Содержание:

1.Исходные данные 2

2.Выбор параметров наружного воздуха 3

3.Расчет параметров внутреннего воздуха 4

4.Определение количества вредностей, поступающих в помещение 5

4.1. Расчет теплопоступлений 5

4.1.1. Теплопоступления от людей 5

4.1.2. Теплопоступления от источников солнечного освещения 5

4.1.3. Теплопоступления за счет солнечной радиации 6

4.2. Расчет влаговыделений в помещении 9

4.3. Расчет выделения углекислого газа от людей 10

4.4. Составление сводной таблицы вредностей 10

5. Расчет воздухообменов 11

5.1. Воздухообмен по нормативной кратности 11

5.2. Воздухообмен по людям 11

5.3. Воздухообмен по углекислому газу. 11

5.4. Воздухообмен по избыткам тепла и влаги 12

5.4.1. Воздухообмен по избыткам тепла и влаги теплый период года 12

5.4.2. Воздухообмен по избыткам тепла и влаги в переходный период года. 15

5.4.3. Воздухообмен по избыткам тепла и влаги в зимний период года. 17

5.5. Расчет воздухообмена по нормативной кратности и составление воздушного баланса для всего здания 19

6.Расчет воздухораспределения. 20

7.Аэродинамический расчет воздуховодов 22

8.Выбор решеток 28

9.Расчет калорифера 29

10.Подбор фильтров 30

11.Подбор вентиляторных установок 31

12.Аккустический расчет 32

13.Список используемой литературы 34

# 1.Исходные данные

В качестве объекта для проектирования предложено здание ВУЗа в городе Томске, в котором предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с механическим и естественным побуждением.

Время работы с 9 до 19 часов.

В качестве теплоносителя предложена вода с параметрами 130/70 °C

Освещение – люминесцентное.

Стены из обыкновенного кирпича толщиной в 2,5 кирпича; R0=1,52 m2K/Вт

Покрытие - δ = 0,45 м; R0=1,75 m2K/Вт; D=4,4; ν=29,7

Остекление – одинарное в деревянных переплетах с внутренним затенением из светлой ткани, R0=0,17 m2K/Вт

***Экспликация помещений:***

1. Аудитория на 200 мест
2. Коридор
3. Санузел на 4 прибора
4. Курительная
5. Фотолаборатория
6. Моечная при лабораториях
7. Лаборатория (на 15 мест) с 4 шкафами размером 800x600x1200
8. Книгохранилище
9. Аудитория на 50 мест
10. Гардероб

# 2.Выбор параметров наружного воздуха

Расчетные параметры наружного воздуха, а также географическая широта и барометрическое давление принимаются по прил. 7[1] в зависимости от положения объекта строительства для теплого и холодного периодов года. Выбор расчетных параметров наружного воздуха производим в соответствии с п.2.14.[1], а именно: для холодного периода – по параметрам Б, для теплого – по параметрам А.

В переходный период параметры принимаем в соответствии с п.2.17[1] при температуре 80С и энтальпии I=22,5 кДж/кг.св.

Все данные сводим в табл. 3.1

Расчетные параметры наружного воздуха

Таблица 3.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование помещения, город, географическая широта** | **Период года** | **Параметр А** | | | | **Параметр Б** | | | | **ϑВ,**  **м/с** | **Pδ ,**  **КПа** | **Aτ ,**  **град** |
| **tн,**  **0C** | **I,**  **кДж/кг.св** | **ϕ,**  **%** | **d,**  **г/ кг.св.** | **tн,**  **0C** | **I,**  **кДж/кг.св.** | **ϕ,**  **%** | **d,**  **г/ кг.св.** |
| Аудитория на 200 чел. Томск, 560 с.ш. | Т | 21,7 | 79 | 70 | 11 |  |  |  |  | 3 | 99 | 11 |
| П |  |  |  |  | 8 | 22,5 | 80 | 5,5 | 3 | 99 | 11 |
| Х |  |  |  |  |  |  |  |  | 3 | 99 | 11 |

# 3.Расчет параметров внутреннего воздуха

Для вентиляции используются допустимые значения параметров внутреннего воздуха. Они принимаются в зависимости от назначения помещения и расчетного периода года в соответствии с п.2.1.[1] по данным прил. 1[1].

В теплый период года температура притока tпт = tнт (л), tпт =21,7 °С, tрз =tпт +3°С=24,7 °С

В холодный и переходный периоды : tп = tрз - Δt, °С,

где tрз  принимается по прил. 1[1], tрз=20 °С.

Так как высота помещения более 4 метров, принимаем Δt равным 5°С.

tпрхп =20-5=15 °С.

Температура воздуха, удаляемого из верхней зоны помещения, определяется по формуле:

tуд = tрз +grad t(H-hрз), где:

tрз - температура воздуха в рабочей зоне, °С.

grad t – превышение температуры на 1 м высоты выше рабочей зоны, °С/м

H - высота помещения, м; H=7,35м

hрз - высота рабочей зоны, м; hрз=2м.

grad t – превышение температуры на 1 м высоты выше рабочей зоны, °С/м

H - высота помещения, м; H=7,35м

hрз - высота рабочей зоны, м; hрз=2м.

grad t выбирает из таблицы VII.2 [3] в зависимости от района строительства.

