Федеральное агентство по образованию (Рособразование)

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

По дисциплине

Энергетические системы обеспечения жизнедеятельности

ТЕМА: Отопление и вентиляция гражданского здания

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Объект: Туристическая база

Географический пункт: г. Шадринск

Материал наружных стен: Глиняный кирпич

Вид системы отопления: Водяная двухтрубная насосная с верхней разводкой

Источник теплоснабжения: Котельная

Ориентацию здания в отношении стран света принять самостоятельно

Срок выполнения работы с « » 2000 г.

по « » 2000 г.

Руководитель

(должность) (подпись) (Фамилия И.О.)

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДЕНИЙ

2 РАСЧЕТ ТЕПЛОПОТЕРЬ ОТАПЛИВАЕМЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

3 РАСЧЕТ ПОВЕРХНОСТИ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

4 РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

[5 РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ](#_Toc59979825)

[6 ВЫБОР ЦИРКУЛЯЦИОННОГО НАСОСОВ](#_Toc59979826)

[7 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ КОТЕЛЬНОЙ](#_Toc59979827)

8 ПОДБОР РАСШИРИТЕЛЬНОГО БАКА

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

# 1 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОГРАЖДЕНИЙ

**1.1 Исходные данные**

Температура наиболее холодной пятидневки: *tн*=-34 єС;

Средняя температура отопительного периода: *tо.п.* = -7,4 єС;

Продолжительность отопительного периода: *Zо.п.* = 218 суток;

Средняя скорость ветра за январь: *ω* = - м/с;

Зона влажности: «С»;

**1.2 Определение требуемых термических сопротивлений наружных ограждений**

Требуемое значение сопротивления теплопередаче находим по формуле:

,

где *tв* - расчётная температура воздуха в помещении, принимаемая по таблице 1.4 [1] *tв* = 20 єС;

- коэффициент теплоотдачи от воздуха помещения к внутренней поверхности наружного ограждения, принимаемое по таблице 1.5 [1] Вт/(м2∙К);

*n* - коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху;

*Δtн* - нормируемый температурный перепад между температурой воздуха в помещении и температурой внутренней поверхности ограждения, принемаемый по таблице 1.7 [1].

1 Наружные стены:

*n* = 1; *Δtн* = 4 єС;

.

2 Чердачное перекрытие:

*n* = 0,9; *Δtн* = 3 єС;

.

3 Надподвальное перекрытие:

*n* = 0,75; *Δtн* = 2 єС;

.

**1.3 Определение приведенных термических сопротивлений ограждений здания**

Вычислим градусосутки отопительного периода:

;

 °С ∙ сутки.

Вычислим приведённые термические сопротивления , м2∙К/Вт, наружных ограждений здания:

1 Стены:

;

 м2∙К/Вт.

Принимаем следующую конструкцию стены:

Рисунок 1.1 Разрез стены

Внутренняя штукатурка из цементно-песчаного раствора *λ1* = 0,8 Вт/(м∙єС), *δ1* = 0,020 м; Внутрнений и наружный слои кладки из обыкновенного глиняного кирпича на цементном песчаном растворе *λ2* = *λ4* = 0,81 Вт/(м∙єС); *δ2* = 0,250 м; *δ4* = 0,120 м; между слоями кирпичной кладки утеплитель из пенополиуретана *λ3* = 0,03 Вт/(м∙єС); *δ3* = *x* м.

Рассчитаем толщину утепляющего слоя из уровнения приняв :

,

где *αн*= 23 Вт/(м2∙єС) - коэффициент теплоотдачи в зимних условиях для наружных стен; для чердачных и надподвальных перекрытий *αн* = 12 Вт/(м2∙єС) по таблице 1.5 [1];

;

*x* = 0,086 м, принимаем толщину утеплителя *x* = 0,090 м.

Фактическое сопротивления теплопередаче Rф будет:

;

 (м2∙єС)/Вт.

 Вт/(м2∙єС).

2 Окна:

;

 м2∙К/Вт.

Выбираем двухкамерные пакет из стекла с селективным покрытием по таблице 3[3] м2∙К/Вт.

 Вт/(м2∙єС).

3 Перекрытия:

;

 м2∙К/Вт.

Принимаем следующую конструкцию чердачного перекрытия:

Рисунок 1.2 Чердачное перекрытие

Цементная стяжка *λ1* = 0,582 Вт/(м∙°С), *δ1* = 0,020 м; Пенополиуретан *λ2* = 0,03 Вт/(м∙°С), *δ2* = *x* м; Железобетонная плита *λ3* = 1,92 Вт/(м∙°С), *δ3* = 0,220 м; Затирка *λ4* = 0,582 Вт/(м∙°С), *δ4* = 0,005 м.

Рассчитаем толщину утепляющего слоя:

;

;

*x* = 0,127 м;

Принимаем толщину утеплителя 0,13 м.

Фактическое сопротивления теплопередаче *Rф* будет:

;

(м2∙єС)/Вт.

 Вт/(м2∙єС).

Принимаем следующую конструкцию надподвального перекрытия:

Рисунок 1.3 Надподвальное перекрытие

Линолеум *λ1* = 0,256 Вт/(м2∙°С); *δ1* = 0,005 м; Доска *λ2* = 0,174 Вт/(м2∙°С); *δ2* = 0,020 м; Выравнивающий слой из цементно-песчаного раствора *λ3* = 0,8 Вт/(м2∙єС); *δ3* = 0,015 м; Пенополиуретан *λ4* = 0,03 Вт/(м2∙°С); *δ4* = *x* м; Железобетонная плита *λ5* = 1,92 Вт/(м2∙°С); *δ5* = 0,220 м.

Рассчитаем толщину утепляющего слоя:

;

;

*x* = 0,124 м;

Принятая толщина утеплителя 0,13 м.

Фактическое сопротивления теплопередаче *Rф* будет



(м2∙єС)/Вт.

 Вт/(м2∙єС).

Так как конструкции наружных ограждений были выбраны при Ro > Rтр, то проверка на конденсацию водяных паров не требуется.

Фактическое сопротивление для толстой внутренней стены:

,

где, внутренняя штукатурка из цементно-песчаного раствора *λ1* = 0,8 Вт/(м∙єС), *δ1* = 0,020 м; слой кладки из обыкновенного глиняного кирпича на цементном песчаном растворе *λ2* = 0,81 Вт/(м∙єС); *δ2* = 0,24 м;

(м2∙єС)/Вт.

 Вт/(м2∙єС).

Фактическое сопротивление для тонкой внутренней стены:

,

где, внутренняя штукатурка из цементно-песчаного раствора *λ1* = 0,8 Вт/(м∙єС), *δ1* = 0,020 м; слой кладки из обыкновенного глиняного кирпича на цементном песчаном растворе *λ2* = 0,81 Вт/(м∙єС); *δ2* = 0,12 м;

 (м2∙єС)/Вт.

 Вт/(м2∙єС).

Сопротивление теплопередачи наружных двойных дверей принимаем по таблице 1.16 [1], (м2∙єС)/Вт.  Вт/(м2∙єС).

# 2 РАСЧЕТ ТЕПЛОПОТЕРЬ ОТАПЛИВАЕМЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Потери тепла помещениями через ограждающие конструкции, учитываемые при проектировании систем отопления, разделяются на основные, условно называемые нормальными, и добавочные, которыми учитывается ряд факторов, влияющих на величину теплопотерь.

Основные теплопотери помещений Q, Вт, слагаются из потерь тепла через отдельные ограждающие конструкции, определяемые по формуле:

*Q* = *F∙k∙(tB* - *tH)∙n*,

где *F* - площадь ограждающей конструкции, через которую происходит потеря тепла, м2

*k* - коэффициент теплопередачи данной ограждающей конструкции, Вт/(м2·К);

*tв* - расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

*tн* -расчетная температура наружного воздуха, °С;

*n* - поправочный коэффициент к расчетной разности температур (*tв* - *tн*).

