



# АВТОМАТИКА И СИСТЕМЫ СВЯЗИ

## **ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ЛУЧИСТОГО ОТОПЛЕНИЯ – ЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ОБОГРЕВА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ**

Газовые инфракрасные обогреватели



Системы управления и контроля



600022, г.Владимир ул. Ново-Ямская, 79В  
Тел/факс: (4922) 47-07-07  
E-mail: [aiiss2003@list.ru](mailto:aiiss2003@list.ru) [www.aiiss33.ru](http://www.aiiss33.ru)

## **СОДЕРЖАНИЕ.**

1. Введение.
2. Исходные данные.
3. Расчет конвективной системы отопления. Спецификация и стоимость оборудования.
4. Расчет лучистой и воздушной систем отопления на примере оборудования ADRIAN (Словакия).
5. Сравнительный анализ затрат на конвективное и лучистое отопление.
6. Выводы.

### ***1. Введение.***

В связи с постоянным ростом стоимости энергоносителей, в нашей стране вопрос экономии расходов на энергоресурсы является очень актуальным. Особенно это важно для крупных промышленных зданий и производственных помещений. Нагрев большого объема воздуха в цехах классическим способом (конвективное отопление) является не только неэкономичным, но и достаточно медленным. Решением данной проблемы служит применение альтернативных способов отопления: лучистое и воздушное.

- Существует возможность зонального обогрева.
- Отсутствие трубной разводки для жидкостного контура
- Возможность снижения температуры в помещениях в нерабочее время.
- Нет необходимости в присутствии оператора, система работает в автоматическом режиме по заданной программе на день, неделю и т.д., имеет короткое время нагрева отапливаемой зоны.

Данные системы особенно эффективны для зданий и сооружений с высотой потолков более 4 м. В этих случаях, при отоплении обычным способом нагретый воздух поднимается кверху, что способствует большим потерям тепла через крышную конструкцию. Инфракрасные обогреватели не создают движения воздуха, сквозняков и шума, отсутствует скопление теплого воздуха под потолком, создаются более комфортные условия для пребывания человека в рабочей зоне.

### ***2. Исходные данные.***

В качестве примера нами рассматривается производственно-складской комплекс в г. Владимире. Размеры помещения 12м\*60м. Высота помещений в коньке крыши – 6,95 м. Помещение разделено на 2 зоны: мастерские и склад (см. лист 2.).

Материал стен – кирпич, толщина 340 мм.

Пол – бетон.

Окна – деревянные 1800\*3000мм.

Ворота – металлические, 6000\*4000 мм.

Режим работы – односменный.

Необходимая температура в складской зоне: 12С.

Необходимая температура в рабочей зоне: 16С.

### **3. Расчет конвективной системы отопления. Спецификация и стоимость оборудования. Пояснительная записка.**

Настоящий расчет выполнен для определения годового расхода тепла и топлива, требуемого для теплоснабжения производственного зданий.

Годовое количество потребляемого тепла определено на основании максимальных часовых нагрузок, рассчитанных по методике, разработанной Академией коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова.

В соответствии с расчетом часовая нагрузка на отопление составляет **0,066 Гкал/час**

Для обеспечения потребности в тепловой энергии в количестве 0,066 Гкал/ч на нужды отопления предусматривается к установке блочно-модульная котельная ТКМ-0,126 с двумя котлами СарЗЭМ-63 тепловой мощностью 63 кВт каждый.

В качестве отопительных приборов использованы регистры из 3-х гладких труб  $\varnothing 159$ . система отопления двухтрубная.

Для производственного помещения предусматривается снижение температуры внутреннего воздуха до  $+5^{\circ}\text{C}$  в нерабочее время, выходные и праздничные дни.

#### **Характеристика отапливаемого объекта.**

1. Производственное помещение:

Часовая нагрузка на отопление:  $Q_o=43237,7$  ккал/ч

Количество отопительных приборов – 8 шт.

Внутренняя температура помещений:  $t_{вн}=+16^{\circ}\text{C}$

2. Складское помещение:

Часовая нагрузка на отопление:  $Q_o=43237,7$  ккал/ч

Количество отопительных приборов – 4 шт.