г. Томск:

grad tт = 0,5 °С/м

grad tхп = 0,1 °С/м

tудт = 24,7+0,5\*(7,35-2)=27,38 °С

tудхп =20+0,1\*(7,35-2)=20,54 °С

Результаты сводим в табл. 4.1

Расчетные параметры внутреннего воздуха

Таблица 4.1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | **Период года** | **Допустимые параметры** | | | **tн , °С** | **tуд, °С** |
| **tрз ,°С** | **ϕрз, %** | **ϑ, м/с** |
| Аудитория на 200 мест | Т | 24,7 | 65 | 0,5 | 21,7 | 27,4 |
| П | 20 | 65 | 0,2 | 15 | 20,5 |
| Х | 20 | 65 | 0,2 | 15 | 20,5 |

# 4.Определение количества вредностей, поступающих в помещение

В общественных зданиях, связанных с пребыванием людей, к вредностям относятся: избыточное тепло и влага, углекислый газ, выделяемый людьми, а так же тепло от освещения и солнечной радиации.

## 4.1. Расчет теплопоступлений

### 4.1.1. Теплопоступления от людей

Учитываем, что в помещении находятся 200 человек: 130 мужчин и 70 женщин – они работают сидя, т.е. занимаются легкой работой. В расчете учитываем полное тепловыделение от людей и определяем полное теплопоступление по формуле:

,

где: qм, qж – полное тепловыделение мужчин и женщин, Вт/чел;

nм, nж – число мужчин и женщин в помещении.

Полное тепловыделение q определим по таблице 2.24[5].

Теплый период:

tрзт=24,7 °С, q=145 Вт/чел

Qлт=145\*130+70\*145\*0,85=27473 Вт

Холодный период:

tрзхп=20 °С, q=151 Вт/чел

Qлхп=151\*130+70\*151\*0,85=28615 Вт

### 4.1.2. Теплопоступления от источников солнечного освещения

Qосв, Вт, определяем по формуле:

, где:

E - удельная освещенность, лк, принимаем по таблице 2.3[6]

F - площадь освещенной поверхности, м2;

qосв - удельные выделения тепла от освещения, Вт/( м2/лк), определяется по табл. 2.4.[6]

ηосв - коэффициент использования теплоты для освещения, принимаем по [6]

E=300 лк; F=247 м2; qосв=0,55; ηосв =0,108

Qосв=300\*247\*0,55\*0,108=4402 Вт

### 4.1.3. Теплопоступления за счет солнечной радиации

Определяем как сумму теплопоступлений через световые проемы и покрытия в теплый период года.

, Вт

Теплопоступления через остекления определим по формуле:

 , Вт,

где: qвп, qвр – удельное поступление тепла через вертикальное остекление соответственно от прямой и рассеянной радиации. Выбирается по таблице 2.16 [5] для заданного в здании периода работы помещения для каждого часа.

Fост – площадь остекления одинаковой направленности, м2, рассчитывается по плану и разрезу основного помещения здания.

βсз – коэффициент, учитывающий затемнение окон.

Как – коэффициент, учитывающий аккумуляцию тепла внутренними ограждающими конструкциями помещения.

К0 – коэффициент, учитывающий тип остекления.

К0 – коэффициент, учитывающий географическую широту и попадание в данную часть прямой солнечной радиации.

К2 – коэффициент, учитывающий загрязненность остекления.

Расчет ведем отдельно для остекления восточной и западной стороны.

Fост. з=4\*21=84 м2

Fост .в=1,5\*17=25,5 м2

βсз – определяем по таблице 1.2[5]. Для внутренних солнцезащитных устройств из светлой ткани βсз=0,4

Как=1, т.к. имеются солнцезащитные устройства

г.Томск – промышленный город. Учитывая что корпуса институтов обычно строят в центре городов, выбираем по таблице 2.18[5] для умеренной степени загрязнения остекления при γ=80-90%; К2=0,9

По таблице 2.17[5] принимаем для одинарного остекления в деревянных переплетах при освещении окон в расчетный час солнцем К1=0,6, при нахождении окон в расчетный час в тени К1=1,6.

Теплопоступления через остекление

Таблица 5.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Часы | Теплопоступления через остекление, Qост, Вт | |
| Запад | Юг |
| 1 | 2 | 3 |
| 9-10 | 56\*1,4\*0,9\*1\*1\*0,4\*84=1016 | (378+91)\*0,6\*0,9\*1\*1\*0,4\*25,5=6027 |
| 10-11 | 58\*1,4\*0,9\*1\*1\*0,4\*84=1052 | (193+76)\*0,6\*0,9\*1\*1\*0,4\*25,5=3457 |
| 11-12 | 63\*1,4\*0,9\*1\*1\*0,4\*84=1143 | (37+67)\*0,6\*0,9\*1\*1\*0,4\*25,5=1336 |
| 12-13 | (37+67) \*1,4\*0,9\*1\*1\*0,4\*84=1887 | 63\*0,6\*0,9\*1\*1\*0,4\*25,5=810 |
| 13-14 | (193+76) \*1,4\*0,9\*1\*1\*0,4\*84=4881 | 58\*0,6\*0,9\*1\*1\*0,4\*25,5=745 |
| 14-15 | (378+91) \*1,4\*0,9\*1\*1\*0,4\*84=8510 | 56\*0,6\*0,9\*1\*1\*0,4\*25,5=720 |
| 15-16 | (504+114) \*1,4\*0,9\*1\*1\*0,4\*84=11213 | 55\*0,6\*0,9\*1\*1\*0,4\*25,5=707 |
| 16-17 | (547+122) \*1,4\*0,9\*1\*1\*0,4\*84=12138 | 48\*0,6\*0,9\*1\*1\*0,4\*25,5=617 |
| 17-18 | (523+115) \*1,4\*0,9\*1\*1\*0,4\*84=11576 | 43\*0,6\*0,9\*1\*1\*0,4\*25,5=553 |
| 18-19 | (423+74) \*1,4\*0,9\*1\*1\*0,4\*84=9018 | 30\*0,6\*0,9\*1\*1\*0,4\*25,5=900 |