Теплообмен через ограждения между смежными отапливаемыми помещениями при расчете теплопотерь учитывается, если разность температур воздуха, этих помещений более 3° С. При меньшей разности температур теплообмен незначителен и не учитывается. Расчет теплопотерь сведем в таблицу.

Таблица 1 Расчёт теплопотерь.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № отапливаемого помещения | Наименование помещения и tв, оС | Наименование ограждения | Ориентация ограждения | Размеры ограждения | Площадь ограждения, м2 | Расчётная разность температур tв-tн,оС | n | *k*, Вт/(м2∙єС) | Qосн, Вт | Добавки, % | Qдоб, Вт | Qобщ, Вт | Суммарные потери помещения, Вт |
| а, м | b, м | Страны света | Ветер | Другие |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 101 | Умывальная | 20 | НС | З | 3,0 | 2,9 | 8,7 | 54 | 1 | 0,275 | 129 | 5 | 5 | 0 | 13 | 142 | 427 |
| ДО | З | 0,9 | 1,5 | 1,4 | 54 | 1 | 1,196 | 90 | 5 | 5 | 0 | 9 | 99 |
| ВС | - | 1,8 | 2,5 | 4,5 | 4 | 1 | 2,336 | 42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 42 |
| ПЛ | - | 3,0 | 5,7 | 17,1 | 54 | 0,75 | 0,208 | 144 | 0 | 0 | 0 | 0 | 144 |
| 102 | Туалет | 16 | НС | З | 3,3 | 2,9 | 9,6 | 50 | 1 | 0,275 | 132 | 5 | 5 | 5 | 20 | 152 | 398 |
| НС | С | 2,3 | 2,9 | 6,7 | 50 | 1 | 0,275 | 92 | 10 | 5 | 5 | 18 | 110 |
| ДО | З | 0,9 | 1,5 | 1,4 | 50 | 1 | 1,196 | 84 | 5 | 5 | 5 | 13 | 97 |
| ПЛ | - | 2,8 | 1,8 | 5,0 | 50 | 0,75 | 0,208 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 39 |
| 103 | Душевая | 25 | НС | С | 4,0 | 2,9 | 11,6 | 59 | 1 | 0,275 | 188 | 10 | 5 | 0 | 28 | 216 | 905 |
| ДО | С | 1,8 | 1,5 | 2,7 | 59 | 1 | 1,196 | 191 | 10 | 5 | 0 | 29 | 220 |
| ВС | - | 4,0 | 2,5 | 10,0 | 5 | 1 | 2,336 | 117 | 0 | 0 | 0 | 0 | 117 |
| ВС | - | 3,0 | 2,5 | 7,5 | 9 | 1 | 2,336 | 158 | 0 | 0 | 0 | 0 | 158 |
| ВС | - | 3,0 | 2,5 | 7,5 | 7 | 1 | 1,736 | 91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 91 |
| ПЛ | - | 2,8 | 4,0 | 11,2 | 59 | 0,75 | 0,208 | 103 | 0 | 0 | 0 | 0 | 103 |
| 104 | Жилая комната | 20 | НС | С | 3,0 | 2,9 | 8,7 | 54 | 1 | 0,275 | 129 | 10 | 5 | 0 | 19 | 148 | 428 |
| ДО | С | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 54 | 1 | 1,196 | 116 | 10 | 5 | 0 | 17 | 133 |
| ПЛ | - | 5,8 | 3,0 | 17,4 | 54 | 0,75 | 0,208 | 147 | 0 | 0 | 0 | 0 | 147 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 105 | Жилая комната | 20 | НС | С | 4,0 | 2,9 | 11,6 | 54 | 1 | 0,275 | 172 | 10 | 5 | 0 | 26 | 198 | 593 |
| ДО | С | 1,8 | 1,5 | 2,7 | 54 | 1 | 1,196 | 174 | 10 | 5 | 0 | 26 | 200 |
| ПЛ | - | 5,8 | 4,0 | 23,2 | 54 | 0,75 | 0,208 | 195 | 0 | 0 | 0 | 0 | 195 |
| 106 | Жилая комната | 20 | НС | С | 4,0 | 2,9 | 11,6 | 54 | 1 | 0,275 | 172 | 10 | 5 | 0 | 26 | 198 | 671 |
| ДО | С | 1,8 | 1,5 | 2,7 | 54 | 1 | 1,196 | 174 | 10 | 5 | 0 | 26 | 200 |
| ВС | - | 4,5 | 2,5 | 11,3 | 4 | 1 | 1,736 | 78 | 0 | 0 | 0 | 0 | 78 |
| ПЛ | - | 5,8 | 4,0 | 23,2 | 54 | 0,75 | 0,208 | 195 | 0 | 0 | 0 | 0 | 195 |
| 107 | Кладовая | 16 | НС | С | 3,1 | 2,9 | 6,4 | 50 | 1 | 0,275 | 88 | 10 | 5 | 0 | 13 | 101 | 1525 |
| ДД | С | 1,3 | 2,0 | 2,6 | 50 | 1 | 2,326 | 302 | 10 | 5 | 276 | 879 | 1181 |
| ПТ | - | 4,5 | 3,1 | 14,0 | 50 | 0,9 | 0,213 | 134 | 0 | 0 | 0 | 0 | 134 |
| ПЛ | - | 4,5 | 3,1 | 14,0 | 50 | 0,75 | 0,208 | 109 | 0 | 0 | 0 | 0 | 109 |
| 108 | Кухня | 18 | НС | С | 2,9 | 2,9 | 8,4 | 52 | 1 | 0,275 | 120 | 10 | 5 | 0 | 18 | 138 | 978 |
| ДО | С | 1,8 | 1,5 | 2,7 | 52 | 1 | 1,196 | 168 | 10 | 5 | 0 | 25 | 193 |
| ПТ | - | 8,3 | 6,0 | 35,8 | 52 | 0,9 | 0,213 | 357 | 0 | 0 | 0 | 0 | 357 |
| ПЛ | - | 8,3 | 6,0 | 35,8 | 52 | 0,75 | 0,208 | 290 | 0 | 0 | 0 | 0 | 290 |
| 109 | Разделочная | 18 | НС | С | 3,2 | 2,9 | 9,3 | 52 | 1 | 0,275 | 133 | 10 | 5 | 0 | 20 | 153 | 567 |
| ДО | С | 1,8 | 1,5 | 2,7 | 52 | 1 | 1,196 | 168 | 10 | 5 | 0 | 25 | 193 |
| ПТ | - | 3,8 | 3,2 | 12,2 | 52 | 0,9 | 0,213 | 122 | 0 | 0 | 0 | 0 | 122 |
| ПЛ | - | 3,8 | 3,2 | 12,2 | 52 | 0,75 | 0,208 | 99 | 0 | 0 | 0 | 0 | 99 |
| 110 | Мойка | 20 | НС | С | 3,1 | 2,9 | 9,0 | 54 | 1 | 0,275 | 134 | 10 | 5 | 5 | 27 | 161 | 708 |
| НС | В | 4,3 | 2,9 | 12,5 | 54 | 1 | 0,275 | 186 | 10 | 5 | 5 | 37 | 223 |
| ДО | С | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 54 | 1 | 1,196 | 116 | 10 | 5 | 5 | 23 | 139 |
| ПТ | - | 3,8 | 2,6 | 9,9 | 54 | 0,9 | 0,213 | 102 | 0 | 0 | 0 | 0 | 102 |
| ПЛ | - | 3,8 | 2,6 | 9,9 | 54 | 0,75 | 0,208 | 83 | 0 | 0 | 0 | 0 | 83 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 111 | Столовая | 18 | НС | В | 10,3 | 2,9 | 29,9 | 52 | 1 | 0,275 | 428 | 10 | 5 | 5 | 86 | 514 | 2325 |
| НС | Ю | 6,3 | 2,9 | 18,3 | 52 | 1 | 0,275 | 262 | 0 | 5 | 5 | 26 | 288 |
| ДО | В | 3,6 | 1,5 | 5,4 | 52 | 1 | 0,921 | 259 | 10 | 5 | 5 | 52 | 311 |
| ДО | Ю | 1,8 | 1,5 | 2,7 | 52 | 1 | 1,196 | 168 | 0 | 5 | 5 | 17 | 185 |
| ПТ | - | 9,8 | 5,8 | 56,8 | 52 | 0,9 | 0,213 | 566 | 0 | 0 | 0 | 0 | 566 |
| ПЛ | - | 9,8 | 5,8 | 56,8 | 52 | 0,75 | 0,208 | 461 | 0 | 0 | 0 | 0 | 461 |
| 112 | Вестибюль | 16 | НС | Ю | 6,0 | 2,9 | 14,6 | 50 | 1 | 0,275 | 201 | 0 | 5 | 0 | 10 | 211 | 1983 |
| ДД | Ю | 1,4 | 2,0 | 2,8 | 50 | 1 | 2,326 | 326 | 0 | 5 | 219 | 730 | 1056 |
| ДО | Ю | 2,4 | 1,5 | 3,6 | 50 | 1 | 0,921 | 166 | 0 | 5 | 0 | 8 | 174 |
| ПТ | - | 5,2 | 6,0 | 31,2 | 50 | 0,9 | 0,213 | 299 | 0 | 0 | 0 | 0 | 299 |
| ПЛ | - | 5,2 | 6,0 | 31,2 | 50 | 0,75 | 0,208 | 243 | 0 | 0 | 0 | 0 | 243 |
| 113 | Администраторная | 18 | НС | Ю | 4,0 | 2,9 | 11,6 | 52 | 1 | 0,275 | 166 | 0 | 5 | 0 | 8 | 174 | 447 |
| ДО | Ю | 1,8 | 1,5 | 2,7 | 52 | 1 | 1,196 | 168 | 0 | 5 | 0 | 8 | 176 |
| ПЛ | - | 4,0 | 3,0 | 12,0 | 52 | 0,75 | 0,208 | 97 | 0 | 0 | 0 | 0 | 97 |
| 114 | Жилая комната | 20 | НС | Ю | 4,0 | 2,9 | 11,6 | 54 | 1 | 0,275 | 172 | 0 | 5 | 5 | 17 | 189 | 575 |
| ДО | Ю | 1,8 | 1,5 | 2,7 | 54 | 1 | 1,196 | 174 | 0 | 5 | 5 | 17 | 191 |
| ПЛ | - | 5,8 | 4,0 | 23,2 | 54 | 0,75 | 0,208 | 195 | 0 | 0 | 0 | 0 | 195 |
