**Министерство Путей Сообщения Российской Федерации**

**Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ)**

**Кафедра: «Теплоэнергетика железнодорожного транспорта»**

Курсовой проект по дисциплине: теплогазоснабжение, отопление и вентиляция

**«Расчет системы отопления и вентиляции промышленного здания»**

Выполнила: Иванов М.Б.  
 гр. СГС-312  
Проверил: Третьяков Г.А.

Принял: Третьяков Г.А.

Москва, 2008

Содержание.

1. Введение……………………………………………………………………………...3

[1. Исходные данные 3](#_Toc153730568)

[2. Определение основных тепловых потерь 4](#_Toc153730569)

[2.1. Определение требуемых тепловых сопротивлений для наружных стен. 4](#_Toc153730570)

[2.2. Определение требуемых тепловых сопротивлений для бесчердачного покрытия. 5](#_Toc153730571)

[2.3. Определение тепловых потерь оконных проемов. 6](#_Toc153730572)

[2.4. Определение тепловых потерь ворот. 7](#_Toc153730573)

[2.5. Определение тепловых потерь пола. 8](#_Toc153730574)

[2.6. Ведомость тепловых потерь. 9](#_Toc153730575)

[2.7. Тепловые потери на инфильтрацию. 10](#_Toc153730576)

[2.8. Тепловые потери на нагрев материалов. 11](#_Toc153730577)

[3. Теплопоступления 12](#_Toc153730578)

[3.1. Расчет тепла, поступающего за счет лучистой энергии солнца. 12](#_Toc153730579)

[3.2. Расчет тепла, поступающего от внутренних источников. 13](#_Toc153730580)

[4. Уравнение теплового баланса 14](#_Toc153730581)

[5. Выбор типа и количества отопительных приборов. 15](#_Toc153730582)

[6. Гидравлический расчет 16](#_Toc153730583)

7. Вентиляция……………………………………………………………………………………18

Список использованной литературы………………………………………………………. 19

# 1. Исходные данные

В курсовом проекте ведется проектирование системы отопления и вентиляции промышленного здания.

Здание – одноэтажный ремонтный цех.

Размеры здания:

L = 105 м

B = 24 м

H = 8 м

Стены выполнены из кирпичной кладки, боковые стены имеют двойное остекление. Крыша – бесчердачное покрытие из железобетонных плит с цементной стяжкой со слоем изоляции и гидрозащитой.

На фасадной стене имеются двухстворчатые деревянные ворота. Пол покрыт асфальтобетоном (по земле).

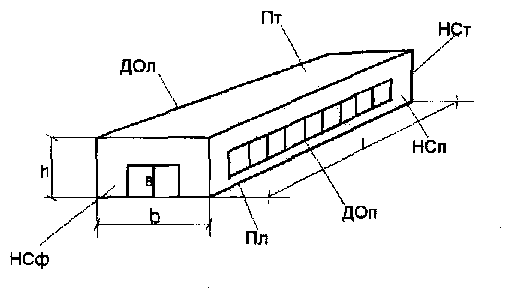
Окна – двойной спаренный переплет с двойным остеклением (расстояние между стеклами 30÷60 мм).

Система отопления, применяемая в здании – двухтрубная с нижней разводкой, присоединенная к тепловой сети через узел управления, расположенный по фасадной стене. Источник отопления – вода из тепловой станции.

Параметры теплоносителя: температура наружной тепловой сети – 70 ÷ 150 ºС

Температура воды в местной сети – 70 ÷ 95 ºС.

Вентиляция – приточно-вытяжная с естественным и механическим побуждением.



|  |  |
| --- | --- |
| НСф | - Наружная стена фасад |
| НСт | - Наружная стена торец |
| НСп | - Наружная стена правая |
| НСл | - Наружная стена левая |
| Пт | - Потолок |
| Пл | - Пол |
| ДОл | - Двойное окно левое |
| Доп | - Двойное окно правое |
| В | - Ворота |

Таблица исходных данных.

