха должна быть всего лишь на несколько градусов выше внешней. В пасмурную и ветреную погоду комфортное ощущение людей будет и без всякого отопления. Эти обстоятельства приходится учитывать при решении вопросов создания комфортных условий в зоне нахождения людей в помещениях культового назначения. Кроме того, при решении вопросов отопления таких помещений приходится сталкиваться с рядом других специфических особенностей [2]. В частности:

- обогрев в помещении требуется обеспечивать только в течение нескольких часов в день;
- помещения в церквях, костелах и других культовых сооружениях нередко имеют значительные размеры по высоте;
- недопустимость появления дополнительного шума и резонансных явлений в помещениях культового назначения от работы системы отопления;
- необходимость соблюдения эстетических требований интерьера помещений;
- невозможность внесения каких-либо изменений в существующие строительные конструкции;
- недопустимость появления влажности на конструкциях помещений при краткосрочных использованиях системы отопления;
- внутри помещений культового назначения очень часто имеются произведения искусства (статуи, картины, фрески, мозаика и т.д.), поэтому для их сохранения необходимо как можно меньше вносить изменений в уже имеющийся микроклимат;
- необходимость экономии денежных средств и энергоресурсов при эксплуатации систем отопления.

И наконец, принятая система отопления в зимнее время, кроме защиты от мороза, должна обеспечивать верующим в период их нахождения внутри культового сооружения необходимую комфортную температуру.

Анализ последних исследований и публикаций. Для отопления помещений культового назначения чаще всего используются воздушные системы с помощью калориферов. Вместе с тем накопленный зарубежный опыт убедительно доказал, что для отопления культовых сооружений наиболее оптимальным является использование инфракрасных систем [1, 2]. В таких системах тепло от нагревателей в зону нахождения людей в помещении подается без участия посредника – воздуха. Оно передается с помощью электромагнитных волн инфракрасного диапазона. При этом тепло безопасным природным путем (по аналогии с солнечным обогревом) поглощается людьми, полом и другими твердыми предметами, находящимися на нем. Нагретые таким образом поверхности затем путем конвекции отдают тепло окружающей среде в помещении.

Выделение не решенных ранее частей общей проблемы, которым посвящена статья. В нижней зоне помещения примерно до высоты 2 – 2,5 м от пола, где в основном находятся люди, скапливается основная часть тепла, которая и определяет микроклимат. Этот микроклимат следует поддерживать таким, чтобы человек, находясь в помещении, постоянно ощущал комфортную температуру.

Ниже описываются новые технические средства и технологии инфракрасного газового отопления зданий культового назначения.

Постановка задачи. Расширение области применения эффективных энергосберегающих систем инфракрасного отопления зданий культового назначения для создания в них комфортных условий и ускорения решения проблемы экономии энергоресурсов.

Изложение основного материала. Для отопления культовых сооружений используются инфракрасные нагреватели: открытые и закрытые (трубчатые). Открытые нагреватели бывают электрическими и газовыми, а закрытые – только газовыми. В данной статье электрические открытые инфракрасные нагреватели не рассматриваются, так как для отопления помещений культового назначения с большими площадями и высотами на практике используются преимущественно газовые. В открытых газовых инфракрасных нагревателях горение газа происходит на поверхности излучателей (керамических плиток) при температуре около 900°C, а в закрытых – в горелке и излучающей трубе. Средняя температура поверхностей излучающих труб в различных типах и моделях закрытых трубчатых инфракрасных нагревателей находится в пределах от 500 до 100°C.

Ряд мировых компаний и фирм освоили выпуск открытых и закрытых инфракрасных нагревателей, предназначенных специально для отопления культовых сооружений, т.е. в «церковном» варианте исполнения. При их разработке учитывались вышеприведенные специфические требования к таким системам отопления.

Фирма SOLARONICS (Франция) выпускает по специальному заказу в «церковном» исполнении для целей отопления культовых сооружений открытые газовые инфракрасные нагреватели серии SR II (рис. 1) [1].