Теплопоступления через покрытия определяются по формуле:

, Вт

R0 – сопротивление теплопередачи покрытия, м2\*К/Вт;

tн – среднемесячная температура наружного воздуха за июль, °С;

Rн – термическое сопротивление при теплообмене между наружным воздухом и внешней поверхностью покрытия, м2\*к/Вт;

ρ - коэффициент поглощения солнечной радиации материалом наружной поверхности покрытия;

Iср – среднесуточная (прямая и рассеянная) суммарная солнечная радиация, попадающая на горизонтальную поверхность, Вт/м2;

tв – температура воздуха, удаляемого из помещения, °С;

β – коэффициент для определения гармонически изменяющихся величин теплового потока принимаем в зависимости от максимального часа теплопоступлений;

К – коэффициент, зависящий от конструкции покрытия;

Аτв – амплитуда колебаний температуры внутренней поверхности ограждающих конструкций, °С

Rв – термическое сопротивление при теплообмене между внутренней поверхностью покрытия и воздухом помещения, м2\*К/Вт;

F – площадь покрытия, м2.

Из задания R0=0,96 м2\*К/Вт

По табл. 1.5 [5] tн=18,1 °С

Rн определяется по формуле:

, где:

ϑ – средняя скорость ветра, м/с, в теплый период, ϑ = 3,7 м/с

 м2\*К/Вт

ρ =0.9, принимаем в качестве покрытия наружной поверхности рубероид с песчаной посыпкой (табл. 1.18 [5])

Из табл. 4.1 данного КП tудТ=27,38 °С

Амплитуду колебаний температуры внутренней поверхности, °С, определим по формуле:

, где

υ - величина затухания амплитуды колебаний температуры наружного воздуха в ограждающей конструкции, °С

Аtн – максимальная амплитуда суточных колебаний температуры наружного воздуха, °С

Imax – максимальное значение суммарной (прямой и рассеянной) солнечной радиации, принимается для наружных стен как для вертикальных поверхностей, а для покрытия – как для горизонтальной поверхности.

υ = 29,7 – по заданию

0,5\* Аtн = 11 – приложение 7 [1]

Imax = 837 Вт/м2 – таблица 1.19[5]

Iср = 329 Вт/м2 – таблица 1.19[5]

Аτв = 1/29,7\*(11+0,035\*0,9(837-329))=0,9 °С

Rв = 1/αв=1/8,7=0,115 м2\*К/Вт

F = 247 м2

В формуле для Qn все величины постоянные, кроме β - коэффициента для определения гармонически изменяющихся величин теплового потока в различные часы суток.

Для нахождения β для заданного периода времени по часам находим Zmax .

Zmax = 13+2.7\*D = 13+2.7\*3.8 = 23-24 = -1

Стандартное значение коэффициента β принимаем по табл. 2.20 [5], а фактическое значение получаем путем сдвига на 1 час назад.

Значение коэффициента β сводим в таблицу 5.2

Расчет теплопоступлений через покрытие сводим в таблицу 5.3

Таблица 5.2

Значение коэффициента β

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Часы | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| β | -0,5 | -0,71 | -0,87 | -0,97 | -1 | -0,97 | -0,87 | -0,71 | -0,5 | -0,26 | 0 |

Таблица 5.3

Теплопоступления через покрытие

|  |  |
| --- | --- |
| Часы | Теплопоступления через покрытие, Qn, Вт |
| 9-10 | (0,625-(0,605\*7,9))\*247= - 1026 |
| 10-11 | (0,625-(0,79\*7,9))\*247= - 1387 |
| 11-12 | (0,625-(0,92\*7,9))\*247= - 1640 |
| 12-13 | (0,625-(0,985\*7,9))\*247= - 1768 |
| 13-14 | (0,625-(0,925\*7,9))\*247= - 1768 |
| 14-15 | (0,625-(0,792\*7,9))\*247= - 1640 |
| 15-16 | (0,625-(0,79\*7,9))\*247= - 1387 |
| 16-17 | (0,625-(0,609\*7,9))\*247= - 1026 |
| 17-18 | (0,625-(0,38\*7,9))\*247= - 587,1 |
| 18-19 | (0,625-(0,13\*7,9))\*247= - 353 |

Составляем сводную таблицу теплопоступлений за счет солнечной радиации.

Таблица 5.4

Сводная таблица теплопоступлений за счет солнечной радиации.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Часы | Теплопоступления, Вт | | | |
| Через покрытие | Через остекление | | Всего |
| Запад | Восток |
| 9-10 | -1026 | 1016 | 6027 | 6017 |
| 10-11 | -1387 | 1052 | 3457 | 3122 |
| 11-12 | -1640 | 1143 | 1336 | 839 |
| 12-13 | -1768 | 1887 | 810 | 929 |
| 13-14 | -1768 | 4881 | 745 | 3858 |
| 14-15 | -1640 | 8510 | 720 | 7590 |
| 15-16 | -1387 | 11213 | 707 | 10533 |
| 16-17 | -1026 | 12138 | 617 | 11729 |
| 17-18 | -587 | 11576 | 553 | 11542 |
| 18-19 | -353 | 9018 | 900 | 9565 |

На основании расчета принимаем максимальное значение теплопоступлений за счет солнечной радиации, равное Qср=11729 Вт в период с 16 до 17 часов.