|  |  |
| --- | --- |
| № варианта | 1 |
| Размеры здания (м) | 105х24х8 |
| Площадь остекления, % от площади наружной стены | 50% |
| Площадь ворот, % от площади наружной стены | 25% |
| Ориентирование ворот на стороны света | Ю-з |
| Расчетная наружная температура для отопления, tнро | - 30 ºС (Калуга) |

# 2. Определение основных тепловых потерь

## 2.1. Определение требуемых тепловых сопротивлений для наружных стен.

Qосн = kF (tвн – tнро) [Вт/м2/с],

где Qосн - количество тепла, которое передается от внутренней среды к внешней через 1 м2 разделяющей их стенки в единицу времени при разнице температуры внут­ренней и внешней поверхностей с 1° С;

F - площадь поверхности ограждения;

[к] - коэф. теплопередачи отдельного огражде­ния;

tвн = 16 °С – температура внутреннего воздуха;

tнро  = -30 °С – температура наружного воздуха;

F(НСт) = b\*h = 192 м2

F(НСбл) = F(НСбп) = l\*h – Fост/100 \* l\*h = 420 м2

F(НСф) = b\*h – Fв/100 \* b\*h = 144 м2.

k= 1/R0

R0 ≥ R0тр

R0тр = (tвн – tнро)/ΔtH \* Rвн \* n

ΔtH = 10

Rвн = 0.115  
n = 1

R0тр = (16 – (-30))/10 \* 0.115 \* 1 = 0,529

Пусть R0кирп = 0,529 → δкирп = 395 мм

ΣRсл = δ1/λ1 + δ2/λ2 + δ3/λ3 = 0.015/0.93 + 0.025/0.93 + 0,395/0.815 = 0.527

R0 = 1/αint + ΣRсл + 1/αext = 1/8.73 + 0,531 +1/23 = 0.689 ≥ R0тр  
k = 1/R0 = 1.45

Qосн (НСф) = 1,45\*144 \*(16 + 30) = 9604,8[Вт],

Qосн (НСт) = 1,45\*192 \*(46) = 12806,4 [Вт],

Qосн (НСб) = 1,45\*840 \*(46) = 56028 [Вт].

## 2.2. Определение требуемых тепловых сопротивлений для бесчердачного покрытия.

Qосн = kF (tвн – tнро) [Вт/м2/с],

F(ПТ) = b\*l = 2520 м2

k= 1/R0

R0 ≥ R0тр

R0тр = (tвн – tнро)/ΔtH \* Rвн \* n

ΔtH = 8

Rвн = 0.115  
n = 1

R0тр = (16 – (-30))/8 \* 0.115 \* 1 = 0,66

ΣRсл = δ1/λ1 + δ2/λ2 + δ3/λ3 + δ4/λ4

δ1 = 0,03 м; λ1 = 1

δ2 = 0,15 м (теплоизоляция); λ2 = 0,4

δ3 = 0,1 м (цем.стяжка); λ3 = 0,75

δ4 = 0,15 м (жб плита); λ3 = 1,63

ΣRсл = 0,03/1 + 0,1/0,4 + 0,1/0,75+0,15/1.63=0.51

R0 = 1/αint + ΣRсл + 1/αext ≥ R0тр

(0.51) + 1/8.73 +1/23=0.66 ≥ R0тр

k = 1/R0 = 1.515

Qосн (ПТ) = 1,515 \* 2520 \*(16 + 30) = 175618.8 [Вт].

## 2.3. Определение тепловых потерь оконных проемов.

Qосн = kF (tвн – tнро) [Вт/м2/с],

k = 1/R0 = 2,67

F(ПТ) = ½ \*h\*l = 420 м2

Qосн (ДОл) = Qосн (ДОп) = 2,67 \* 420 \*(16 + 30) = 51.6 [кВт].

## 2.4. Определение тепловых потерь ворот.

Qосн = kF (tвн – tнро) [Вт/м2/с],

k = 2\*1,163

F(ПТ) = 1/4 \*h\*b = 48 м2

Qосн (В) = 2\*1,163 \* 48 \*(16 +30) = 5,1 [кВт].