Основными элементами таких нагревателей являются: специальные керамические плитки с большой излучательной способностью, термостойкая металлическая решетка, смесительная камера, форсунка, отражатель и блок управления и безопасности. При работе нагревателя природный или сжиженный газ сгорает на поверхностях керамических плиток. Термостойкая стальная решетка позволяет использовать часть тепловой энергии дымовых газов и одновременно увеличивает теплообмен между пламенем и керамической плиткой. Инфракрасное излучение раскаленных таким образом керамических плиток и решетки с помощью отражателя направляется в зону, где находятся люди. Продукты сгорания удаляются из нагревателя в направлении вверх, протекая мимо камеры предварительного нагрева топлива и тем самым увеличивая его производительность.

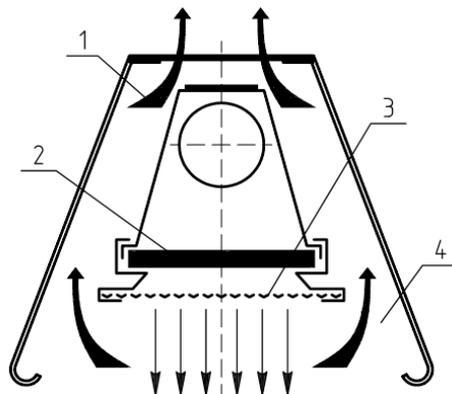


Рисунок 1 – Принципиальная схема устройства и работы открытого одноступенчатого газового инфракрасного нагревателя серии SR II:

1 – направление движения продуктов сгорания; 2 – керамическая плитка с большой излучательной способностью; 3 – термостойкая металлическая решетка; 4 – отражатель

Нагреватели типов SR II 21, 31, 41, 61 и 81 являются одноступенчатыми и работают при 100% номинальной мощности, а нагреватели типов SR II 42, 62, и 82 – двухступенчатые. Они имеют два ряда горелок, что позволяет использовать их в двух режимах (при 100% или 50% номинальной мощности).

Номинальная мощность одноступенчатых нагревателей находится в пределах от 6,2 до 25,7 кВт. Их длина находится в пределах от 602 до 1140 мм, а ширина – от 315 до 435 мм. Высота нагревателей составляет 213 мм. Их вес находится в пределах от 11 до 22 кг.

Номинальная мощность двухступенчатых нагревателей лежит в пределах от 12,4 до 25,7 кВт. Их длина находится в пределах от 602 до 1140 мм, а ширина составляет 435 мм, и высота – 213 мм. Их вес лежит в пределах от 15 до 22 кг.

Описанные нагреватели крепятся под потолком либо на стенах отапливаемых помещений. Их можно монтировать как горизонтально, так и наклонно. Системы отопления на базе нагревателей серии SR II управляются полностью автоматически.

Фирмой FRACCARO (Италия) выпускаются открытые инфракрасные газовые нагреватели модели SUNRAD [2]. Они в наибольшей степени отвечают требованиям к отоплению высоких и очень высоких помещений. Теплоизлучающий блок такого нагревателя состоит из трубы подачи газа, горелки типа Вентури, изготовленной из эмалированной стали, газовой форсунки, смесительной камеры, также изготовленной из эмалированной стали, и ряда керамических пластин с отверстиями, смонтированных на стальном огнестойком каркасе, установленном на смесительной камере. Совокупность пластин образует теплоизлучающую поверхность. Количество пластин зависит от мощности нагревателя. Перед керамическими пластинами расположена решетка из хромированной стали с мелкой сеткой. Эта сетка улучшает процесс горения и препятствует поступлению вторичного воздуха. Нагреватели комплектуются отражателями из полированного ферана. При монтаже нагревателей на большой высоте используется специальный отражатель из нержавеющей стали. Он устанавливается в нижней части нагревателя таким образом, чтобы препятствовать рассеянию лучей по сторонам. После подготовки нагревателя к работе розжиг пламени производится с помощью электродов, которые служат также и для контроля наличия пламени. При включении нагревателя в работу инжекционная струя газа создает разрежение, благодаря которому происходит подсасывание воздуха, необходимого для горения. Газ с воздухом поступает в смесительную камеру и распределяется по всей поверхности теплообменника, состоящего из керамических пластин. Нагретые до высокой температуры пластины излучают тепло в обогреваемую зону отапливаемого помещения. Продукты сгорания при работе нагревателей отводятся с помощью дымоходов.

Общий вид нагревателя модели SUNRAD, выпускаемого для отопления культовых зданий, представлен на рис. 2 [2].

