

ИНФРАИЗЛУЧАТЕЛИ. ТРИ «Э» В ОТОПЛЕНИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Автор: Владимир Молька, инженер, коммерческий директор фирмы Adrian, Словакия, лауреат Всеукраинского конкурса «Энергоэффективность 2005»

1. О зональном и локальном отоплении

Информация о лучистом отоплении была бы неполной, если бы мы в достаточной мере не объяснили возможности этого вида отопления, связанные с обустройством отопления по зонам или даже по отдельным рабочим местам.

Рассказывая о чудо-формуле, которая имеет вид:

$$T_{эф} = t_{в} + I_{л} \cdot 0,0716,$$

мы должны осознавать, какие возможности для экономии энергии и средств скрыты в простом физическом принципе, описываемом данной формулой.

Из формулы следует, что, изменяя интенсивность облучения площадей, мы можем получать различные температуры теплоощущения в разных частях здания.

Естественно, что воздух в устоявшемся состоянии имеет практически одинаковую температуру в рабочей зоне всего здания, но участки с большей интенсивностью облучения будут иметь температуру теплоощущения выше. Это позволяет создавать зоны и локальные места с температурой выше, чем в остальных частях помещения.

2. Второе «Э» (Экономия = экономика)

Проанализируем все составляющие экономичности лучистой системы отопления.

■ Первая составляющая экономии — использование децентрализованного принципа отопления.

Отказ от централизованного конвективного отопления экономит финансы потому, что нет затрат на:

- подготовку воды и ее транспортировку;
- изготовление и обслуживание теплотрасс;
- ремонты теплосетей;
- заработную плату обслуживающего персонала;
- потери тепла и теплоносителя при транспортировке;
- потери тепла из-за низкого КПД теплопередающих устройств (регистры, тепловоздушные агрегаты, батареи);
- на амортизацию здания котельной;
- оплату прибыли поставщика тепла и т.д.

■ Вторая составляющая экономии — экономия за счёт различия в физических принципах отопления:

- ❑ обогреваются предметы и человек, а не воздух;
- ❑ более равномерным способом распределена температура по всей высоте отапливаемого объекта.
- Третья составляющая экономии — возможность применения зонального и локального отопления.
- Четвертая составляющая экономии — безинерционность лучистой системы отопления.
- ❑ достижение необходимой температуры после утреннего запуска настаёт довольно быстро — примерно за 10-30 минут. По истечении этого времени на рабочем месте устанавливается глобальный температурный комфорт.
- Пятая составляющая экономии — возможность управлять отоплением с учётом изменения внешней температуры, что очень важно в переходные времена года осень — зима, зима — весна. При наличии специальных СУ, учитывающих особенности отопления, именно в эти периоды лучистое отопление позволяет экономить до 60-80% энергии по сравнению с централизованным конвективным способом отопления.

3. Преимущества лучистого отопления

Возможно не удастся избежать некоторых повторений уже сказанного, но когда идёт разговор о преимуществах лучистого способа отопления, эти повторения не должны испортить строгость подачи материала. Итак, подведем итог под некоторыми известными фактами и приведем новые.

Поскольку рабочая (обитаемая) зона производственных зданий составляет примерно 20% их общего объема, именно здесь целесообразно поддерживать комфортные условия. Нагрев остальных 80% воздуха в помещении до температуры комфорта следует отнести к прямым потерям. Поэтому преимуществом лучистого отопления является:

- ❑ более низкая по сравнению с конвективным отоплением температура воздуха вне обитаемой зоны (малый градиент температур, $t = 0,1-0,3$ °С/м по сравнению с конвективным отоплением у которого \approx равняющийся градиент температуры внутри здания может составлять 0,7-1,5 °С/м).

Рассматривая режим работы предприятий в течение суток и дней недели, при условии двухсменной работы, в течение отопительного сезона, который в Восточноевропейских странах продолжается примерно 4560 часов, мы обнаружим, что рабочее время составляет около 2100 часов (46%).