## 2.5. Определение тепловых потерь пола.

Qосн = kF (tвн – tнро) [Вт/м2/с],

FI =516 м2; RI = 2.15 м2К/Вт

FII = 468 м2; RII = 4.3 м2К/Вт

FIII = 436 м2; RIII = 8.6 м2К/Вт

FIV =1116 м2; RIV = 14.2 м2К/Вт

Qосн (ПЛ) = (FI/RI + FII/RII + FIII/RIII + FIV/RIV)\*(tвн – tнро) = 21,9 [кВт].

## 2.6. Ведомость тепловых потерь.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Обозн огражд | Ориент огражд | Площ огражд | Основные теплопотери Q=KF(tвн-tнар) | Коэф теплопотерь | Попр коэф | Поправки | | | |  | Q |
| β1 | β2 | В1+в2 | β4 |
| 1 | НСф | ЮЗ | 144 | 9,6 | 1,45 | 1 | 0 | 5 | 5 | 1,05 |  | 10,08 |
| 2 | НСт | СВ | 192 | 12,8 | 1,45 | 1 | 10 | 5 | 15 | 0.86 |  | 9885,35 |
| 3 | НСбл | СЗ | 420 | 56 | 1,45 | 1 | 10 | 5 | 1.5 | 0.86 |  | 56799,64 |
| 4 | НСбп | ЮВ | 420 | 56 | 1,45 | 1 | 5 | 5 | 1.5 | 0.86 |  | 51793,5 |
| 5 | ДОбл | СЗ | 420 | 51,6 | 2,67 | 1 | 10 | 5 | 1.5 | 0.86 |  | 67012,31 |
| 6 | ДОбп | ЮВ | 420 | 51,6 | 2,67 | 1 | 5 | 5 | 1.5 | 0.86 |  | 61106,06 |
| 7 | В | ЮЗ | 48 | 5,1 | 2,326 | 1 | 0 | 5 | 1.5 | 0.86 |  | 3744,11 |
| 8 | ПТ | - | 2520 | 175,6 | 1,515 | 1 | 10 | 5 | 1.5 | 0 |  | 128398,77 |
| 9 | ПЛ | - | 2520 | 21,9 | 0,22 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |  | 92127,375 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | ∑ Q | **478,706** |

В3=10%=1.1

В4=(8-4)\*2%=8%=1,08

В5=15%=1,15

Qтп=3,33\*∑ Q

## 2.7. Тепловые потери на инфильтрацию.

Qинф = [kGокFок + 0,7GВFВ] Ср (tвн - tнро)

k = 0,8  
Gок = 13 кг/(м2\*К\*ч) – для высоты расположения центра оконного проема 4 м

GВ = 100 кг/(м2\*К\*ч) – для высоты расположения центра ворот 3 м

Ср = 1006 Дж/(кг\*К).

tвн = 16 ºС; tнро = -29 ºС

Fок = 420 м2

FВ = 48 м2

Qинф = [0,8\*13\*525 + 0,7\*100\*31,5]\*1006\*(16 – (-29)) = 96,39 кВт

## 2.8. Тепловые потери на нагрев материалов.

Qнагр = Gm\*cm\*(tвн - tнро)

Gmсут = 43200 кг/сутки

Gm= 0,5 кг/с

cm (сталь) = 0,482

Qнагр = 0,5\*0,482\*(16 – (-29)) = 10,84 кВт

# 3. Теплопоступления

## 3.1. Расчет тепла, поступающего за счет лучистой энергии солнца.

Qл = qпт\*Sпт + qост\*Sост

Sост = 525\*1 = 525 м2; qост= 100 Вт/м2

Sпт = 2700 м2; qпт= 20 Вт/м2

Qл = 106,50 кВт

## 3.2. Расчет тепла, поступающего от внутренних источников.

ΣQвн = Qчел + Qн.п.ок + Qэл + Qтехн

1) Qчел = βинт \* βод (2,5+10,36\*√wв)\*(35 – tвн)\*nчел   
βинт = 1  
βод = 1  
wв = 1 м/с  
nчел = (2700)/40 = 67,5  
tвн = 16 ºС