| 115 | Жилая комната | 20 | НС | Ю | 4,0 | 2,9 | 11,6 | 54 | 1 | 0,275 | 172 | 0 | 5 | 5 | 17 | 189 | 575 |
| ДО | Ю | 1,8 | 1,5 | 2,7 | 54 | 1 | 1,196 | 174 | 0 | 5 | 5 | 17 | 191 |
| ПЛ | - | 5,8 | 4,0 | 23,2 | 54 | 0,75 | 0,208 | 195 | 0 | 0 | 0 | 0 | 195 |
| 116 | Жилая комната | 20 | НС | Ю | 4,0 | 2,9 | 11,6 | 54 | 1 | 0,275 | 172 | 0 | 5 | 5 | 17 | 189 | 575 |
| ДО | Ю | 1,8 | 1,5 | 2,7 | 54 | 1 | 1,196 | 174 | 0 | 5 | 5 | 17 | 191 |
| ПЛ | - | 5,8 | 4,0 | 23,2 | 54 | 0,75 | 0,208 | 195 | 0 | 0 | 0 | 0 | 195 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 117 | Жилая комната | 20 | НС | Ю | 4,3 | 2,9 | 12,5 | 54 | 1 | 0,275 | 186 | 0 | 5 | 5 | 19 | 205 | 1094 |
| НС | З | 6,3 | 2,9 | 18,3 | 54 | 1 | 0,275 | 272 | 5 | 5 | 5 | 41 | 313 |
| ДО | Ю | 1,8 | 1,5 | 2,7 | 54 | 1 | 1,196 | 174 | 0 | 5 | 5 | 17 | 191 |
| ДО | З | 1,8 | 1,5 | 2,7 | 54 | 1 | 1,196 | 174 | 5 | 5 | 5 | 26 | 200 |
| ПЛ | - | 5,8 | 3,8 | 22,0 | 54 | 0,75 | 0,208 | 185 | 0 | 0 | 0 | 0 | 185 |
| 118 | Коридор | 18 | НС | З | 2,0 | 3,2 | 3,6 | 52 | 1 | 0,275 | 51 | 5 | 5 | 0 | 5 | 56 | 841 |
| ДД | З | 1,4 | 2,0 | 2,8 | 52 | 1 | 2,326 | 339 | 5 | 5 | 0 | 34 | 373 |
| ПЛ | - | 2,0 | 19,8 | 50,8 | 52 | 0,75 | 0,208 | 412 | 0 | 0 | 0 | 0 | 412 |
| 201 | Умывальная | 20 | НС | З | 2,9 | 2,9 | 8,4 | 54 | 1 | 0,275 | 125 | 5 | 5 | 0 | 13 | 138 | 453 |
| ДО | З | 0,9 | 1,5 | 1,4 | 54 | 1 | 1,196 | 90 | 5 | 5 | 0 | 9 | 99 |
| ВС | - | 1,8 | 2,5 | 4,5 | 4 | 1 | 2,336 | 42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 42 |
| ПТ | - | 2,9 | 5,8 | 16,8 | 54 | 0,9 | 0,213 | 174 | 0 | 0 | 0 | 0 | 174 |
| 202 | Туалет | 16 | НС | З | 3,3 | 2,9 | 9,6 | 50 | 1 | 0,275 | 132 | 5 | 5 | 5 | 20 | 152 | 409 |
| НС | С | 2,3 | 2,9 | 6,7 | 50 | 1 | 0,277 | 93 | 10 | 5 | 5 | 19 | 112 |
| ДО | З | 0,9 | 1,5 | 1,4 | 50 | 1 | 1,196 | 84 | 5 | 5 | 5 | 13 | 97 |
| ПТ | - | 2,8 | 1,8 | 5,0 | 50 | 0,9 | 0,213 | 48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 48 |
| 203 | Душевая | 25 | НС | С | 4,0 | 2,9 | 11,6 | 59 | 1 | 0,275 | 188 | 10 | 5 | 0 | 28 | 216 | 929 |
| ДО | С | 1,8 | 1,5 | 2,7 | 59 | 1 | 1,196 | 191 | 10 | 5 | 0 | 29 | 220 |
| ВС | - | 4,0 | 2,5 | 10,0 | 5 | 1 | 2,336 | 117 | 0 | 0 | 0 | 0 | 117 |
| ВС | - | 3,0 | 2,5 | 7,5 | 9 | 1 | 2,336 | 158 | 0 | 0 | 0 | 0 | 158 |
| ВС | - | 3,0 | 2,5 | 7,5 | 7 | 1 | 1,736 | 91 | 0 | 0 | 0 | 0 | 91 |
| ПТ | - | 2,8 | 4,0 | 11,2 | 59 | 0,9 | 0,213 | 127 | 0 | 0 | 0 | 0 | 127 |
| 204 | Жилая комната | 20 | НС | С | 3,0 | 2,9 | 8,7 | 54 | 1 | 0,275 | 129 | 10 | 5 | 0 | 19 | 148 | 461 |
| ДО | С | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 54 | 1 | 1,196 | 116 | 10 | 5 | 0 | 17 | 133 |
| ПТ | - | 5,8 | 3,0 | 17,4 | 54 | 0,9 | 0,213 | 180 | 0 | 0 | 0 | 0 | 180 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 205 | Жилая комната | 20 | НС | С | 4,0 | 2,9 | 11,6 | 54 | 1 | 0,275 | 172 | 10 | 5 | 0 | 26 | 198 | 638 |
| ДО | С | 1,8 | 1,5 | 2,7 | 54 | 1 | 1,196 | 174 | 10 | 5 | 0 | 26 | 200 |
| ПТ | - | 5,8 | 4,0 | 23,2 | 54 | 0,9 | 0,213 | 240 | 0 | 0 | 0 | 0 | 240 |
| 206 | Жилая комната | 20 | НС | С | 4,3 | 2,9 | 12,5 | 54 | 1 | 0,275 | 186 | 10 | 5 | 5 | 37 | 223 | 1204 |
| НС | В | 6,4 | 2,9 | 18,6 | 54 | 1 | 0,275 | 276 | 10 | 5 | 5 | 55 | 331 |
| ДО | С | 1,8 | 1,5 | 2,7 | 54 | 1 | 1,196 | 174 | 10 | 5 | 5 | 35 | 209 |
| ДО | В | 1,8 | 1,5 | 2,7 | 54 | 1 | 1,196 | 174 | 10 | 5 | 5 | 35 | 209 |
| ПТ | - | 5,9 | 3,8 | 22,4 | 54 | 0,9 | 0,213 | 232 | 0 | 0 | 0 | 0 | 232 |
| 207 | Жилая комната | 20 | НС | В | 6,4 | 2,9 | 18,6 | 54 | 1 | 0,275 | 276 | 10 | 5 | 5 | 55 | 331 | 1168 |
| НС | Ю | 4,3 | 2,9 | 12,5 | 54 | 1 | 0,275 | 186 | 0 | 5 | 5 | 19 | 205 |
| ДО | В | 1,8 | 1,5 | 2,7 | 54 | 1 | 1,196 | 174 | 10 | 5 | 5 | 35 | 209 |
| ДО | Ю | 1,8 | 1,5 | 2,7 | 54 | 1 | 1,196 | 174 | 0 | 5 | 5 | 17 | 191 |
| ПТ | - | 5,9 | 3,8 | 22,4 | 54 | 0,9 | 0,213 | 232 | 0 | 0 | 0 | 0 | 232 |
| 208 | Жилая комната | 20 | НС | Ю | 4,0 | 2,9 | 11,6 | 54 | 1 | 0,275 | 172 | 0 | 5 | 0 | 9 | 181 | 604 |
| ДО | Ю | 1,8 | 1,5 | 2,7 | 54 | 1 | 1,196 | 174 | 0 | 5 | 0 | 9 | 183 |
| ПТ | - | 5,8 | 4,0 | 23,2 | 54 | 0,9 | 0,213 | 240 | 0 | 0 | 0 | 0 | 240 |
| 209 | Жилая комната | 20 | НС | Ю | 4,0 | 2,9 | 11,6 | 54 | 1 | 0,275 | 172 | 0 | 5 | 0 | 9 | 181 | 604 |
| ДО | Ю | 1,8 | 1,5 | 2,7 | 54 | 1 | 1,196 | 174 | 0 | 5 | 0 | 9 | 183 |
| ПТ | - | 5,8 | 4,0 | 23,2 | 54 | 0,9 | 0,213 | 240 | 0 | 0 | 0 | 0 | 240 |
| 210 | Жилая комната | 20 | НС | Ю | 4,0 | 2,9 | 11,6 | 54 | 1 | 0,275 | 172 | 0 | 5 | 0 | 9 | 181 | 604 |
| ДО | Ю | 1,8 | 1,5 | 2,7 | 54 | 1 | 1,196 | 174 | 0 | 5 | 0 | 9 | 183 |
| ПТ | - | 5,8 | 4,0 | 23,2 | 54 | 0,9 | 0,213 | 240 | 0 | 0 | 0 | 0 | 240 |
| 211 | Жилая комната | 20 | НС | Ю | 4,3 | 2,9 | 12,5 | 54 | 1 | 0,275 | 186 | 0 | 5 | 5 | 19 | 205 | 1137 |
| НС | З | 6,3 | 2,9 | 18,3 | 54 | 1 | 0,275 | 272 | 5 | 5 | 5 | 41 | 313 |
| ДО | Ю | 1,8 | 1,5 | 2,7 | 54 | 1 | 1,196 | 174 | 0 | 5 | 5 | 17 | 191 |
| ДО | З | 1,8 | 1,5 | 2,7 | 54 | 1 | 1,196 | 174 | 5 | 5 | 5 | 26 | 200 |
| ПТ | - | 5,8 | 3,8 | 22,0 | 54 | 0,9 | 0,213 | 228 | 0 | 0 | 0 | 0 | 228 |
| 212 | Коридор | 18 | НС | З | 2,0 | 2,9 | 5,8 | 52 | 1 | 0,275 | 83 | 5 | 5 | 0 | 8 | 91 | 829 |
| НС | В | 2,0 | 2,9 | 5,8 | 52 | 1 | 0,275 | 83 | 10 | 5 | 0 | 12 | 95 |
| ДО | З | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 52 | 1 | 1,196 | 112 | 5 | 5 | 0 | 11 | 123 |
| ДО | В | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 52 | 1 | 1,196 | 112 | 10 | 5 | 0 | 17 | 129 |
| ПТ | - | 19,6 | 2,0 | 39,2 | 52 | 0,9 | 0,213 | 391 | 0 | 0 | 0 | 0 | 391 |
| А | Лестничная клетка | 18 | НС | С | 3,0 | 6,5 | 19,5 | 52 | 1 | 0,275 | 279 | 10 | 5 | 0 | 42 | 321 | 1816 |
| ДО | С | 1,3 | 1,5 | 2,0 | 52 | 1 | 1,196 | 124 | 10 | 5 | 0 | 19 | 143 |
| ДД | C | 1,3 | 2,0 | 2,6 | 52 | 1 | 1,725 | 233 | 10 | 5 | 0 | 35 | 268 |
| ПТ | - | 5,8 | 3,0 | 17,4 | 52 | 0,9 | 0,213 | 173 | 0 | 0 | 0 | 0 | 173 |
| ПЛ | Позонный расчёт | 911 |
| Итого по зданию | 26471 |