- ❑ Лучистое отопление позволяет нам обеспечить экономию, связанную с потреблением энергии только в рабочее время. Суточное колебание наружной температуры в Восточноевропейских странах часто достигает 12-15 °С. При таких колебаниях значительно повышается роль управляемости самой системы отопления, а также важность использования правильно сконструированной и хорошо программируемой системы управления. Ведь, работа службы главного энергетика по переводу (как правило вручную) системы конвективного отопления в дежурный режим сложна, малоэффективна и небезопасна, т.к. невозможно обеспечить точное соблюдение режима работы в зависимости от изменившихся внешних и внутренних условий, а при резком понижении температур, например, можно заморозить систему.

Лучистая система позволяет:

- отапливать с учетом изменения внешней температуры;
- избежать размораживания системы.

Можно указать на другие преимущества:

- на рабочих местах обеспечивается тепловой комфорт потому, что температура воздуха на полу на 2-3 °С выше, чем на высоте 1,7 м над полом;
- в случае лучистого отопления нет движения масс воздуха и пыли;
- лучистое отопление значительно более щадящее по отношению к жизненной среде как тем, что экономит топливо, так и тем, что газ является самым экологическим топливом;
- исключены потребление, подготовка и потери воды;
- опыт показывает сокращение расходов на ремонт и обслуживание в размере 95%;
- не существует косвенных затрат на отопление, связанных с транспортировкой пепла, других твёрдых продуктов сгорания, затрат на свалку и штрафов за загрязнение окружающей среды;
- лучистая система, по сравнению с тепловоздушной, создаёт минимальный шум, а в некоторых случаях практически его не имеет;
- управление лучистым отоплением с помощью специализированной микропроцессорной СУ исключает вмешательство персонала;
- нет жалоб на тепловой дискомфорт, сквозняки, пыль;
- размещение излучателей в верхних частях помещения позволяет им не занимать активную площадь производственного помещения;
- монтаж и ремонт излучателей не нарушают рабочий цикл в цеху;
- газопровод не требует дорогой теплоизоляции в отличие от систем подачи воды или пара;
- при применении лучистых систем отопления в сравнении с центральным конвективным отоплением уменьшаются:
 - капитальные затраты в _ 1,5-2 раза;
 - металлоёмкость в 4- 5 раз (например, подводка газа к _ излучателям требует одной трубы, а не двух как при пароводяном конвективном отоплении и т.д.);
 - эксплуатационные расходы в 3-5 раз; _
 - при зональном _ обогреве капитальные вложения уменьшаются по сравнению с централизованным отоплением в 3,5 раза.

Для того, чтобы расставить все точки над «і», привожу таблицы (табл. 1 и 2), показывающие затраты на выработку энергии при использовании центральной котельной, автономной котельной и лучистой системы отопления.

Показатели затрат для разных систем отопления

Таблица 1

Показатели	Централизованная котельная	Автономная котельная	Инфракрасное отопление
Затраты на 1 Гкал, дол. США:			
единовременные затраты	80 000 – котельная 8 000 – теплотрасса	100 000	70 000
эксплуатационные расходы	5 000 – теплотрасса 9 000 – котельная	10 000	10 000
средние затраты в расчете на год, исходя из срока службы оборудования	18 000	15 000	12 800
КПД – теплового транзита:			
- теплотрассы	0,8	-	-
- установки	0,9	0,9	-
- суммарный	0,72	0,9	-
Затраты на 1 Гкал с учетом КПД (средние в расходе на год, исходя из срока службы оборудования), дол. США *	26 100	16 700	12 800
Коэффициент гибкости использования оборудования	1	1,5	>3
Срок окупаемости оборудования по фактическим проектам, лет	4-5	3-4	1,5-2
Срок службы, лет	20 – котельная 10 – теплотрасса	20	25
* Информация за 2005 год.			