Общее теплопоступление определяем по формуле:

, Вт

В летний период:

Qпт=27478+0+11729=39207 Вт

В переходный период:

Qпп=28614+4402+0,5\*11729=38881 Вт

В зимний период:

Qпх=28614+4402+0=33016 Вт

## 4.2. Расчет влаговыделений в помещении

Поступление влаги от людей, Wвл, г/ч, определяется по формуле:

,

где: nл – количество людей, выполняющих работу данной тяжести;

wвл – удельное влаговыделение одного человека, принимаем по таблице 2.24[5]

Для теплого периода года, tр.з.=24,7°С

wвл=115 г/ч\*чел

Wвлт = 130\*115+70\*115\*0,85=21792,5 г/ч

Для холодного и переходного периодов года, tр.з.=20 °С

wвл=75 г/ч\*чел

Wвлт = 130\*75+70\*75\*0,85=14212,5 г/ч

## 4.3. Расчет выделения углекислого газа от людей

Количество СО2, содержащееся в выдыхаемом человеком воздухе, зависит от интенсивности труда и определяется по формуле:

, г/ч,

где nл – количество людей, находящихся в помещении, чел;

mCO2 – удельное выделение СО2 одним человеком, определяется по таблице VII.1 [3]

Взрослый человек при легкой работе выделяет mCO2 =25 г/ч\*чел. Тогда

МСО2=130\*25+0,85\*70\*25=4737,5 г/ч

## 4.4. Составление сводной таблицы вредностей

Разность теплопоступлений и потерь тепла определяет избытки или недостатки тепла в помещении. В курсовом проекте мы условно принимаем, что система отопления полностью компенсирует потери тепла, которые будут иметь место в помещении. Поступление вредностей учитывается для трех периодов года: холодного, переходного и теплого.

Результаты расчета всех видов вредностей сводим в табл. 5.5

Таблица 5.5.

Количество выделяющихся вредностей.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование помещения | Период года | Избытки тепла, ΔQп, Вт | Избытки влаги, Wвл, г/ч | Количество СО2, МСО2, г/ч |
| Аудитория на 200 мест | Т | 39207 | 21793 | 4738 |
| П | 38881 | 14213 | 4738 |
| Х | 33016 | 14213 | 4738 |

# 5. Расчет воздухообменов

Вентиляционные системы здания и их производительность выбирают в результате расчета воздухообмена. Последовательность расчета требуемого воздухообмена следующая:

1)задаются параметры приточного и удаляемого воздуха

2)определяют требуемый воздухообмен для заданного периода по вредным выделениям, людям и минимальной кратности.

3)выбирается максимальный воздухообмен из всех расчетов по разным факторам.

## 5.1. Воздухообмен по нормативной кратности

Определяется по формуле:

, м3/ч

КPmin – минимальная кратность воздухообмена, 1/ч.

VP – расчетный бьем помещения, м3.

По табл. 7.7 [2] КPmin = 1 1/ч

VP =Fn\*6;

VP =247\*6=1729 м3.

L=1729\*1=1729 м3/ч

## 5.2. Воздухообмен по людям

Определяется по формуле:

, м3/ч

где lЛ – воздухообмен на одного человека, м3/ч\*чел;

nЛ – количество людей в помещении.

По прил.17 [1] определяем, что для аудитории, где люди находятся более 3 часов непрерывно, lЛ = 60 м3/ч\*чел.

L = 200\*60=12000 м3/ч

## 5.3. Воздухообмен по углекислому газу.

Определяется по формуле:

, м3/ч

МСО2 – количество выделяющегося СО2, л/ч, принимаем по табл. 5.5 данного КП.

УПДК – предельно-допустимая концентрация СО2 в воздухе, г/м3, при долговременном пребывании УПДК = 3,45 г/м3.

УП – содержание газа в приточном воздухе, г/м3, УП=0,5 г/м3

МСО2=4738 г/ч

L=4738/(3,45-0,5)=6317,3 м3/ч

## 5.4. Воздухообмен по избыткам тепла и влаги

В помещениях с тепло- и влаговыделениями воздухообмен определяется по Id-диаграмме. Расчет воздухообменов в помещениях сводится к построению процессов изменения параметров воздуха в помещении.

### 5.4.1. Воздухообмен по избыткам тепла и влаги теплый период года

На Id-диаграмме наносим точку Н, она совпадает с т.П (tH=21,7°С; IH=49 кДж/кг.св),

характеризующей параметры приточного воздуха (рис 1).

Проводим изотермы внутреннего воздуха tВ=tР.З.=24,7°С и удаляемого воздуха tУ.Д.=27,4°С

Для получения точек В и У проводим луч процесса, рассчитанный по формуле:

, кДж/кг.вл

ΔQП – избытки тепла в теплый период года, Вт, из таблицы 5.5 КП

WВЛ – избытки влаги в теплый период года, кг/ч, из таблицы 5.5 КП

E=3,6\*39207/21,793=6477 кДж/кг вл.

Точки пересечения луча процесса и изотерм tВ,tУ.Д. характеризуют параметры внутреннего и удаляемого воздуха.

Воздухообмен по избыткам тепла:

, м3/ч

Воздухообмен по избыткам влаги:

, м3/ч

где IУД,IП – соответственно энтальпии удаляемого и приточного воздуха, кДж/кг.св.

IУД=56,5 кДж/кг.св.

IП=49 кДЖ/кг.св.

dУД=12,1 г/кг.св.

dП=11 г/кг.св.

По избыткам тепла:

LП=3,6\*39207/(1,2\*(56,5-49))=15683 м3/ч

По избыткам влаги:

LП=21793/1,2\*(12,1-11)=16509 м3/ч

В расчет идет больший воздухообмен по избыткам влаги

LП=16509 м3/ч



Рис. 1 Теплый период года

### 5.4.2. Воздухообмен по избыткам тепла и влаги в переходный период года.

В переходный период предусмотрена рециркуляция воздуха.