Таблица 2 Позонный расчет пола

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Зоны | F, м2 | *R,* Вт/(м2∙єС) | *tв,* єС | *tн,* єС | *n* | *Qпл, Вт* |
| Зона 1 | 34 | 2,1 | 18 | -34 | 1 | 841,9 |
| Зона 2 | 5,72 | 4,3 | 18 | -34 | 1 | 69,17 |

Итог: *Qпл =* 849,1 + 69,17 = 911,1 Вт

Определяем удельную тепловую характеристику здания:

,

где - суммарные теплопотери всех помещении здания;

, м3, объём здания;

м3 ;

Вт/м3 ∙ °С.

Должно выполнятся условие. Нормативное значение берётся по таблице 4 [3] в зависимости от . Значение нормируемой удельной тепловой характеристики для гражданского здания (туристическая база) . Так как 0,16 < 0,35, следовательно, условие выполняется.

# 3 РАСЧЕТ ПОВЕРХНОСТИ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Для поддержания в помещении требуемой температуры необходимо, чтобы количество тепла, отдаваемого нагревательными приборами, установленными в помещении, соответствовало расчетным теплопотерям помещения.

Количество тепла *Q*, Вт, отдаваемого прибором, пропорционально площади поверхности его нагрева *Fпр*, экм и коэффициенту теплоотдачи прибора *qпр*.

Исходя из этого, можно написать:

;

,

где,  - теплоотдача прибора, Вт/экм, находим по таблице III.22. [1].

При учете дополнительных факторов, влияющих на теплопередачу приборов, формула для расчёта поверхности прибора принимает общий вид:

,

где *β1* – коэффициент, учитывающий охлаждение воды в трубах;

*β2* ­– коэффициент, учитывающий способ установки прибора;

Число секций в радиаторах определяется по формуле:

,

где *β 3* – коэффициент, учитывающий число секций приборов типа М-140 [5];

.

Площадь поверхности нагрева одной секции М-140-АО-300 = 0,217 экм.В процессе определения необходимой площади поверхности нагревательных приборов исходные и получаемые данные записывают в бланк. Разность между фактической и расчётной площадью поверхности прибора должна быть более -5%. Расчёт нагревательных приборов заносим в таблицу 2.