Нагреватели модели SUNRAD для отопления помещений культового назначения выпускаются с одно- и двухрядными теплоизлучающими блоками. В названии модели нагревателя двухрядные обозначены сокращением 1S2. Всего фирмой FRACCARO для отопления культовых зданий выпускается по три типа нагревателей модели SUNRAD: однорядных (IECH 07.1, IECH 11.1 и IECH 18.1) и двухрядных (IECH 07.1S2, IECH 11.1S2 и IECH 18.1S2). Тепловая мощность однорядных нагревателей, соответственно, равна 7, 11 и 18 кВт, а двухрядных – 7 (5,5), 11 (8,5) и 18(14). В скобках указаны более низкие мощности вторых ступеней двухрядных нагревателей. Упомянутые выше нагреватели модели SUNRAD имеют следующие размеры (рис. 2): ширина (B) – 224 мм, высота (C) – 165 мм, длина (A) –, соответственно, 818, 1001 и 1367 мм. Длина смесительной камеры и излучающей поверхности (D), соответственно, 352, 535 и 901 мм. Необходимое для отопления конкретного помещения количество нагревателей, их типы, высота и место размещения определяются проектом после проведения подробных расчетов.

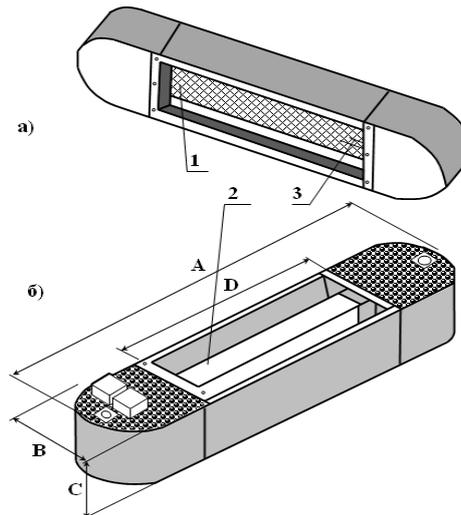


Рисунок 2 – Общий вид нагревателя модели SUNRAD для отопления культовых зданий:
 а – вид снизу; б – вид сверху; 1 – теплоизлучающая поверхность; 2 – смесительная камера; 3 – блок электродов (розжиг, ионизация, заземление)

Эти нагреватели подвешиваются с помощью специального крепежа под кровлей помещения либо с помощью кронштейнов на боковых ограждающих конструкциях отапливаемого помещения.

На рис. 3 приведена схема крепления нагревателя модели SUNRAD с наклоном к горизонтальной плоскости с помощью специальных кронштейнов на стене помещения культового назначения.

С использованием системы нагревателей модели SUNRAD можно быстро достигнуть заданной температуры для конкретного помещения (температуру комфорта). Контроль за этой температурой осуществляется с помощью шарового зонда, находящегося внутри самого помещения. Устройства контроля и управления размещаются в главном электрощите с закрываемой дверцей, располагаемом внутри здания в удобном месте. При этом управление всей системой инфракрасного отопления осуществляется с помощью персонального компьютера.

Нагреватели модели SUNRAD в ряде стран эффективно используются для отопления церквей. Например, церковь Св. Лоренца в Лючина (г. Рим, Италия) отапливается таким нагревателем [2].

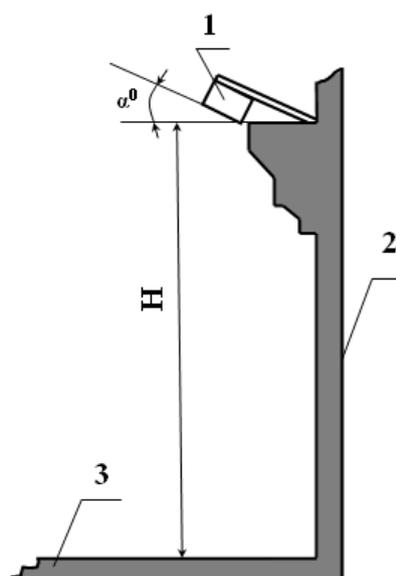


Рисунок 3 – Схема крепления нагревателя модели SUNRAD с наклоном к горизонтальной плоскости на стене помещения: 1 – нагреватель; 2 – стена; 3 – пол

Практика эксплуатации инфракрасного отопления с помощью нагревателей модели SUNRAD убедительно доказала эффективность и перспективность их дальнейшего использования для обогрева культовых зданий. Нагреватели модели SUNRAD соединяют в себе передовые технические достижения с сохранением особой специфической эстетики. Именно по этой причине различные органы по надзору за архитектурными памятниками признали такие нагреватели пригодными для использования в помещениях культового назначения.