Удельные затраты на обогрев 100 м³ объема здания высотой 8 м

Таблица 2

Удельные показатели	ИК- отопление	Центральное отопление
Ср. часовой расход тепла ккал.	338	1337
Макс. часовой расход тепла, ккал.	731	2872
Средний расход газа, м ³ /ч	0,042	0,168

Примечание. Данный материал публиковался в Интернете со ссылкой на проведенные экспериментальные измерения.

4. Недостатки лучистого отопления

Лучистая отопительная система не может быть использована в таких помещениях, где есть опасность возникновения взрыва или пожара (категории «А» и «Б», а применение в категории «В» требует согласования в соответствующих органах).

Ответ на вопрос о других недостатках отопления невозможно сформулировать однозначно. Более правильно формулировать вопрос как соответствие (любое) отопительной системы конкретному объекту с заданными параметрами.

Поскольку именно неправильный выбор и неправильное проектирование отопительной системы в большинстве случаев позже воспринимается как недостаток лучистой системы, мы будем данной теме уделять пристальное внимание с точки зрения теплотехнических расчетов, правильности применения тех или иных излучателей, систем управления (СУ) и с точки зрения ожидаемых результатов от внедрения лучистой системы отопления.

5. Характеристика лучистых газовых отопительных приборов

5.1. Светлые газовые инфракрасные излучатели (ГИИ)

Светлые (излучение видимо) излучатели представляют собой разновидность инжекционных = 1,05-1,4, горелок, рассчитанных на работу с коэффициентом избытка воздуха что обеспечивает стандартную полноту сгорания газа. При нормальной эксплуатации горелок в продуктах сгорания обнаруживаются только углекислый газ CO₂, следы угарного газа CO и небольшие концентрации окислов азота NO_x. Газ, выходя с большой скоростью из сопла, инжектирует необходимое для сгорания количество воздуха и вместе с воздухом, поступает в смесительную камеру. При этом происходит интенсивное перемешивание воздуха с газом. Из распределительной камеры, полностью подготовленная для сгорания смесь через отверстия керамических излучающих пластин выходит на поверхность последних, где сгорает в тонком (примерно 1-1,5 мм) слое. Значительная часть теплоты при горении передается керамическим плиткам (излучателю), поверхность которых через 40-60 с нагревается до температуры +850-1200 °C (+1123-1473 K).

Поверхность излучающих пластин становится мощным источником теплового (инфракрасного) излучения. Отражатели направляют значительную часть лучевой энергии в рабочую зону. В зависимости от конструкции и качества горелки, конструкции керамических плиток, а также их температуры лучистый КПД составляет 40-65% от тепловой мощности излучателя.

5.2. Газовые темные (трубчатые) инфракрасные излучатели (ИТГО)

5.2.1. Конструкция темного излучателя

Обычно темные (излучение не видимо) излучатели состоят из атмосферной горелки, построенной на принципе Вентури, излучающих труб, отражателей, вентилятора и системы обеспечения подачи и сгорания газового топлива. Разрежение, создаваемое вентилятором в трубах, приводит к тому, что под влиянием атмосферного давления через калиброванное отверстие шкафа горелки в трубы поступает воздух. Горелки обычно сконструированы так, чтобы обеспечить максимально возможное смешивание газа и воздуха.

Некоторые изготовители в своих горелках применяют приспособления для рекуперативного подогрева воздуха отработанными газами. Запал смеси выполняется электродом, который обычно в процессе сгорания газа осуществляет также мониторинг наличия пламени. Горелки снабжены электроникой контроля пламени. Имеются устройства, которые используют электронику, способную определять состояние работоспособности обогревателя.

К вентилятору и к трубам излучателей предъявляются повышенные требования с точки зрения надежности и термостойкости, поскольку и трубы и вентилятор соприкасаются с высокотемпературной и агрессивной средой. При этом необходимо обеспечить высокий лучистый КПД обогревателей. Сама по себе высокая излучающая способность устройства не гарантирует высокий КПД излучателя. Много зависит от отражателей, поскольку они направляют значительную часть лучевой энергии в рабочую зону.