Внутренняя температура помещений:  $t_{вн}=+12^{\circ}\text{C}$



### Потребители тепла

№ п/п	Потребители тепла	Максимальные тепловые нагрузки, ккал/ч			Технология	Итого
		Отопление	Вентиляция	Горячее водоснабжение		
1	2	3	4	5	6	7
1	Административное здание стр. № 1	43237,7	-	-	-	43237,7
2	Административное здание стр. № 3	22875,1	-	-	-	22875,1
	<b>Итого:</b>	<b>66112,7</b>	-	-	-	<b>66112,7</b>

### Потребность в тепле на производственные нужды

№ п/п	Потребитель тепла	Наименование продукции	Годовое количество продукции	Удельный расход тепла на единицу продукции (Гкал/ч)	Годовое потребление (тыс. Гкал)
	нет				

### Технологические топливопотребляющие установки.

а) мощность предприятия по выпуску основных видов продукции

Вид продукции	Годовой выпуск (указать ед. измерения)		Удельный расход топлива кг у.т. (единица продукции)	
	существующий	проектируемый	фактический	расчетный
нет				

б) состав и характеристика технологического оборудования, вид и годовой расход топлива

Тип технологического оборудования	Кол-во	Мощность (единичн.)	Используемое топливо		Запрашиваемое топливо	
			вид	годовой расход (отч) тыс. тут	вид	годовой расход (отч), с какого года, тыс. тут
нет						

### Использование топливных и тепловых вторичных ресурсов

Топливные вторичные ресурсы				Тепловые вторичные ресурсы			
Вид, источник	Выход, тыс. т у.т. в год	Кол-во используемого тепла, (тыс. т у.т.)		Вид, источник	Выход, тыс. т у.т. в год	Кол-во используемого тепла, (тыс. т у.т.)	
		существующие	проектируемые			существующие	проектируемые
нет							

Часовые и годовые расходы на отопление рассчитаны в соответствии с:

- СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»;
- СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети»;
- СНиП II-35-76 «Котельные установки»;
- СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»;
- «Методическими указаниями по определению расходов топлива, электроэнергии и воды на выработку отопительными котельными коммунальных теплоэнергетических предприятий» изд. 4 Москва 2002 г. методика разработана ГУП Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова.

### Годовой расход тепла на отопление

$$Q_{от}^{год} = Q_{от}^{час} \cdot \frac{t_{вн} - t_{ср.от.}}{t_{вн} - t_{р.от.}} \cdot n_0, \text{ ккал/год}$$

где:  $Q_{от}^{час}$  – часовой расход тепла на отопление, Гкал/час;  
 $t_{вн}$  – внутренняя температура помещения, °С;  
 $t_{ср.от.} = -3,5^\circ \text{C}$  – средняя температура наружного воздуха за отопительный период;  
 $n_0$  – продолжительность отопительного сезона  $213 \cdot 24 = 5112$  часов.

Производственное помещение:

$$Q_{от}^{год} = 43237,7 \cdot \frac{16 + 3,5}{16 + 28} \cdot 213 \cdot 24 \cdot 10^{-6} = 98,0 \text{ Гкал/год}$$

Складское помещение:

$$Q_{от}^{год} = 22875,1 \cdot \frac{12 + 3,5}{12 + 28} \cdot 213 \cdot 24 \cdot 10^{-6} = 45,3 \text{ Гкал/год}$$

Общий годовой расход тепла:  $Q_{от}^{год} = 98,0 + 45,3 = 143,3 \text{ Гкал/год}$

### Часовой расход топлива

$$V_{час} = \frac{Q_{общ}^{час}}{\eta_{кот} \cdot Q_n^p}, \text{ м}^3/\text{час}, \text{ где}$$

где:  $Q_{общ}^{час}$  – общий часовой расход тепла  
 $\eta_{кот}$  – коэффициент полезного действия котла  
 $Q_n^p$  – низшая теплота сгорания топлива на рабочую массу (для условного топлива  $Q_n^p = 7000$  ккал/кг; для газа  $Q_n^p = 8000$  ккал/м<sup>3</sup>)

$$Q_{час} = \frac{66112,7}{0,88 \cdot 8000} = 9,39, \text{ м}^3/\text{час}$$

### Годовой расход топлива

$$V_{год} = \frac{Q_{общ}^{год}}{\eta_{кот} \cdot Q_n^p} \text{ м}^3/\text{год}$$