Для отопления костелов ряд мировых фирм выпускает закрытые трубчатые инфракрасные нагреватели. Эти нагреватели имеют следующие основные элементы: блок горелки, излучающие трубы, отражатели и системы отвода продуктов сгорания. Подробное описание различных современных конструкций газовых трубчатых инфракрасных нагревателей приведено в работе [3].

Фирма ADRIAN (Словакия) для целей отопления костелов выпускает трубчатые газовые инфракрасные нагреватели ADRIAN-RAD типа А [4]. Они выпускаются в двух конструктивных исполнениях: линейные (AL) и U-образные (AA). Нагреватели марки AA в своих конструкциях имеют колена в форме буквы «U», которые соединяют две ветви излучающих труб. Фирмой выпускается 9 типоразмеров линейных трубчатых инфракрасных нагревателей AL. Номинальная тепловая мощность таких нагревателей составляет 13 кВт (AL 130, AL 131 и AL 132), 21,6 кВт (AL 220, AL 221 и AL 222) и 32,5 кВт (AL 350, AL 351 и AL 352). Кроме того, этой фирмой выпускаются 12 типоразмеров U-образных трубчатых инфракрасных нагревателей AA. Их номинальная мощность составляет 13 кВт (AA 130, AA131 и AA 132), 21,6 кВт (AA 220, AA221 и AA222), 32,5 кВт (AA 350, AA351, AA352) и 49 кВт (AA 500, AA 501 и AA 502). Нагреватели AL имеют длины, соответственно, 9800, 9800 и 11050 мм. Их вес составляет, соответственно, 62, 62 и 80 кг. Нагреватели AA имеют длины, соответственно, 5145, 5145, 5780 и 8410 мм. Их вес составляет, соответственно, 62, 62, 80 и 110 кг. Нагреватели работают как на природном, так и на сжиженном газе. Индивидуальный отвод продуктов горения во внешнюю среду осуществляется с помощью вентилятора через крышу или стену по трубам, изготовленным из алюминия или нержавеющей стали со специальными свойствами, выдерживающего температуру до 240°C. При использовании для целей отопления нескольких инфракрасных нагревателей возможен централизованный отвод продуктов горения от всех нагревателей с использованием одного вентилятора.

Монтаж инфракрасных нагревателей AL и AA производится под потолком либо на стенах обогреваемого помещения. При монтаже нагревателей на стенах их обычно закрепляют под углом до 30° к горизонтальной плоскости.

Безопасность их эксплуатации обеспечивает блок контроля, регулирования и управления горелкой. Отопление управляется полностью автоматически при помощи блока регулирования с возможностью подключения его к компьютеру.

Для целей отопления помещений больших размеров, в том числе и костелов, рядом зарубежных компаний и фирм выпускаются мультигорелочные системы на базе трубчатых инфракрасных газовых нагревателей. Более подробное описание таких систем приведено в работе [5].

Компания DETROIT RADIANT PRODUCTS (США), например, для отопления костелов рекомендует использовать выпускаемые ею мультигорелочные системы с непрерывными теплоизлучающими трубами серии HLV на базе инфракрасных нагревателей RE-VERBER-RAY. В этих системах предусмотрена совместная работа до 6 трубчатых нагревателей и одного вытяжного вентилятора. Всего компания DETROIT RADIANT PRODUCTS выпускает 16 типов мультигорелочных систем с суммарной мощностью нагревателей от 14,7 до 220 кВт. Все горелки нагревателей мультигорелочных систем серии HLV имеют двухступенчатый режим работы. Эти горелки могут работать как при полном пламени (100% номинальной мощности), так и при низком (70% номинальной мощности). Такой режим работы горелок позволяет увеличивать срок их эксплуатации, обеспечивать экономию топлива не менее 12% по сравнению с одноступенчатыми горелками, получать более комфортный тепловой режим в отапливаемом помещении за счет уменьшения числа циклов

включения/выключения отопительного оборудования на 35% и быстрого переключения малого/большого пламени. Вся работа мультигорелочных систем отопления серии HL V полностью автоматизирована.