По параметрам наружного воздуха (tН=8°С, IН=22,5 кДж/кг.св) строим точку Н (рис.2).

Для построения точки У находим расчетное приращение влагосодержания воздуха:



WВЛ=14213 г/ч

LНmin=LН (по людям)

LН кр min=КРmin\*VР

LН кр min=1729 м3/ч

LНmin=12000 м3/ч

ΔdНУ=14213/1,2\*12000=0,9 г/кг.св.

dУД=dН+ΔdНУ=5,5+0,9=6,4 г/кг.св.

Точка У находится на пересечении изобары ΔdУД=const и изотермы tУД=const.

Соединяем точки Н и У. На этой линии расположена точка смеси С. Определяем ее месторасположение. Для этого строим луч процесса:

, кДж/кг. вл.

Проводим луч процесса через точку У, получаем на пересечении с изотермами точки В и П. Из точки П по линии d=const опускаемся до пересечения с линией НУ, получаем точку С. количество рециркулирующего воздуха, GP, определяем:

Gn min=Ln min\*1.2=14400 кг/час

GP=(4.6/2-1)\*Gn min=1.3\*14400=18720 кг/час

Ln=Gn/ρ=15600 м3/ч



Рис. 2 Переходный период года

### 5.4.3. Воздухообмен по избыткам тепла и влаги в зимний период года.

В зимний период также предусмотрена рециркуляция воздуха.

По параметрам наружного воздуха (tН=-40°С, IН=-40,2 кДж/кг св) строим точку Н (рис.3).

Для построения точки У находим расчетное приращение влагосодержания воздуха:



WВЛ=14213 г/ч

LНmin=LН (по людям)

LНmin=12000 м3/ч

ΔdНУ=14213/1,2\*12000=0,9 г/кг.св.

dУД=dН+ΔdНУ=0,2+0,9=1,1 г/кг.св.

Проводим изотермы tУД=20,54 °С, tВ=tР.З.=20 °С, tН=15 °С,

Точка У находится на пересечении изобары ΔdУД=const и изотермы tУД=const.

Объединяем точки Н и У. На этой линии расположена точка смеси С. Определяем ее месторасположение. Для этого строим луч процесса:

, кДж/кг вл

Проводим луч процесса через точку У, получаем на пересечении с изотермами точки В и П. Из точки П по линии d=const опускаемся до пересечения с линией НУ, получаем точку С. количество рециркулирующего воздуха, GP, определяем:

Gn min=Ln min\*1.2=14400 кг/час

кг/час

GН=GР+Gn min=14400+6891=21291 кг/час

Ln=Gn /ρ=17743 м3/ч

Результат расчета воздухообменов сводим в таблицу 6.1.

Таблица 6.1

Выбор воздухообмена в аудитории

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Период  года | Воздухообмен LН по факторам, м3/ч | | | | Максимальный воздухообмен,м3/ч |
| По минимальной кратности | По СО2 | Нормируемый по людям | По Id-диаграме |
|
| Т | 1729 | 6317 | 12000 | 16509 | 16509 |
| П | 1729 | 6317 | 12000 | 15600 | 15600 |
| Х | 1729 | 6317 | 12000 | 17743 | 17743 |



рис. 3 Зимний период года

## 5.5. Расчет воздухообмена по нормативной кратности и составление воздушного баланса для всего здания

Для остальных помещений воздухообмен рассчитывается по нормативной кратности в зависимости от назначения помещения. Кратность принимаем по таблице 6.12[4] отдельно по притоки и по вытяжке.

Результаты расчета сводим в табл. 6.2

Таблица 6.2

Сводная таблица воздушного баланса здания.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование помещения | VP, м3 | Кратность, 1/ч | | Ln, м3/ч | | Прим. |
| приток | вытяжка | приток | вытяжка |
| 1 | Аудитория | 2035 | 8,5 | 8,5 | 17743 | 17743 |  |
| 2 | Коридор | 588 | 2 | - | 1176 | +301 |  |
| 3 | Санузел | - | - | (50) | - | 200 |  |
| 4 | Курительная | 54 | - | 10 | - | 540 |  |
| 5 | Фотолабор. | 90 | 2 | 2 | 180 | 180 |  |
| 6 | Моечная | 72 | 4 | 6 | 288 | 432 |  |
| 7 | Лаборатория | 126 | 4 | 5 | 504 | 630 |  |
| 8 | Книгохранил. | 216 | 2 | 0,5 | - | 108 |  |
| 9 | Ауд. на 50 мест | - | (20) | | 1000 | 1000 |  |
| 10 | Гардероб | 243 | 2 | 1 | 486 | 243 |  |
|  |  |  |  |  | 21377 | 21076 |  |
|  |  |  |  |  |  | +301 |  |

Дисбаланс равен 301 м3/ч. Добавляем его в коридор (помещение №2)

# 6.Расчет воздухораспределения.

Принимаем схему воздухообмена снизу-вверх, т.к. имеются избытки тепла и влаги.

Выбираем схему воздухораспределения по рис. 5.1[7], т.к НП>4m, то IV схема. (рис.5.1г).

Подача воздуха осуществляется плафонами типа ВДШ.

Для нахождения необходимого количества воздухораспределителей Z площадь пола обслуживаемого помещения F делится на площади строительных модулей Fn. z=F/Fn.



Определяем количество воздуха, приходящееся на один воздухораспределитель,

L0=LСУМ/Z; где

LСУМ – общее количество приточного воздуха, подаваемого через плафоны.