Qчел = 16,49295 кВт

2) Qн.п.ок = α\*Fнп (tнп – tвн)  
α = 11,6   
Fнп = 100 м2  
tнп = 60 ºС

Qн.п.ок = 51,04 кВт

3) Qосв = k\*Nосв

Nосв = qос/Fпл=100\*2700=270 кВт  
 kосв = k1\*k2\*k3\*k4 = 0.8 \* 0.5 \* 1 \* 0.5 = 0.2  
Qосв = 54 кВт

4) Qэл = N\*ab   
 N = 50 кВт  
 a=0,6 b=0,7

Qэл = 21 кВт

ΣQвн = 142,53 кВт

# 4. Уравнение теплового баланса

Q0 = [Qтп + Qинф + Qнагр ] - [∑Qвн  +Qлуч]

[Qтп + Qинф + Qнагр ] = 678,24 кВт

[∑Qвн  +Qлуч] = 226,8 кВт

Q0 = 451,44 кВт

[Qтп + Qинф + Qнагр ] > [∑Qвн  +Qлуч]

# 5. Выбор типа и количества отопительных приборов.

Принимаем к установке приборы типа конвектор настенный без кожуха «Прогресс 15»

Тип – 15 К2 – 1,2

Fнагр = 5,3 м2

Qнусл = 1617 Вт

Габаритные размеры:

L = 1285 мм

B = 92 мм

H = 196 мм

Комплексный коэффициент приведения расчетного теплового потока к расчетным условиям:  
φк = (Δtср/70)1+n (Gпр/360)P \*b\*ψ\*c

Δtср = (Δtб - Δtм)/(2,3\* lg (Δtб/Δtм)) = ((95-16) – (70-16))/(2,3\* lg (95-16)/(70-16)) = 66,5 – среднелогарифмический температурный коэффициент,  
n = 0.2  
p = 0.06  
c = 1 – экспериментальные числовые значения, учитывающие тип отопительного прибора, направление движения воды и ее расход,

Gпр = Qнусл /(с\*(tг – tх)) = 1617/(4190\*(95-70)) = 0,0154 кг/с = 55,57 кг/ч  
b = 0.99 – коэффициент учета атмосферного давления в данной местности  
ψ = 1  
φк = (66,5/70)1+0,2 (55,57/360)0,06 \*0,99\*1\*1 = 0,832

Q\* пр = Qпр \* φк = 1617 \* 0,832 = 1345,344 Вт  
nпр = Q0 / Q\* пр = 340000/1345,344 = 252 приборов  
nсек = nпр/ nок = 252/(60) ≈ 4 секции

# 6. Гидравлический расчет

ΔP = 10000÷12000 Па – располагаемый напор.

ΔP≥ΔPл + ΔPм

ΔPл = Rл \*l

ΔPм =∑ξ(ρw²/2)

Rл.ср = ΔP(0,5÷0,6)/ lк

lк = lэ + (b/2)\*2 + (l/2)\*2 + hпр \*2

lк = 10+18+150+1,6=179,6 м

Rл.ср =10000\*0,55/179,6=30.8

G = Q /(с\*( tr′ – tм″))