Для локального обогрева отдельных зон костелов могут также использоваться выпускаемые компанией DETROIT RADIANT PRODUCTS трубчатые одноступенчатые нагреватели серии EDX с мощностями от 13,5 до 39,6 кВт и двухступенчатые нагреватели серии EHL с мощностями от 19,8/13,2 до 46,1/32,9 кВт.

Описанные выше открытые и закрытые инфракрасные газовые нагреватели, а также мультигорелочные системы вполне могут обеспечивать отопление практически любых культовых сооружений. Они полностью отвечают специфическим требованиям, которые предъявляются к системам отопления помещений культового назначения. С их помощью достигается требуемый комфортный микроклимат, как в целом помещении, так и в отдельных его зонах (локальный обогрев). В сравнении с используемыми традиционными системами воздушного отопления культовых сооружений инфракрасные системы имеют следующие преимущества:

- быстрое включение и выход на заданную мощность, быстрый прогрев помещений;
- обогрев нижней зоны помещения и получение в ней заданной комфортной температуры;
- равномерное распределение тепла в зоне нахождения верующих в помещениях культового назначения;
- возможность локального обогрева внутри помещения;
- отсутствие интенсивных воздушных потоков и, следовательно, циркуляции пыли в отапливаемом помещении;
- отсутствие дополнительного шума в помещении;
- возможность обеспечения работы системы отопления в двух режимах: рабочем и дежурном, при котором поддерживается только требуемая минимальная температура;
- значительная экономия энергоресурсов и снижение затрат на обслуживание системы отопления;
- полная автоматизация управления;
- не нарушается эстетическая сторона интерьеров помещений после монтажа системы инфракрасного отопления.

Все эти преимущества, безусловно, способствуют расширению области применения инфракрасных газовых систем для отопления культовых сооружений.

При проектировании систем инфракрасного отопления помещений культового назначения целесообразно тщательно подходить к выбору не только моделей и типов нагревателей, но и схемы их размещения в помещении. В частности, отопительные приборы следует располагать таким образом, чтобы всегда обеспечивалось частичное перекрытие лучами площадей облучения для достижения более равномерного нагрева всей площади пола. Например, при использовании для целей отопления инфракрасных газовых нагревателей открытой конструкции это требование обеспечивается в том случае, если точка пересечения лучей соседних нагревателей находится на высоте 1,7 – 2 м от пола. Кроме того, инфракрасные нагреватели следует размещать таким образом, чтобы между ними и людьми расстояние было больше минимально допустимого. Это необходимо для того, чтобы люди, находящиеся в зоне обогрева, не могли подвергаться значительным тепловым воздействиям, вредным для здоровья. Дело в том, что воздействие инфракрасного облучения в определенном режиме благоприятно сказывается на здоровье человека. Однако продолжительное интенсивное облучение человека инфракрасными лучами может ухудшить его самочувствие (головные боли, нарушение сна, понижение работоспособности), а также снизить его иммунобиологическую реактивность.

Интенсивность облучения в первую очередь зависит от мощности применяемых нагревателей системы инфракрасного отопления, а также от высоты и места их подвески в отапливаемом помещении. Учитывая эти обстоятельства, компании и

фирмы-производители инфракрасных нагревателей в своей сопроводительной документации обычно указывают минимально допустимые расстояния между приборами и людьми. Такие рекомендации, безусловно, следует выполнять. Фирма FRACCARO [2] для открытых инфракрасных нагревателей, предназначенных для отопления помещений культового назначения, рекомендует следующие минимальные высоты их монтажа: ИЕСН 07 – 4,6 м, ИЕСН 11 – 5,3 м и ИЕСН 18 – 6,7 м. Кроме того, минимальная высота монтажа аналогичных приборов других типов может быть определена по графикам, построенным для расчетной температуры воздуха ($T_{в\text{ расч}}$) в помещении 10°C при различных мощностях нагревателей и углах их наклона (рис. 4).