Таблица 2 Расчёт нагревательных приборов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № Помещения | Температура воздуха в помещении tв, оС | Расчётная нагрузка на прибор Qпот, Вт | Коэффициент теплоотдачи прибора qпр Вт/экм | Способ подачи теплоносителя | Поправочные коэффициенты | Площадь нагревательного прибора Fпр, экм | Расчётное количество секций | Принятое количество секций n, шт | Количество приборов m, шт | Площадь нагревательного прибора Fф, м2 | Невязка Δ, % |
| Учитывающий охлаждение воды в трубах β1 | Учитывающий способ установки прибора β2 | Учитывающий число секций прибора β3 |
| 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 101 | 20 | 427 | 488,46 | Сверху - вниз | 1,05 | 1 | 1,04 | 0,918 | 4,1 | 5 | 1 | 1,085 | 15 |
| 102 | 16 | 398 | 523,35 | 1,05 | 1 | 1,05 | 0,799 | 3,5 | 4 | 1 | 0,868 | 8 |
| 103 | 25 | 905 | 436,12 | 1,05 | 1 | 1,00 | 2,179 | 10,1 | 11 | 1 | 2,387 | 9 |
| 104 | 20 | 428 | 488,46 | 1,05 | 1 | 1,04 | 0,920 | 4,1 | 5 | 1 | 1,085 | 15 |
| 105 | 20 | 593 | 488,46 | 1,05 | 1 | 1,02 | 1,275 | 5,8 | 6 | 1 | 1,302 | 2 |
| 106 | 20 | 671 | 488,46 | 1,05 | 1 | 1,01 | 1,442 | 6,6 | 7 | 1 | 1,519 | 5 |
| 107 | 16 | 1525 | 523,35 | 1,05 | 1 | 0,99 | 3,060 | 14,2 | 15 | 1 | 3,255 | 6 |
| 108 | 18 | 978 | 505,91 | 1,05 | 1 | 1,00 | 2,030 | 9,4 | 10 | 1 | 2,170 | 6 |
| 109 | 18 | 567 | 505,91 | 1,05 | 1 | 1,02 | 1,177 | 5,3 | 6 | 1 | 1,302 | 10 |
| 110 | 20 | 708 | 488,46 | 1,05 | 1 | 1,01 | 1,522 | 6,9 | 7 | 1 | 1,519 | 0 |
| 111 | 18 | 2325 | 505,91 | 1,05 | 1 | 0,98 | 4,825 | 22,6 | 23 | 3 | 4,991 | 3 |
| 112 | 16 | 1983 | 523,35 | 1,05 | 1 | 0,99 | 3,979 | 18,6 | 19 | 2 | 4,123 | 4 |
| 113 | 18 | 447 | 505,91 | 1,05 | 1 | 1,03 | 0,928 | 4,1 | 5 | 1 | 1,085 | 14 |
| 114 | 20 | 575 | 488,46 | 1,05 | 1 | 1,02 | 1,236 | 5,6 | 6 | 1 | 1,302 | 5 |
| 115 | 20 | 575 | 488,46 | 1,05 | 1 | 1,02 | 1,236 | 5,6 | 6 | 1 | 1,302 | 5 |
| 116 | 20 | 575 | 488,46 | 1,05 | 1 | 1,02 | 1,236 | 5,6 | 6 | 1 | 1,302 | 5 |
| 117 | 20 | 1094 | 488,46 | 1,05 | 1 | 1,00 | 2,352 | 10,9 | 11 | 2 | 2,387 | 1 |
| 118 | 18 | 841 | 505,91 | 1,05 | 1 | 1,00 | 1,745 | 8,0 | 9 | 1 | 1,953 | 11 |
| 201 | 20 | 453 | 488,46 | 1 | 1 | 1,03 | 0,927 | 4,1 | 5 | 1 | 1,085 | 15 |
| 202 | 16 | 409 | 523,35 | 1 | 1 | 1,05 | 0,782 | 3,4 | 4 | 1 | 0,868 | 10 |
| 203 | 25 | 929 | 436,12 | 1 | 1 | 1,00 | 2,130 | 9,8 | 10 | 1 | 2,170 | 2 |
| 204 | 20 | 461 | 488,46 | 1 | 1 | 1,03 | 0,944 | 4,2 | 5 | 1 | 1,085 | 13 |
| 205 | 20 | 638 | 488,46 | 1 | 1 | 1,02 | 1,306 | 5,9 | 6 | 1 | 1,302 | 0 |
| 206 | 20 | 1204 | 488,46 | 1 | 1 | 0,99 | 2,465 | 11,4 | 12 | 2 | 2,604 | 5 |
| 207 | 20 | 1168 | 488,46 | 1 | 1 | 1,00 | 2,391 | 11,1 | 11 | 2 | 2,387 | 0 |
| 208 | 20 | 516 | 488,46 | 1 | 1 | 1,03 | 1,056 | 4,7 | 5 | 1 | 1,085 | 3 |
| 208 | 20 | 604 | 488,46 | 1 | 1 | 1,02 | 1,237 | 5,6 | 6 | 1 | 1,302 | 5 |
| 209 | 20 | 604 | 488,46 | 1 | 1 | 1,02 | 1,237 | 5,6 | 6 | 1 | 1,302 | 5 |
| 210 | 20 | 604 | 488,46 | 1 | 1 | 1,02 | 1,237 | 5,6 | 6 | 1 | 1,302 | 5 |
| 212 | 18 | 829 | 505,91 | 1 | 1 | 1,01 | 1,639 | 7,5 | 8 | 2 | 1,736 | 6 |
| А | 18 | 1816 | 505,91 | 1,03 | 1 | 0,99 | 3,697 | 17,3 | 18 | 2 | 3,906 | 5 |

# 4 РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДОВ ДВУХТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Как известно из гидравлики при движении реальной жидкости по трубам всегда имеют место потери давления на преодоление сопротивления двух видов – трения и местных сопротивлений. К местным сопротивлениям относятся тройники крестовины, отводы, вентили, краны нагревательных приборов, котлы, теплообменники и т. д..

Потери давления *Rт*, Па, на преодоление трения на участке трубопровода с

постоянным расходом движущейся среды (воды, пара) и неизменным диаметром определяют по формуле:

,

где *R* – удельная потеря давления;

*l* – длина участка трубопровода.

Потерю давления на преодоление местных сопротивлений, Па, оп­ределяют по формуле:



где  – сумма коэффициентов местных сопротивлений в данном участке трубопро­вода, величина безразмерная;

 – динамическое давление воды в данном участке трубопровода, Па.

Общее сопротивление, возникающее при движении воды в трубопроводе циркуляционного кольца, включая отопительный прибор, котел и арматуру, может быть представлено как сумма потерь давления на трение *ΣR·l* и сумма потерь в местных сопротивлениях *ΣΖ* уравнением:

,

где *Ρр* – располагаемое давление.

Расчёт сети начинают с главного циркуляционного кольца, для которого *Rср* имеет наименьшую величину.

Кроме величины *Rср*, для подбора диаметра трубопроводов по таблице или номограмме необходимо знать количество воды *G*, кг/ч, протекающей по каждому расчетному участку циркуляционного кольца.

Величина G определяется по формуле:

, кг/ч

где Q – тепловая нагрузка расчетного участка по теплоотдаче приборов, Вт;

tг-tо – перепад температур воды в системе, оС;

с – теплоемкость воды, кДж/(кг·К);

3,6 – коэффициент перевода единиц Вт в кДж/ч.

Ориентируясь на полученное значение Rср, и определив количество воды

G, кг/ч, можно с помощью номограммы или расчетной таблицы подобрать оптимальные диаметры труб расчетного кольца. Все данные, получаемые при расчете трубопровода, заносят в таблицу.

При расчете отдельных участков трубопровода необходимо иметь в виду следующее: местное сопротивление тройников и крестовин относят лишь к расчетным участкам с наименьшим расходом воды; местные сопротивления нагревательных приборов, котлов и бойлеров учитывают поровну в каждом примыкающем к ним трубопроводе.