Отражатель в темном ИК-обогревателе — это без преувеличения, главная часть изделия. Важны не только материал, но и геометрия отражателя, которая обеспечит правильное направление лучей в рабочую зону.

5.3. Супертемные излучатели

Супертемные (компактные) излучатели были разработаны как реакция инженерной мысли на изменившееся качество строительных материалов и изменившийся характер зданий.

От стандартных темных излучателей они отличаются рядом параметров:

- а) мощность горелки может достигать нескольких сот кВт;
- б) супертемные излучатели оснащены трубами большего диаметра;
- в) супертемные излучатели всегда оснащены изолированными отражателями;
- г) благодаря принудительной циркуляции дымовых газов была получена почти равномерная температура на всей длине излучателя;
- д) часть дымовых газов выводится из системы (выводимое количество дымовых газов оптимизировано в зависимости от режима работы горелки);
- е) длина излучающих труб составляет от десятков до сотен метров;
- ж) мощность может регулироваться в границах 10-100% (правда, у большинства моделей имеется лишь 2-ступенчатая регулировка);
- з) супертемные излучатели можно устанавливать на высоте 4 м.

Сравнительные технические характеристики разных типов лучистых обогревателей приведены в табл. 3 и 4.

Сравнительная таблица газовых лучистых обогревателей

Таблица 3

Параметр	Светлые	Темные	Супертемные
Поверхностная температура излучающего тела	+800-1200 °С	Средняя (+350 °С)	Эффективная (+150-200 °С)
Добавка лучистой температуры	-7-10 °С	- 4-5 °С	- 2 °С
Мощность излучения с 1 м ²	100-140 кВт/м ²	6-8 кВт/м ²	1-2 кВт/м ²
КПД лучистой составляющей	45-65%	45-65%	25-45%
Длина волны*	1,55-2,55 мкм	3,6-8,1 мкм	6-14 мкм
Необходимость вентиляции помещения	Да (нет отвода отработанных газов)	Нет (есть вывод отработанных газов)	Нет (есть вывод отработанных газов)
Использование для отопления рабочих помещений	Ограничено	Не ограничено для типичных объектов	Для объектов с хорошими теплотехническими свойствами
*Имеются в виду длины волн, на которых передается основное количество энергии.			

Сравнительная таблица газовых лучистых обогревателей

Таблица 4

	Лучистое тепло используемое в рабочей зоне	Потери с дымовыми газами	Конвекция	Абсорбция
Светлые	65%	30%		3-6%
Темные	60%	10-15%	20%	3-6%
супертемные	25-45%	5-10%	45-70%	

Как результат сравнения разных излучателей можно констатировать, что каждый тип помещения требует своего способа отопления (своего типа излучателя).

Любое шаблонное решение несет с собой угрозу получения результатов, отличающихся от ожидаемых, отсутствия теплового комфорта, нарушение гигиенических требований и, как следствие, дискредитации самой идеи лучистого отопления и, тем самым, отказа от лучистого отопления как такового. Не всегда возможно применение разных отопительных устройств на одном и том же объекте. Конструкция и параметры излучателей определяют области их применения!

Примеры, когда непрофессиональное дилетантское отношение фирм-поставщиков ко всему комплексу работ, связанных с лучистым отоплением (расчет, выбор типа оборудования, проектирование, монтаж, наладка систем отопления), приводило к дискредитации данного вида отопления, известны и специалистам, и потребителям.

Для того, чтобы впоследствии не жалеть о принятых решениях, не переделывать уже сделанное доверьтесь проверенным специалистам.

Чтобы тем, кто принимает решение о эксплуатации в своих цехах ГЛЮ облегчить процесс принятия решения и выбора оборудования и партнеров по обустройству системы лучистого отопления в одном из следующих номеров журнала я предложу сжатый материал с названием «Памятка руководителю приобретающему ГЛЮ».