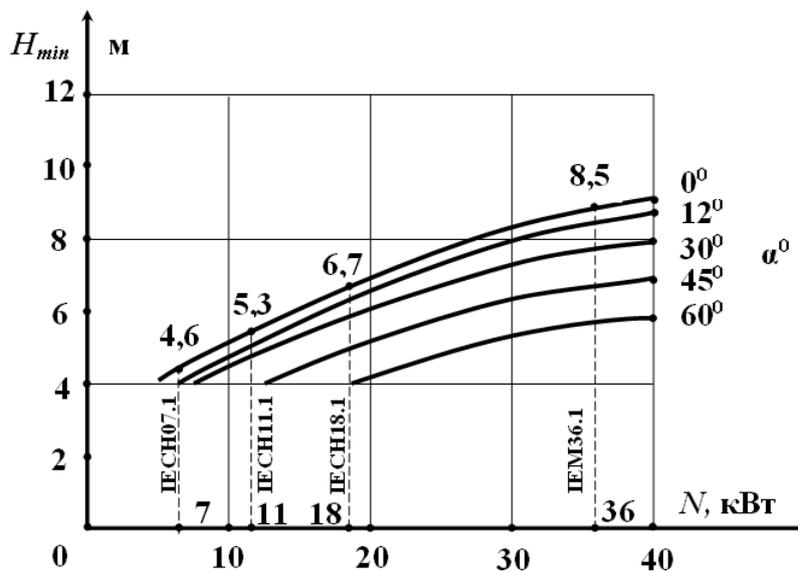


Рисунок 4 – Графики для определения минимальной высоты монтажа открытых инфракрасных нагревателей

На этом рисунке приняты следующие обозначения: H_{min} – минимальная высота подвески нагревателя, м; N – номинальная тепловая мощность нагревателя, кВт; α – угол наклона нагревателя относительно горизонтальной оси, град.

При других значениях рассчитанной температуры ($T_{возд. расч.}$) минимальная высота монтажа нагревателя определяется по формуле

$$H_{min} = H_{min}^{10^{\circ}\text{C}} \cdot F_1, \quad (1)$$

где $H_{min}^{10^{\circ}\text{C}}$ – минимальная высота монтажа, определенная по графику (рис. 4), м; F_1 – поправочный коэффициент, принимаемый из табл. 1.

Таблица 1 – Значения поправочного коэффициента F_1 при расчетных температурах воздуха ($T_{возд. расч.}$)

| $T_{возд. расч.}$, $^{\circ}\text{C}$ | 0 | 5 | 10 | 15 |
|--|-----|------|-----|-----|
| F_1 | 0,9 | 0,95 | 1,0 | 1,1 |

При использовании двухступенчатых нагревателей с регулируемой мощностью поправочный коэффициент F_1 не принимается в расчет для расчетных температур воздуха выше 10°C .

Величину интенсивности облучения в зоне нахождения людей при принятых конкретных системах инфракрасного отопления и схемах размещения нагревательных приборов в помещениях культового назначения целесообразно определять расчетным

путем. Для систем с открытыми инфракрасными нагревателями она может быть подсчитана для различных точек зоны обогрева по формуле [6]

$$q = \frac{1,8 \cdot \Delta X^2 \cdot F_1}{R^4} \left[\left(\frac{t_1 + 273}{100} \right)^4 - 92 \right], \quad (2)$$

где ΔX – продольное расстояние от головы человека до середины излучающей поверхности открытого инфракрасного нагревателя, м;

F_1 – площадь поверхности излучения открытого инфракрасного нагревателя, м²;

R – расстояние между центрами излучающей поверхности и поверхности головы человека, м;

t_1 – температура излучающей поверхности нагревателя, °С.

При использовании для целей отопления закрытых трубчатых инфракрасных нагревателей интенсивность облучения на уровне головы человека определяется интегралом [7], записанным в виде

$$q = \int_0^{s^*} \frac{1,8 \cdot S^* \cdot L \left[\left(\frac{t_1(X') + 273}{100} \right)^4 - 92 \right]}{[h^2 + \Delta Y + (\Delta X - LX')^2]^2} \cdot h(h \cdot \cos \alpha + \Delta Y \cdot \sin \alpha) \cdot dx', \quad (3)$$

где $X' = \frac{l}{L}$ – относительная текущая координата;

l – текущая координата вдоль оси нагревателя, м;

L – длина излучающей трубы нагревателя, м;

S^* – ширина отражателя, м;

h – высота подвески нагревателя, отсчитываемая от уровня головы человека, м;

α – угол наклона нагревателя, град;

ΔX – продольное расстояние от головы человека до точки подсоединения горелки к излучающей трубе нагревателя, м;

ΔY – поперечное отклонение головы человека от оси нагревателя, м.