Если по произведенному расчету с учетом запаса до 10% расходуемое давление в системе будет больше или меньше располагаемого давления, то на отдельных участках кольца следует изменить диаметры труб.

Невязка в расходуемом давлении между отдельными циркуляцион­ными кольцами допускается в однотрубных системах и двухтрубных си­стемах с попутным движением воды до 15%, а в двухтрубных с тупиковой разводкой – до 25%.

Расчет трубопроводов двухтрубной системы водяного отопления с искусственной циркуляцией воды отличается от расчета трубопроводов такой же системы, но с естественной циркуляцией воды определением располагаемого давления. В системе с искусственной циркуляцией оно складывается из давления, возникающего в результате охлаждения воды в приборах и трубопроводах, и давления, которое создается насосом.

Располагаемое давление в этом случае определяется по выражению

,

где *ΔРпр* – естественное давление, возникающее при охлаждении воды в приборах. Па,

*ΔРтр* – естественное давление, возникающее в результате охлаждения воды в трубо­проводах, Па;

*Рнас* – давление, создаваемое насосом, Па.

Аксонометрическая схема системы отопления представлена на рисунке 4.

Гидравлический расчёт системы отопления сводим в таблицу 3.

Рисунок 4 Аксонометрическая схема системы отопления

Таблица 3 Гидравлический расчёт системы отопления.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № участка | Тепловая нагрузка на участок Qуч, Вт | Расход теплоно-сителя на участке G, кг/ч | Длинна участка l, м | Диаметр трубы d, мм | Скорость воды на участке W, м/с | Динами-ческий напор hw, Па | Удельная потеря давления на трение R, Па | Потеря давления на трение Rl, Па | Сумма коэффици-ентов местных сопротивлений Σζ | Потеря давления на местные сопротив-ления ΔP=Σζ·hw,Па | Полные потери давления на трение ΔP, Па |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Большое циркуляционное кольцо |
| 1 | 841 | 28,93 | 1,2 | 20 | 0,026 | 0,33 | 0,58 | 0,70 | 2,1 | 0,70 | 1,40 |
| 2 | 1256 | 43,21 | 8,362 | 20 | 0,039 | 0,75 | 1,30 | 10,88 | 2,5 | 1,87 | 12,75 |
| 3 | 3487 | 119,95 | 7,783 | 25 | 0,069 | 2,36 | 3,11 | 24,20 | 1,0 | 2,36 | 26,56 |
| 4 | 5845 | 201,07 | 7,615 | 25 | 0,116 | 6,63 | 8,74 | 66,52 | 1,0 | 6,63 | 73,15 |
| 5 | 7024 | 241,63 | 3,711 | 25 | 0,140 | 9,57 | 12,61 | 46,81 | 1,5 | 14,36 | 61,17 |
| 6 | 8639 | 297,18 | 5,838 | 25 | 0,172 | 14,48 | 19,08 | 111,40 | 3,5 | 50,67 | 162,07 |
| 7 | 9053 | 311,43 | 0,911 | 25 | 0,180 | 15,90 | 20,96 | 19,09 | 1,5 | 23,85 | 42,94 |
| 8 | 12586 | 432,96 | 2,162 | 25 | 0,251 | 30,73 | 40,50 | 87,57 | 3,5 | 107,55 | 195,12 |
| 9 | 26471 | 910,61 | 25,45 | 32 | 0,322 | 50,64 | 49,02 | 1247,62 | 5,0 | 253,18 | 1500,80 |
| 10 | 13235,5 | 455,31 | 1,163 | 25 | 0,264 | 33,98 | 44,79 | 52,09 | 4,5 | 152,92 | 205,01 |
| 11 | 13235,5 | 455,31 | 1,163 | 25 | 0,264 | 33,98 | 45,53 | 52,95 | 6,0 | 203,89 | 256,84 |
| 12 | 26471 | 910,61 | 33,732 | 32 | 0,322 | 50,64 | 49,83 | 1680,88 | 5,0 | 253,18 | 1934,07 |
| 13 | 12586 | 432,96 | 0,8 | 25 | 0,251 | 30,23 | 41,17 | 32,94 | 2,0 | 60,46 | 93,40 |
| 14 | 12172 | 418,72 | 2 | 25 | 0,242 | 28,27 | 38,51 | 77,01 | 1,5 | 42,41 | 119,42 |
| 15 | 8639 | 297,18 | 4 | 25 | 0,172 | 14,24 | 19,40 | 77,59 | 1,5 | 21,36 | 98,95 |
| 16 | 7024 | 241,63 | 3,711 | 25 | 0,140 | 9,42 | 12,82 | 47,58 | 1,5 | 14,12 | 61,71 |
| 17 | 5845 | 201,07 | 7,615 | 25 | 0,116 | 6,52 | 8,88 | 67,62 | 1,0 | 6,52 | 74,14 |
| 18 | 3487 | 119,95 | 7,783 | 25 | 0,069 | 2,32 | 3,16 | 24,60 | 1,0 | 2,32 | 26,92 |
| 19 | 1256 | 43,21 | 8,321 | 25 | 0,025 | 0,30 | 0,41 | 3,41 | 2,5 | 0,75 | 4,16 |
| 20 | 841 | 28,93 | 4 | 20 | 0,026 | 0,33 | 0,59 | 2,37 | 4,6 | 1,52 | 3,89 |
| Малое циркуляционное кольцо |
| 21 | 575 | 19,78 | 0,9 | 20 | 0,018 | 0,16 | 0,3 | 0,2 | 2,1 | 0,3 | 0,6 |
| 22 | 1179 | 40,56 | 0,779 | 20 | 0,037 | 0,66 | 1,1 | 0,9 | 1,5 | 1,0 | 1,9 |
| 5 | 7024 | 241,63 | 3,711 | 25 | 0,140 | 9,57 | 12,6 | 46,8 | 1,5 | 14,4 | 61,2 |
| 6 | 8639 | 297,18 | 5,838 | 25 | 0,172 | 14,48 | 19,08 | 111,40 | 1,5 | 21,72 | 133,12 |
| 7 | 9053 | 311,43 | 0,911 | 25 | 0,180 | 15,90 | 20,96 | 19,09 | 3,5 | 55,64 | 74,73 |
| 8 | 12586 | 432,96 | 2,162 | 25 | 0,251 | 30,73 | 40,50 | 87,57 | 1,5 | 46,09 | 133,66 |
| 9 | 26471 | 910,61 | 25,45 | 32 | 0,322 | 50,64 | 49,02 | 1247,62 | 3,5 | 177,23 | 1424,84 |
| 10 | 13235,5 | 455,31 | 1,163 | 25 | 0,264 | 33,98 | 44,79 | 52,09 | 5,0 | 169,91 | 222,00 |
| 11 | 13235,5 | 455,31 | 1,163 | 25 | 0,264 | 33,98 | 44,79 | 52,09 | 4,5 | 152,92 | 205,01 |
| 12 | 26471 | 910,61 | 33,732 | 32 | 0,322 | 50,64 | 49,02 | 1653,62 | 6,0 | 303,82 | 1957,44 |
| 13 | 12586 | 432,96 | 0,8 | 25 | 0,251 | 30,73 | 40,50 | 32,40 | 5,0 | 153,64 | 186,04 |
| 14 | 12172 | 418,72 | 2 | 25 | 0,242 | 28,27 | 37,88 | 75,76 | 2,0 | 56,55 | 132,31 |
| 15 | 8639 | 297,18 | 4 | 25 | 0,172 | 14,24 | 19,08 | 76,33 | 1,5 | 21,36 | 97,69 |
| 16 | 7024 | 241,63 | 3,711 | 25 | 0,140 | 9,42 | 12,61 | 46,81 | 1,5 | 14,12 | 60,94 |
| 23 | 1179 | 40,56 | 3,821 | 20 | 0,037 | 0,65 | 1,15 | 4,38 | 2,5 | 1,62 | 6,00 |
| 24 | 575 | 19,78 | 3,7 | 20 | 0,018 | 0,15 | 0,27 | 1,01 | 4,6 | 0,71 | 1,72 |

Рассчитаем невязку:

%

Невязка допустима.