L0=17743/10=1774 м3/ч

На основании полученной подачи L0 по табл. 5.17[7] выбираем тип и типоразмер воздухораспределителя (ВДШ-4). Далее находим скорость в его горловине:



ϑX=k\*ϑДОП=1,4\*0,2=0,28 м/с

ХП=НП-hПОТ-hПЛ-hРЗ

ХП=7,4-1-0,5-0,3=4,6 м

м1=0,8; n1=0,65 – по таблице 5.18[4]

F0=L0/3600\*5=1774/3600\*5=0.085 м2

Принимаем ВДШ-4, F0=0,13 м2

Значения коефициентов:

КС=0,25; т.к. 

КВЗ=1; т.к l/Xn=5,5/4,6=1,2

КН=1,0; т.к Ar – не ограничен.





т.е. условие ϑФ<ϑ0 удовлетворено



что удовлетворяет условиям, т.е. < 1°C

# 7.Аэродинамический расчет воздуховодов

Его проводят с целью определения размеров поперечного сечения участков сети. В системах с механическим побуждением движения воздуха потери давления определяют выбор вентилятора. В этом случае подбор размеров поперечного сечения воздуховодов проводят по допустимым скоростям движения воздуха.

Потери давления ΔР, Па, на участке воздуховода длиной l определяют по формуле:

ΔР=Rβl+Z

где R – удельные потери давления на 1м воздуховода, Па/мБ определяются по табл.12.17 [4]

β-коэффициент, учитывающий фактическую шероховатость стенок воздуховода, определяем по табл. 12.14 [4]

Z-потери давления в местных сопротивлениях, Па, определяем по формуле:

Z=Σξ⋅Pg,

Где Pg – динамическое давление воздуха на участке, Па, определяем по табл. 12.17 [4]

Σξ - сумма коэффициентов местных сопротивлений.

Аэродинамический расчет состоит их 2 этапов:

1) расчета участков основного направления;

2) увязка ответвлений.

Последовательность расчета.

1. Определяем нашрузки расчетных участков, характеризующихся постоянством расхода воздуха;
2. Выбираем основное направление, для чего выявляем наиболее протяженную цепь участков;
3. Нумеруем участки магистрали и ответвлений, начиная с участка, наиболее удаленного с наибольшим расходом.
4. Размеры сечения воздуховода определяем по формуле



где L –расход воздуха на участке, м3/ч

ϑр­- рекомендуемая скорость движения воздуха м/с, определяем по табл. 11.3 [3]

1. Зная ориентировочную площадь сечения, определяем стандартный воздуховод и расчитываем фактическую скорость воздуха:



1. Определяем R,Pg по табл. 12.17 [4].
2. Определяем коэффициенты местных сопротивлений.
3. Общие потери давления в системе равны сумме потерь давления в воздуховодах по магистрали и в вентиляционном оборужовании:

ΔP=Σ(Rβl+Z)маг+ΔPоб

1. Методика расчета ответвлений аналогична.

После их расчета проводят неувязку.

Результаты аэродинамического расчета воздуховодов сводим в табл 8.1.

Расчет естественной вентиляции



Pg=g\*h(ρн-ρв)=9.81\*4.7(1.27-1.2)=3.25 Па

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **L** | **l** | **р-ры** | | **ϑ** | **β** | **R** | **Rlβ** | **Σξ** | **Pg** | **Z** | **Rlβ+** | **ΣRlβ** | **прим** |
| **уч.** |  |  | а х в | dэ |  |  |  |  |  |  |  | **Z** | **+Z** |  |
| **Магистраль** | | | | | | | | | | | | | | |
| **1** | 500 | 1.85 | 400x400 | 400 | 0.8 | 1.4 | 0.02 | 0.05 | 2.97 | 0.391 | 1.16 | 1.21 |  |  |
| **2** | 500 | 1.5 | 420x350 |  | 0.94 | 1.21 | 0.03 | 0.054 | 0.55 | 0.495 | 0.27 | 0.324 |  |  |
| **3** | 1000 | 5 | 520x550 |  | 0.97 | 1.23 | 0.02 | 0.132 | 0.85 | 0.612 | 0.52 | 0.643 | 2.177 |  |
| **4** | 12113 | 2.43 | 520x550 |  | 1.2 | 1.25 | 0.03 | 0.038 | 1.15 | 0.881 | 0.93 | 0.968 | 3.146 |  |
| **Ответвления** | | | | | | | | | | | | | | |
| **5** | 243 | 1.85 | 270x270 |  | 0.92 | 1.43 | 0.04 | 0.06 | 2.85 | 0.495 | 1.41 | 1.47 |  |  |
| **6** | 243 | 7 | 220x360 |  | 0.9 | 1.21 | 0.04 | 0.34 | 1.1 | 0.495 | 0.54 | 0.88 | 2.35 |  |
| **7** | 500 | 1.85 | 400x400 | 400 | 0.8 | 1.4 | 0.02 | 0.05 | 3.45 | 0.391 | 1.35 | 1.4 |  |  |