Q= nпр\*(Qпр \*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Кол-во приборов** | **Q, Вт** | **G, кг/ч** | **Rл** | **l,м** | **D, мм** | **w,м/с** | **ΔPл =Rл\*l,**  **Па** | **Σξ** | **ρw2/2** | **ΔPм =ρ/2\*Σξ\*w2, Па** | **ΔP, Па/м** |
| 0-1 | 6 | 7761,6 | 266,75 | 12 | 4,5 | 25 | 0,016 | 54 | 2 | 0,12 | 0,25 | 54,25 |
| 1-2 | 12 | 15523,2 | 533,49 | 6 | 4,5 | 40 | 0,12 | 27 | 2 | 7,02 | 14,04 | 41,04 |
| 2-3 | 18 | 23284,8 | 800,24 | 24 | 5,0 | 32 | 0,29 | 120 | 2 | 40,99 | 81,99 | 201,99 |
| 3-4 | 24 | 31046,4 | 1066,99 | 20 | 5,5 | 40 | 0,2 | 110 | 2 | 19,5 | 39 | 149 |
| 4-5 | 30 | 38808 | 1333,73 | 8 | 5,5 | 50 | 0,2 | 44 | 2 | 19,5 | 39 | 83 |
| 5-6 | 36 | 46565,6 | 1600,48 | 12 | 5,0 | 50 | 0,24 | 60 | 2 | 19,5 | 39 | 99 |
| 6-7 | 42 | 54331,2 | 1867,23 | 16 | 4,5 | 50 | 0,3 | 72 | 2 | 43,87 | 87,75 | 159,75 |
| 7-8 | 48 | 62092,8 | 2133,98 | 22 | 5,0 | 50 | 0,3 | 110 | 2 | 43,87 | 87,75 | 197,75 |
| 8-9 | 54 | 69854,4 | 2400,72 | 7 | 5,0 | 65 | 0,2 | 35 | 2,5 | 19,5 | 48,75 | 83,75 |
| 9-10 | 60 | 77616 | 2667,47 | 8 | 10 | 65 | 0,2 | 80 | 2,5 | 19,5 | 48,75 | 128,75 |
| 10-11 | 66 | 85377,6 | 2934,22 | 10 | 10 | 65 | 0,26 | 400 | 2 | 32,95 | 65,91 | 465,91 |
| 11-12 | 72 | 93139,2 | 3200,96 | 12 | 4,5 | 65 | 0,3 | 54 | 2 | 43,87 | 87,75 | 141,75 |
| 12-13 | 78 | 100900,8 | 3467,71 | 4 | 5,5 | 80 | 0,2 | 22 | 2 | 19,5 | 39 | 61 |
| 13-14 | 84 | 108662,4 | 3774,46 | 16 | 5,0 | 65 | 0,1 | 80 | 2 | 4,875 | 9,75 | 89,75 |
| 14-15 | 90 | 116424 | 4001,21 | 5 | 4,5 | 80 | 0,2 | 22,5 | 2 | 21,5 | 86 | 108,5 |
| 15-16 | 96 | 124185,6 | 4267,95 | 20 | 5,5 | 65 | 0,4 | 110 | 2 | 78 | 156 | 266 |
| 16-17 | 102 | 131947,2 | 4534,70 | 24 | 4,5 | 65 | 0,4 | 108 | 2 | 78 | 156 | 264 |
| 17-18 | 108 | 139708,8 | 4801,45 | 26 | 5,0 | 65 | 0,4 | 130 | 2 | 78 | 156 | 286 |
| 18-19 | 114 | 147470,4 | 5068,19 | 30 | 5,5 | 65 | 0,45 | 165 | 2 | 98,72 | 197,44 | 362,44 |
| 19-20 | 120 | 155232 | 5334,94 | 9 | 5,0 | 80 | 0,3 | 49,5 | 2 | 43,87 | 87,74 | 137,24 |
| 20-21 | 126 | 162993,6 | 5601,69 | 9 | 5,0 | 80 | 0,3 | 45 | 2 | 43,87 | 87,74 | 132,74 |
| 21-22 | 252 | 325987,2 | 11202 | 30 | 5,5 | 80 | 0,22 | 165 | 2 | 23,59 | 47.19 | 77,19 |
| 22-23 | 252 | 325987,2 | 11202 | 30 | 5,0 | 80 | 0,22 | 165 | 2 | 23,59 | 47,19 | 77,19 |
| 23-24 | 126 | 162993,6 | 5601,69 | 9 | 5,0 | 80 | 0,3 | 45 | 2 | 43,87 | 87,74 | 132,74 |
| 24-25 | 120 | 155232 | 5334,94 | 9 | 5,0 | 80 | 0,3 | 49,5 | 2 | 98,72 | 87,74 | 137,24 |
| 25-26 | 114 | 147470,4 | 5068,19 | 30 | 5,5 | 65 | 0,45 | 165 | 2 | 78 | 197,44 | 362,44 |
| 26-27 | 108 | 139708,8 | 4801,45 | 26 | 5,0 | 65 | 0,4 | 130 | 2 | 78 | 156 | 286 |
| 27-28 | 102 | 131974,2 | 7534,70 | 24 | 4,5 | 65 | 0,4 | 108 | 2 | 78 | 156 | 264 |
| 28-29 | 96 | 124185,6 | 7267,95 | 20 | 5,5 | 65 | 0,4 | 110 | 2 | 21,5 | 156 | 266 |
| 29-30 | 90 | 1164,24 | 4001,21 | 5 | 4,5 | 80 | 0,2 | 22,5 | 2 | 4,875 | 86 | 185,5 |
| 30-31 | 84 | 108662,4 | 3734,46 | 16 | 5,0 | 65 | 0,1 | 80 | 2 | 19,55 | 9,75 | 89,75 |
| 31-32 | 78 | 100900,8 | 3467,71 | 4 | 5,5 | 80 | 0,2 | 22 | 2 | 43,87 | 39 | 61 |
| 32-33 | 72 | 93139,2 | 3200,96 | 12 | 4,5 | 65 | 0,3 | 54 | 2 | 32,95 | 87,75 | 141,75 |
| 33-34 | 66 | 85377,6 | 2934,22 | 10 | 10 | 65 | 0,26 | 400 | 2 | 19,5 | 65,91 | 465,91 |
| 34-35 | 60 | 77616 | 2667,47 | 8 | 10 | 65 | 0,2 | 80 | 2,5 | 19,5 | 48,75 | 128,75 |
| 35-36 | 54 | 69854,4 | 2400,72 | 7 | 5,0 | 65 | 0,2 | 35 | 2,5 | 43,87 | 78,75 | 83,75 |
| 36-37 | 48 | 62092,8 | 2133,98 | 22 | 5,0 | 50 | 0,3 | 110 | 2 | 43,87 | 87,75 | 197,75 |
| 37-38 | 42 | 54331,2 | 1867,23 | 16 | 4,5 | 50 | 0,3 | 72 | 2 | 19,5 | 87,75 | 159,75 |
| 38-39 | 36 | 46569,6 | 1600,48 | 12 | 5,0 | 50 | 0,24 | 60 | 2 | 19,5 | 39 | 99 |
| 39-40 | 30 | 38808 | 1333,73 | 8 | 5,5 | 50 | 0,2 | 44 | 2 | 19,5 | 39 | 83 |
| 40-41 | 24 | 31046,4 | 1066,99 | 20 | 5,5 | 40 | 0,2 | 110 | 2 | 40,99 | 39 | 149 |
| 41-42 | 18 | 23284,8 | 800,24 | 24 | 5,0 | 32 | 0,29 | 120 | 2 | 7,02 | 81,99 | 21,99 |
| 42-43 | 12 | 15523,2 | 533,49 | 6 | 4,5 | 40 | 0,12 | 27 | 2 | 0,12 | 14,04 | 41,04 |
| 43-0 | 6 | 7761,6 | 266,75 | 12 | 4,5 | 25 | 0,016 | 54 | 2 |  | 0,25 | 54,25 |