Расчёт местных сопротивлений сводим в таблицу 4.

Таблица 4 Расчёт местных сопротивлений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № участка | Характер сопротивления | Численное значение | Итого по участку |
| 1 | 0,5 радиатора | 0,6 | 2,1 |
| Тройник на проход с поворотом | 1,5 |
| 2 | Отвод на 90о | 1 | 2,5 |
| Тройник на проход с поворотом | 1,5 |
| 3 | Тройник на прямой проход | 1 | 1 |
| 4 | Тройник на прямой проход | 1 | 1 |
| 5 | Тройник на проход с поворотом | 1,5 | 1,5 |
| 6 | Задвижка | 0,5 | 3,5 |
| Тройник на противотоке | 3 |
| 7 | Тройник на проход с поворотом | 1,5 | 1,5 |
| 8 | Задвижка | 0,5 | 3,5 |
| Тройник на противотоке | 3 |
| 9 | Отвод на 90о | 1 | 5 |
| Тройник на прямой проход | 1 |
| Задвижка | 0,5 |
| Задвижка | 0,5 |
| Тройник на прямой проход | 1 |
| Отвод на 90о | 1 |
| 10 | Тройник на проход с поворотом | 1,5 | 4,5 |
| Отвод на 90о | 1 |
| Задвижка | 0,5 |
| 0,5 Котла | 1,5 |
| 11 | 0,5 Котла | 1,5 | 6 |
| Задвижка | 0,5 |
| Отвод на 90о | 1 |
| Тройник на противотоке | 3 |
| 12 | Отвод на 90о | 1 | 5 |
| Отвод на 90о | 1 |
| Отвод на 90о | 1 |
| Отвод на 90о | 1 |
| Отвод на 90о | 1 |
| 13 | Тройник на проход с поворотом | 1,5 | 2 |
| Задвижка | 0,5 |
| 14 | Тройник на прямой проход | 1 | 1,5 |
| Задвижка | 0,5 |
| 15 | Тройник на прямой проход | 1 | 1,5 |
| Задвижка | 0,5 |
| 16 | Тройник на проход с поворотом | 1,5 | 1,5 |
| 17 | Тройник на прямой проход | 1 | 1 |
| 18 | Тройник на прямой проход | 1 | 1 |
| 19 | Тройник на проход с поворотом | 1,5 | 2,5 |
| Отвод на 90о | 1 |
| 20 | Тройник на прямой проход | 1 | 4,6 |
| Отвод на 90о | 1 |
| Кран двойной регулировки | 2 |
| 0,5 радиатора | 0,6 |
| 21 | 0,5 радиатора | 0,6 | 2,1 |
| Тройник на проход с поворотом | 1,5 |
| 22 | Тройник на проход с поворотом | 1,5 | 1,5 |
| 23 | Тройник на проход с поворотом | 1,5 | 2,5 |
| Отвод на 90о | 1 |
| 24 | Тройник на прямой проход | 1 | 4,6 |
| Отвод на 90о | 1 |
| Кран двойной регулировки | 2 |
| 0,5 радиатора | 0,6 |

**5 РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ**

В канальных системах естественной вытяжной вентиляции воздух пе­ремещается в каналах и воздуховодах под действием естественного дав­ления, возникающего вследствие разности давлений холодного наруж­ного и теплого внутреннего воздуха.

Естественное давление Δре Па, определяют по формуле:

, (5.1)

где hi – высота воздушного столба, принимаемая от центра вытяжного отверстия до устья вытяжной шахты, м;

*ρн*, *ρв* – плотность соответственно наружного и внутреннего воздуха, кг/м3.

Аэродинамический расчет воздуховодов (каналов) выполняют по таблице или номограммам, составленным для стальных воздуховодов круглого сечения при *ρв* = 1,205 кг/м3, *tв* = 20 °С. В них взаимосвязаны величины *L*, *R*, *w*, *hw* и *d*.

Чтобы воспользоваться таблицей или номограммой для расчета воздуховода прямоугольного сечения, необходимо предварительно определить соответствующую величину равновеликого (эквивалентно­го), диаметра, т.е. такого диаметра круглого воздуховода, при котором для той же скорости движения воздуха, как и в прямоугольном воздуховоде, удельные потери давления на трение были бы равны. Диаметр определяется по; формуле:

, (5.2)

где a, b – размеры сторон прямоугольного воздуховода, м.

Аксонометрическая схема вентиляции представлена на рисунке 6.

Рисунок 6 Аксонометрическая схема системы вентиляции

Таблица 5 Расчёт местных сопротивлений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № участка | Характер сопротивления | ξ | Σξ |
| 1 | жалюзийно-декоративная решётка с внутренними подвижными жалюзи | 1,21 | 2,25 |
| колено с изменением сечения | 1,04 |
| 2 | прямоугольный тройник на проход | 0,6 | 0,6 |
| 3 | тройник на всасывание | 0,8 | 0,8 |
| 4 | диффузор с зонтом | 0,7 | 0,7 |
| 5 | жалюзийно-декоративная решётка с внутренними подвижными жалюзи | 1,21 | 2,25 |
| колено с изменением сечения | 1,04 |
| 6 | прямоугольный тройник на проход | 0,6 | 0,6 |
| 7 | тройник на всасывание | 0,8 | 0,8 |
| 8 | жалюзийно-декоративная решётка с внутренними подвижными жалюзи | 1,21 | 2,31 |
| прямоугольный тройник на ответвление | 1,1 |
| 9 | жалюзийно-декоративная решётка с внутренними подвижными жалюзи | 1,21 | 2,31 |
| прямоугольный тройник на ответвление | 1,1 |

Из таблицы VII.7 [5] определяем, что часовой объём вентилируемого воздуха, м3/ч.

Это значение принимаем в качестве расчётного.

Вытяжная решётка будет находиться на высоте 2,2 м над уровнем пола.

Для определения площади сечения канала на данном участке задаёмся скоростью движения воздуха по таблице 4.1 [6], м/с.

Площадь поперечного сечения канала, м2, определяется по формуле:

, (5.3)

Принимаем размеры поперечного сечения прямоугольного канала, м.

Уточним скорость движения воздуха на участке:

, (5.4)

Эквивалентный диаметр участка:

, (5.5)

где *а*, *b* – размеры поперечного сечения прямоугольного канала, мм.

По номограмме, приложение 1 [6] определяем удельную потерю давления на трение, Па/м.

Потери давления на трение на участке с учётом шероховатости:

, (5.6)

где - коэффициент шероховатости материала канала, для шлакобетонных плит  таблица III.5 [5];

Определим сумму коэффициентов местных сопротивлений на участке по таблице 6.

Из приложения 1 [6] по скорости воздуха определяем динамическое давление, Па.

Потери давления на местные сопротивления участка:

, (5.7)

Общие потери давления на участке, Па:

. (5.8)

Результаты расчёта системы вентиляции представлены в таблице 6.

Располагаемое давление, Па, в естественной вытяжной системе вентиляции определяется по формуле:

, (5.9)

где *h* – расстояние по вертикали от оси вытяжной решетки до устья вытяжной шахты, м,

Для второго этажа *h* = 1,6 м;

Для первого этажа *h* = 4,3 м;

 – плотность наружного воздуха, кг/м3, при температуре 5 °С, ;

– плотность внутреннего воздуха, кг/м3, при °С, ;

Па.

Па.

Сравним полученные потери на участке 1,2,3,4 с располагаемым давлением: 1,026 Па = 2,7 Па, следовательно, условие естественной вентиляции PРАСП.≥Rl+Z = ΔP выполняется.