Участок №1

Решетка ξ=2

Боковой вход ξ=0.6

Отвод 900 ξ=0.37

Участок №2

Тройник ξ=0.25

Участок №3

Тройник ξ=0.85

Участок №4

Зонт ξ=01.15

Невязка=(ΔРотв5+6 - ΔРуч.м. 1+2+3)/ΔРуч.ш. 1+2+3\*100%=

=(2.35-2.177)/2.177\*100%=7.9% < 15% - условие выполнено

Невязка=(ΔРотв7 - ΔРуч.м. 1+2)/ΔРуч.м. 1+2\*100%=

=(1.4-1.534)/1.534\*100%=-8.7% > -15% - условие выполнено

# 8.Выбор решеток

Таблица 9.1

Воздухораспределительные устройства

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер**  **помещения** | **Ln** | **Тип**  **решетки** | **Колличество** | **ξ** |
| Подбор приточных решеток | | | | |
| **2** | 1176 | Р-200 | 4 | 2 |
| **5** | 180 | Р-200 | 1 | 2 |
| **6** | 288 | Р-200 | 1 | 2 |
| **7** | 504 | Р-200 | 2 | 2 |
| **9** | 1000 | Р-200 | 4 | 2 |
| **10** | 486 | Р-200 | 2 | 2 |
| Подбор вытяжных решеток | | | | |
| **1** | 5743 | Р-200 | 20 | 2 |
| **2** | 101 | Р-150 | 1 | 2 |
| **3** | 400 | Р-150 | 8 | 2 |
| **4** | 540 | Р-200 | 2 | 2 |
| **5** | 180 | Р-200 | 1 | 2 |
| **6** | 432 | Р-200 | 2 | 2 |
| **7** | 630 | Р-200 | 3 | 2 |
| **8** | 108 | Р-150 | 1 | 2 |
| **9** | 1000 | Р-200 | 4 | 2 |
| **10** | 243 | Р-200 | 1 | 2 |

# 9.Расчет калорифера

Для подогрева приточного воздуха используем калориферы, которые, как правило, обогреваются водой. Приточный воздух необходимо нагревать от температуры наружного воздуха tн=-25°С до температуры на 1÷1.5 25°С меньешй температуры притока (этот запас компенсируется нагревом воздуха в воздуховодах), т.е. до tн=15-1=14°С

Колличество нагреваемого воздуха составляем 21377 м3/ч.

Подбираем калорифер по следующей методике:

1. Задаемся массовой скоростью движения теплоносителя ϑρ=8 кг/(м2с)
2. Расчитываем ориентировочную площадь живого сечения калориферной установки.

fкуор=Ln\*ρн/(3600\*ϑρ), м2

где Ln – расход нагреваемого воздуха, м3/ч

ρн – плотность воздуха, кг/м3

fкуор=21377\*1.332/(3600\*10)=0.79 м2

1. По fкуор и табл. 4.37 [5] принимаем калорифер типа КВС-9п, для которого:

площадь поверхности нагрева Fk=19,56м2, площадь живого сечение по воздуху fk=0.237622м2, по теплоносителю fтр=0.001159м2.

1. Расчитаем необходимое количество калориферов, установленных параллельно по воздуху:

m||в=fкуор/fk=0.79/0.237622=3,3. Принимаем m||в=3 шт

1. Рассчитаем действительную скорость движения воздуха.

(ϑρ)д=Ln\*ρн/(3600\*fk\*m||в)=21377-1.332/(3600\*0.237622)=8.35 кг/м2с

1. Определяем расход тепла на нагрев воздуха, Вт/ч:

Qк.у.=0.278\*Ln\*Cv\*(tk-tнб)=0.278\*21377\*1.2(15-(-8))=164021 Вт

1. Рассчитаем колличество теплоносителя, проходящее через калориферную установку.

W=(Qк.у\*3,6)/ρв\*Cв\*(tг-to), m3/ч

W=(164021\*3.6)/4.19\*1000\*(130-70)=2.82 m3/ч

1. Определяем действитеельную скорость воды в трубках калорифера.

ϖ=W/(3600\*fтр\*n||m), m/c

ϖ=2.82/(3600\*0.001159\*3)=0.23, m/c

1. По табл. 4.40 [5] определяем коеффициент теплоотдачи

К=33.5 Вт/м2 0с

1. Определяем требуемую поверхность нагрева калориферной установки

Fкутр=Qку/(К(tср т – tср в), м2

Fкутр=164021/(33.5\*(130+70/2)-(15-8/2))=50.73 м2

1. Nk=Fкутр/Fку=50.73/19.56=2.89. Принимаем 3 шт
2. Зная общее колличество калориферов, находим колилчество калориферов последовательно по воздуху

nпосл в=Nk/m||в=3/3=1 шт

1. Определяем запас поверхности нагрева

Запас=(Fk-Fкутр)/Fкутр\*100%=10÷20%

Запас=(15.86-50.73)/50.73=15% <=20%

Условие выполнено

1. Определим аэродинамическое сопротивление калориферной установки по табл. 4.40 [5]

Pк=65.1 па

# 10.Подбор фильтров

В помещения административно-бытовых зданий борьба с пылью осуществляется путем предотвращения попадания её извне и удаление пыли, образующейся в самих помещениях.

Подаваемый в помещениях приточный воздух очищается в воздушных фильтрах. Плдберем фильтры для очистки приточного воздуха.

1. Целью очистки воздуха в аудитории принимаем защиту находящихся там людей от пыли. Степень очистки в этом случае равна ηтр=0,6÷0,85
2. По табл. 4.1 [4] выбираем класс фильтра – III, по табл. 4.2 [4] вид фильтра смоченный, тип – волокнистый, наименование – ячейковый ФяУ, рекомендуемая воздушная нагрузка на входное сечение 9000 м3/ч
3. Рассчитываем требуемую площадь фильтрации:

Fфтр=Ln/q, m2,

где Ln – колличество приточного воздуха, м3/ч

Fфтр=15634/9000=1.74 м2

1. Определяем необходимое колличество ячеек:

nя=Fфтр/fя

где fя – площадь ячейки, 0.22 м2

nя=1.74/0.22=7.9 м2

Принимаем 9 шт.