где:  $Q_{общ}^{год}$  – общий годовой расход тепла

Расход природного газа:

$$V_{год} = \frac{143,3 \cdot 10^6}{0,88 \cdot 8000} = 20,4 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$$

Расход условного топлива:

$$V_{год} = \frac{143,3 \cdot 10^6}{0,88 \cdot 7000} = 23,3 \text{ т у.т./год}$$

### Удельный расход условного топлива

$$b_{уд} = \frac{B_{усл}}{Q^{год}} \text{ т у.т./Гкал}$$

$$b_{уд} = \frac{23,3}{143,3} = 0,162 \text{ т у.т./Гкал}$$

**Комплект поставки оборудования ТКМ-0,16**

	Наименование	Ед. измер.	Количество
1.	Котёл водогрейный СарЗЭМ-80 с автоматикой САБК-М	шт.	2
2.	Насос «WILO» IL 32/140-1,5/2 (Германия)	шт.	2
3.	Насос подпиточный «WILO» МНІ 203 3 (Германия)	шт.	1
4.	Блок управления насосами Wilo-SK-712 (Германия)	шт.	1
5.	Бокс-модуль ТКМ-0,2	шт.	1
6.	Автоматический сигнализатор загазованности САКЗ-МК-3 Ду40 НД с сигнализатором СО и СН <sub>4</sub> и диспетчерским пультом с кабелем 1000 м	шт.	1
7.	Счётчик газа ВК-G16Г с корректором ТС-210	шт.	1
8.	Комплект диспетчерских пультов ДП-002Д и ДП-002Ц	шт.	1
9.	Клапан термозапорный КТЗ-40 на газопровод	шт.	1
10.	Клапан электромагнитный ПЗ.26266-025 ТУ 26 - 07- 074 -2002	шт.	1
11.	Комплекс автоматич. дозирования реагента «Комплексон-6» (0,5 м <sup>3</sup> /ч)	шт.	1
12.	Устройство защитного отключения ОБЕН УЗОТЭ-27	шт.	2
13.	Бак расширительный 140N "REFLEX"	шт.	1
14.	Регистр отопления Ду 89, L=3 м.	шт.	2
15.	Труба дымовая Ду 325мм; Н=9 м. с теплоизоляцией	шт.	1
16.	Газоходы котельной	комплект	комплект
17.	Приборы КИПиА	комплект	комплект
18.	Электрооборудование котельной	комплект	комплект
19.	Запорная и регулирующая арматура	комплект	комплект
20.	Пожарно-охранная сигнализация	комплект	комплект

Примечание: 1. Нет поузловых счётчиков учёта газа.  
 2. Нет узла учёта расхода холодной воды  
 3. Нет узла учёта расхода горячей воды.

Стоимость руб., с НДС: 1 144 960.

#### 4. Расчет лучистой и воздушной систем отопления.

Подбор оборудования для лучистой и воздушной систем отопления производится с помощью расчетной программы, разработанной специалистами ADRIAN a.s. . Для расчета нам требуется те же данные, что и для стандартного:

- Наружная расчетная температура:  $-28^{\circ}\text{C}$  (для Владимирской обл.)
- Дневная средняя температура:  $-3,5^{\circ}\text{C}$ .
- Продолжительность отопительного сезона: 213 дней.
- Необходимая рабочая температура:  $16^{\circ}\text{C}$  для производственного помещения,  $12^{\circ}\text{C}$  для склада.

Кроме этого, для расчета эффективности применения системы заполняем поля экономических показателей: стоимость электроэнергии, цену природного газа.

Расчет количества необходимых отопительных приборов ведется для каждого помещения по отдельности, с учетом общей стены. Указываем размеры ограждающих конструкций, их теплофизические свойства, количество и размеры окон и ворот. После этого мы получаем результаты следующего вида:

Объект: Помещение мастерских		Количество:	
$t^{\circ}\text{C}$ воздуха в рабочей зоне	12,31 $^{\circ}\text{C}$	<input type="radio"/> 30 kW	
Температура стен под облучением	8,82 $^{\circ}\text{C}$	<input type="radio"/> 35 kW	
Средняя температура воздуха в интерьере	0,81 $^{\circ}\text{C}$	<input type="radio"/> 22 kW	<u>10</u>
Поверхностная $t^{\circ}\text{C}$ пола	19,69 $^{\circ}\text{C}$	<input checked="" type="radio"/> 13 kW	
Delta T	<input type="text" value="3,69"/> 7,38 $^{\circ}\text{C}$		
Сечение отверстий для воздухообмена	0,37 $\text{m}^2$	Max. 200W.m <sup>-2</sup> !!!	
Плотность потока излучения	142 $\text{W.m}^{-2}$		
Приведенная мощность ИКО	128 kW		
Годовой расход тепла	589 GJ	площадь/шт.	
Годовой расход газа	<input type="text" value="Прир. газ"/> 19,6 Тыс.м3	58	$\text{m}^2$
Годовой платеж за газ	<input type="text" value="3,9"/> / 76675 RUR		
Облучение отапливаемой площади:	52,83 %	<input checked="" type="checkbox"/>	Размещение на стене
Мощность догрева воздухонагревателями	0 kW	<input checked="" type="checkbox"/>	Боковой отражатель
Кол-во	<input type="text"/> kW	0 штук	<input checked="" type="checkbox"/> Изоляция отражателя
Длина дымохода до стены	<input type="text"/> m		<input checked="" type="checkbox"/> Теплопоступления от дымовых газов
*выбрать 8м в случае использования без дымохода			
Время работы обогревателей за день:	3,20	час	
Среднее время работы за ночь:	4,20	час	
Среднее время работы за выходные:	6,30	час	

В верхней части таблицы отделены поля с расчетными величинами, количеством единиц оборудования, а в нижней части находятся элементы управления, позволяющие приблизить реальные свойства предлагаемой системы. Принятие в расчет некоторых выбираемых параметров влияет на устанавливаемую мощность. Например, подвеска под углом с боковым отражателем, использование изолированного отражателя, теплопоступления от дымовых газов.

При расчете лучистой системы отопления необходимо соблюдение такого важного параметра, как плотность потока излучения. Эта величина не должна превышать 200 Вт/м<sup>2</sup>. В нашем случае при расчете производственной зоны и подборе обогревателей данная величина составила 202 Вт/ м<sup>2</sup>. Поэтому на догрев необходимой мощности для соответствия санитарно-гигиеническим нормам и требованиям целесообразно применение воздушного обогревателя, то есть совмещение 2-х вариантов обогрева. Мы применяем газовый воздухонагреватель АХ 20 с тепловой мощностью 19,5 кВт.



Для дополнительной экономии тепла применяем дестратификаторы - подпотолочные вентиляторы. Применение дестратификаторов обеспечивает перемещение вниз масс нагретого воздуха. Степень смешивания повышается, и таким образом, достигается необходимая однородная температура воздуха в рабочей зоне без повторного нагрева.

Итак, преимуществами и особенностями применения дестратификаторов являются:

- установка под потолком помещения;
- удержание теплого воздуха в рабочей зоне;
- возврат поднимающегося теплого воздуха обратно в рабочую зону;
- экономия энергии утилизацией тепла;
- улучшение комфорта перемешиванием воздуха;
- эффект от применения достигает 10-20% экономии энергии.

Как мы видим (см. след. стр. ), экономическая целесообразность применения дестратификаторов Hercules 3010 составляет 20% в рассматриваемом случае. Годовой расход газа с 19660 м<sup>3</sup>/год снижается до 16450 м<sup>3</sup>/год. Окупаемость составляет 3 года.

## 6. Выводы.

Полученные расчетные данные по 2 видам отопления занесем в таблицу.

Год	Затраты на оборудование и обслуживание системы конвективного отопления, руб.(с учетом платежей за газ)	Затраты на оборудование и обслуживание системы лучистого отопления, руб. (с учетом платежей за газ )	Годовая экономия от внедрения лучистого отопления, руб.	Возвратность инвестиций, лет
2009	$1144960+90870=1235830$	$668000+50000 =718000$	517830	0,5
2010	$50000+90870=140780$	$50000+76675=126675$	14105	
2011	$50000+90870=140780$	$50000+76675=126675$	14105	
2012	$50000+90870=140780$	$50000+76675=126675$	14105	

Таким образом, затраты окупятся в 2009 году. Начиная с 2010 года применение лучистой системы отопления начнет приносить экономию. Необходимо учесть, что с увеличением объема рассчитываемого помещения эффективность от применения повышается в геометрической прогрессии.