На участке 5,6,7,4: 0,969 Па < 1,37 Па;

На участке 8,7,4: 0,978 Па < 2,7 Па;

На участке 9,3,4: 0,921 Па < 1,37 Па;

Все условия выполняются.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № участка | Расход воздуха L, м3/ч | Длинна участка l, м | Скорость воздуха на участке w, м/с | Площадь поперечного сечения воздухо-вода f, м2 | Разме-ры воздуховода, м | Эквивалентный диаметр dэ, м | Удель-ная потеря давления на трение R, Па/м | Потеря давле-ния на трение Rl\*β, Па | Сумма коэффициентов местных сопротивлений Σζ | Динами-ческий напор hw, Па | Потеря давления на местные сопротив-ления Z=Σζ·hw,Па | Полные потери давления ΔP, Па |
| а | b |
| 1 | 50 | 4,3 | 0,43 | 0,03 | 0,16 | 0,2 | 0,178 | 0,018 | 0,091 | 2,25 | 0,117 | 0,262 | 0,354 |
| 2 | 50 | 0,5 | 0,35 | 0,04 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,018 | 0,011 | 0,6 | 0,075 | 0,045 | 0,055 |
| 3 | 100 | 0,5 | 0,69 | 0,04 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,018 | 0,011 | 0,8 | 0,299 | 0,239 | 0,249 |
| 4 | 200 | 1,2 | 0,89 | 0,06 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,018 | 0,025 | 0,7 | 0,489 | 0,342 | 0,368 |
| Сумма потерь по участку 1,2,3,4 | 1,026 |
| 5 | 50 | 1,6 | 0,43 | 0,03 | 0,16 | 0,2 | 0,178 | 0,018 | 0,034 | 2,25 | 0,117 | 0,262 | 0,296 |
| 6 | 50 | 0,5 | 0,35 | 0,04 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,018 | 0,011 | 0,6 | 0,075 | 0,045 | 0,055 |
| 7 | 100 | 0,5 | 0,69 | 0,04 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,018 | 0,011 | 0,8 | 0,299 | 0,239 | 0,249 |
| Сумма потерь по участку 5,6,7,4 | 0,969 |
| 8 | 50 | 4,3 | 0,43 | 0,03 | 0,16 | 0,2 | 0,178 | 0,018 | 0,091 | 2,31 | 0,117 | 0,269 | 0,361 |
| Сумма потерь по участку 8,7,4 | 0,978 |
| 9 | 50 | 1,6 | 0,43 | 0,03 | 0,16 | 0,2 | 0,178 | 0,018 | 0,034 | 2,31 | 0,117 | 0,269 | 0,303 |
| Сумма потерь по участку 9,3,4 | 0,921 |

Таблица 6 Расчёт смистемы вентиляции

# 6 ВЫБОР ЦИРКУЛЯЦИОННОГО НАСОСА

Для подбора циркуляционного насоса необходимо знать требуемую его подачу и расчётное давление. Требуемая подача насоса Vнac, м3/ч, определяется тепловой нагрузкой обслуживаемой системы отопления ΣQ, Вт, и перепадом температуры воды .

, (6.1)

где α – коэффициент запаса, учитывающий бесполезные потери тепла, α= 1,1…1,2;

с – теплоемкость воды, кДж/(кг·К);

ρ70 – плотность воды, кг/м3;

м3/ч.

Давление, создаваемое циркуляционным насосом, должно быть достаточным для преодоления всех сопротивлений движению воды в системе и принимается по потерям давления в самом невыгодном циркуляционном кольце:

 Па= 4,954 кПа.

; (6.2)

 м.

Насосы подбирают по их рабочим характеристикам, которые приведены в справочниках по санитарной технике и в каталогах заводов-изготовителей.

По требуемой подаче и давлению выбираем насос типа UPS 25-20 [4].

Характеристики насоса приведены в таблице 7.

Таблица 7 Характеристики насоса

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Производительность, м3/ч | Полный напор Н,м. | Скорость | Р1, Вт. | Iп, А |
| 1,7 | 1,2 | 3 | 55 | 0,24 |

**7 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ КОТЕЛЬНОЙ**

Необходимо подобрать котёл, выбрать дымовые каналы для него, и определить высоту дымовой трубы.

Выбор котла производится по суммарной поверхности нагрева, которая определяется по формуле:

 м2, (7.1)

где 1,1… - коэффициент запаса на производительные потери тепла соответственно при нижней и верхней разводке трубопроводов;

 - расчетное количество тепла, ккал/ч;

 - тепловое напряжение поверхности нагрева, ккал/(м2·ч).

В качестве расчетного количества тепла принимаем суммарные теплопотери всего здания Вт = 22761 ккал/ч.

По таблице V.13 определяем тепловое напряжение поверхности нагрева.

Для котлов типа ВНИИСТО-Мч большой модели при сжигании сортированного антрацита  ккал/(м2·ч).

м2.

Исходя из полученного результата, к установке принимаем 2 котла ВНИИСТО-Мч (большая модель) ГОСТ 7252-54, с максимальной теплопроизводительностью при сжигании сортированного антрацита 14000 ккал/ч.

* Количество секций котла – 3 штуки;
* Строительная длина – 400 мм;
* Ёмкость – 30,5 л;
* Поверхность нагрева – 1,5 м2;
* Масса без воды – 247 кг.

Для чугунных котлов ВНИИСТО-Мч подбираем размеры дымовых каналов по таблице V.21 [1].

* Площадь сечения каналов от чугунных котлов – 196 см2
* Площадь сечения выходного отверстия трубы – 378 см2
* Размеры канала, кирпичей – 1/2Ч1/2
* Высота трубы при известной теплопроизводительности – 9 м.

Для водогрейных и паровых котлов расход рассчитывается по формуле:

, (7.2)

где  - расход тепла, ккал/ч;

 - средняя низшая теплота сгорания топлива ккал/кг;

 - кпд котельной установки [1]. По таблице V.23 [1] для антрацита находим  ккал/кг.

кг/ч.

Площадь склада для твердого топлива на месячный запас:

, м2, (7.3)

где  - объемная масса топлива, принимаемая по таблице V.23 [1], кг/м3, ;

 - высота штабеля в зависимости от рода топлива, м, ;

 м2.

Расход твердого топлива за отопительный период:

, (7.4)

где 1,1…1,2 - коэффициент, учитывающий непроизводительные потери тепла;

 - теплопотери здания, ккал/ч;

 - средняя внутренняя температура отапливаемых помещений, оС;

 т.

**8 ПОДБОР РАСШИРИТЕЛЬНОГО БАКА**

Объём воды, л, в элементах системы отопления (нагревательных приборах, трубопроводах и котлах) находится по формуле:

, (8.1)

где  - тепловая мощность системы отопления, Вт,  Вт;

 - объём воды в элементах системы отопления, л, в расчёте на теплоотдачу.

Для нагревательных приборов:  л, для трубопроводов местной системы с насосной циркуляцией:  л по таблице III.43 [1], для чугунных секционных котлов:  л по таблице III.43 [1].

 л.

Полезная ёмкость расширительного бака, л, при температуре в подающем трубопроводе  0С определяется по выражению:

, (8.2)

л.

Поскольку ни один из стандартных баков не подходит, сконструируем расширительный сосуд исходя из величины полезного объема. Емкость бака до переливной трубы 21,51·1, 5 = 32 л = 0,032 м3. Примем высоту бака H = 500мм, тогда диаметр найдем по формуле:

 Примем диаметр D = 300 мм.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Щекин Р.В. и др. Справочник по теплоснабжению и вентиляции.
2. Тихомиров К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция. – М.: Стройиздат, 1981. – 272 с.
3. Свистунов В. М., Пушняков Н. К. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха обьектов агропромышленного комплекса и жилищно-комунального хозяйства: Учебник для вузов.- СПб.: Политехника, 2001.- 423 с.: ил.
4. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. I. Отопление/ В. Н. Богословский, Б. А. Крупнов, А. Н. Сканави и др.; Под ред. И. Г. Староверова и Ю. И. Шиллера. -4-е изд., перераб. и доп.- М.: Стройиздат, 1990.-334 с.: ил.-(Справочник проектировщика).
5. Отопление: Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Строительство», специальности 290700/ Л.М. Махов. – М.: АСВ, 2002.- 576 с.: ил.