1. Находим действительную площадь фильтрации:

Fфд=nя\*fя=9\*0.22=1.98 м2

1. Определяем действительную воздушную нагрузку:

qд=Ln/Fфд=15634/1.98=7896 м3/ч

1. Зная действительную воздушную нагрузку и выбранный тип фильтра, по номограмме 4.3 [4] выбираем начальное сопротивление:

Pф.ч.=44 Па

1. Из табл. 4.2. [4] знаем, что сопротивление фильтра при запылении может увеличиваться в 3 раза и по номограмме 4.4 [4] находим массу уловленной пыли m0, г/м2:

Pф.п.=132 Па;

m0=480 г/м2

1. По номограмме 4.4 [4] при m0=480 г/м2 1-ηоч=0.13 => ηоч=0.87

ηоч > ηочтр

1. Рассчитаем колличество пыли, осаждаемой на 1 м2 площади фильтрации в течении 1 часа.

mуд=L\*yn\*ηn/fя\*nя=15634\*5\*0.87/1.98=34.35 г/м2ч

1. Рассчитаем переодичность замены фильтрующей поверхности:

τрег=м0/муд=480/34.35=14 часов

1. Рассчитаем сопротивление фильтра:

Pф=ΔPф.ч.+ΔΔPф.п.=44+132= 176 Па

# 11.Подбор вентиляторных установок

Вентиляторы подбирают по сводному графику и инидвидуальным характеристикам [4].

Вентиляторы, размещаемые за пределами обслуживаемого помещения выбираем с учетом потери воздуха в приточной системе, вводя повышающие коэффициенты.

Для П1 – ВЦ4-75 №10

E=10.095.1; n=720 об/мин; 4А132МВ; N=5.5 кВт

L=25000 м3/ч; ΔPв=550 Па

Для В1 – крышный вентилятор ВКР-5.00.45.6 (в колличестве 2 штук)

n=915 об/мин; 4А80А6; N=0.06 кВт

L=7030 м3/ч; Pст=265 Па

Для В – вентилятор ВЦ 4-75 №2.5

E=2.5.100.1; n=1380 об/мин; 4АА50А4; N=0.06 кВт

L=800 м3/ч; ΔPв=120 Па

# 12.Аккустический расчет

Уровень шума является существенным критерием качества систем вентиляции, что необходимо учитывать при проектировании зданий различного назначания.

1. По табл. 17.1 [4] выбираем по типу помещения рекомендуемые номера предельных спектров (ПС) и уровни звука по шкале А, характеризующие допускаемый шум от системы вентиляции:

Для аудитории ПС=35, А=40дБ.

По табл. 17.3 [4] определяем активные уровни звукового давления Lдоп при частотах октавных полос 125 и 250 Гц.

Lдоп125=52Дб Lдоп250=45Дб

1. Рассчитываем фактический уровень шума в расчетной точке по формуле:

L=Lв окт + 10lg\*(Ф/4πx2n+4Ф/В),

где Ф – фактор направленности излучения источника шума, Ф=1;

xn – расстояние от источника шума до рабочей зоны, м

Lв окт – октавный уровень звуковой массивности вентилятора, дБ

Lв окт =Lр общ - ΔL1+ΔL2

Lр общ – общий уровень звуковой мощности вентилятора, дБ

L1 – поправка, учитывающая распределение звуковой мощности вентилятора по октавным полосам, дБ, принимается по выбранному типу вентилятора и частотам вращения по табл. 17.5 [4]

L1125=7Дб L1250=5Дб

L2 – поправка, учитывающая аккустическое влияние присоеденения воздуховода к вентилятору, дБ, принимается по табл. 17.6. [4]

L2125=3Дб L2250=0.5Дб

Lр общ =τ+10lg Q + 25 lg H + δ

τ - критерий шумности, дБ, зависящий от типа и конструкции вентилятора, по табл. 17.4 [4]

τ =41 дБ

Н – полное давление вентилятора, кгс/м2

δ - поправка на режим работы, дБ

δ=0 Q=3600 м3/ч Н=550 кгс/м2

Lр общ =41+10lg(25000/3600)+25lg(550/9.8)=93.14 дБ

L125в окт =93.14-7+3=89.14 дБ

L250в окт =93.14-5+0,5=87.64 дБ

L125р =89.14+10lg(1/4\*3.14\*4.6)=72.51 дБ

L250р =87.64+10lg(1/4\*3.14\*4.6)=70.02 дБ

1. Рассчитаем требуемое снижение уровня звука:



m=0

ΔL125эл.сети=71.52-52-12.83+5=11.69 дБ

ΔL250эл.сети=70.02-45-18.68+5=11.34 дБ

4. Ориентировочное сечение шумоглушителя:

fшор=L/3600\*ϑдоп=25000/3600\*6=1.157 дБ

1. По табл. 17.17 [4] формируем конструкцию шумоглушителя:

Принимаем шумоглушитель пластинчатый

fg=1.2 м2 Внешние размеры 1600х1500 мм, длинна 2м

Снижение шума L125=12дБ L250=20дБ

ϑg=5.79 м/с



# 13.Список используемой литературы

1. СниП 2.04.05-68 “Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха”
2. Р.В. Щекин “Спрравочник по теплогазоснабжению и вентиляции” часть 2
3. В.Н. Богославский “Отопление и вентиляция” часть 2
4. И.Р. Староверов. Справочник проектировщика “Вентиляция и кондиционирование воздуха”
5. Р.В. русланов “Отопление и вентиляция жилых и общественных зданий”
6. В.П. Титов “Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции”
7. О.Д. Волков “Проектирование вентиляции промышленного здания”