∑ΔPпредв =9625,3

# 7. ВЕНТИЛЯЦИЯ

Для обеспечения чистоты воздуха в помещениях предприятий и поддержания его температуры и влажности на необходимом уровне предусматривают комплекс технологических мероприятий и вентиляционные устройства.

Вентиляционные системы классифицируют по трем признакам: способу вентилирования, по организации отдачи и извлечения воздуха из помещения и по побуждению, обеспечивающему движение воздуха в вентиляционной системе.

По способу действия вентиляционные системы разделяются на общеобменные и местные.

По организации подачи и извлечения воздуха в помещениях различают приточную и приточно-вытяжную вентиляцию.

По побуждению, обеспечивающему движение воздуха в вентиляционной системе, различают вентиляцию с естественным и механическим побуждением.

# Список использованной литературы.

1. Методические указания для курсового и дипломного проектирования по дисциплинам: «Энергетические системы обеспечения жизнедеятельности» и «Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений» Ю.П.Сидоров, В.Н. Чернышов, А.В. Костин. Москва. МИИТ. 1996г.
2. СНиП 2,04,05-91\* Отопление, вентиляция и кондиционирование
3. СНиП II-3-79 Строительная теплотехника
4. СНиП 23-01-99\* Строительная климатология (СНиП 2.01.01-82 Строительная климатология и геофизика)
5. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция. Тихомиров К.В., Москва, Стройиздат, 1981г.