Решение этого интеграла с использованием пакета программ численного интегрирования по методу Симпсона в системе MATLAB 7 позволило ХГТУСА разработать алгоритм и соответствующую компьютерную программу для расчета интенсивности облучения и нахождения ее максимального значения. Полученные результаты расчетов интенсивности облучения по формулам (2) и (3) сопоставляются с допустимыми значениями. Во всех случаях интенсивность облучения в зоне нахождения людей в помещениях культового назначения должна быть ниже допустимых значений.

При проектировании систем инфракрасного отопления помещений культового назначения необходимо всегда стремиться к тому, чтобы комфортная температура и интенсивность облучения ниже допустимого значения в зоне нахождения людей всегда обеспечивались при минимальных расходах газа.

Выводы и рекомендации по дальнейшему использованию результатов исследований:

1. Для наиболее полного удовлетворения специфических требований, предъявляемых к отоплению культовых сооружений, целесообразно использовать инфракрасные газовые системы. Они позволяют создавать комфортный микроклимат в зоне нахождения верующих людей в помещениях и одновременно существенно экономить энергетические и другие ресурсы на отопление.

2. Выпускаемых в настоящее время ведущими мировыми компаниями и фирмами моделей и типов инфракрасных газовых нагревателей и мультигорелочных систем вполне достаточно для того, чтобы обеспечить эффективный и надежный обогрев практически любых существующих и проектируемых новых культовых сооружений.

3. При проектировании отопления культовых сооружений с использованием инфракрасных газовых нагревателей либо мультигорелочных систем особое внимание следует уделять вопросу правильного размещения нагревательных приборов в отапливаемых помещениях. Они должны монтироваться таким образом, чтобы интенсивность облучения головы человека, находящегося в нижней части помещения, была всегда ниже допустимых значений, а температура воздуха в этой зоне комфортной.

Литература

1. *Инфракрасные газовые излучатели. Руководство по монтажу и эксплуатации.* – Ужгород: ООО «Ленко-Украина», 2004. – 31 с.
2. *Инфракрасные излучатели «светлого типа» SUNRAD.* – [Электронный ресурс]. – Италия: FRACCARO. – Режим доступа: www.fraccaro.it, 2007. – 24 с.
3. *Болотских, Н.Н. Современные конструкции газовых трубчатых нагревателей для инфракрасного отопления помещений больших размеров / Н.Н. Болотских // Науковий вісник будівництва.* – Х.: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2010. – Вип. 61. – С. 291 – 300.
4. *Темный газовый обогреватель инфракрасного излучения.* – [Электронный ресурс]. – Техническое описание. Словакия, ADRIAN. – Режим доступа: www.adrian.sk, 2006. – 29 с.
5. *Болотских, Н.Н. Мультигорелочные системы газового инфракрасного отопления с непрерывными теплоизлучающими трубами / Н.Н. Болотских // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит.* – 2010. – № 11. – С. 14 – 21.
6. *Шумилов, Р.Н. Совершенствование методики расчета инфракрасного отопления / Р.Н. Шумилов, Ю.И. Толстова, А.А. Помер // Материалы Международной научно-технической конференции «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции».* – М.: Изд-во МГСУ, 2005. – С. 107 – 112.
7. *Болотских, Н.Н. Совершенствование методики расчета систем отопления газовыми трубчатыми инфракрасными нагревателями / Н.Н. Болотских // Науковий вісник будівництва.* – Х.: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2009. – Вип. 54. – С. 76 – 91.

Надійшла до редакції 12.12. 2011

© Н.Н. Болотских

М.М. Болотських, к.т.н., доцент

Харківський державний технічний університет будівництва та архітектури

ІНФРАЧЕРВОНЕ ОПАЛЕННЯ КУЛЬТОВИХ СПОРУД

Описано сучасні інфрачервоні системи опалення культових споруд, дано рекомендації з їх подальшого використання.

Ключові слова: інфрачервоне опалення, нагрівач, інтенсивність опромінення.

N. Bolotski, PhD

Kharkov State Engineering building University

INFRA-RED HEATING SYSTEMS OF THE RELIGIOUS WORSHIP

The contemporary gas infra-red heating systems of religious worship are described. The recommendations of their use are given.

Key words: infra-red heating, radiators, exposure intensity.