Министерство образования и науки Российской Федерации

Якутский государственный инженерно-технический институт

Инженерно-технологический факультет

Пояснительная записка

к курсовой работе

Отопление жилого здания

 Выполнил: студент 3 курса гр. ВиВ-02

 Сорокин Андрей

 Проверил: преподаватель по курсу ТГВ

 Анисимов А.С.

Якутск 2005г.

**Содержание**

 стр

Введение 3

1. Расчётные параметры наружного воздуха 4

 1.1. Климатологические данные 4

 1.2. График среднемесячной температуры наружного воздуха 4

2. Расчётные параметры внутреннего воздуха 5

3. Теплотехнический расчёт наружных ограждающих конструкций 5

 3.1. Основные расчётные зависимости 5

 3.2 Расчёт термического сопротивления ограждающих

 конструкций 7

 3.3 Расчёт толщины основного теплоизоляционного слоя 8

 3.4 Определение фактического термического сопротивление и коэффициента теплопередачи ограждающих конструкций 9

4. Расчёт теплопотерь здания 10

 4.1 Расчётная мощность системы отопления 10

 4.2 Теплопотери через ограждающие конструкции 10

 4.3. Теплопотери на нагревание инфильтрирующего воздуха 11

 4.4. Теплопоступления от бытовых источников 12

5 Разработка системы водяного отопления здания 15

6. Расчёт нагревательных приборов 16

6.1. Основные расчётные зависимости 16

6.2 Расчет чугунных секционных радиаторов 18

7. Гидравлический расчёт системы отопления здания 20

8. Расчёт расширительного бака 23

9. Годовой расход тепла на отопление 23

Список использованной литературы 24

**Введение**

Состояние воздушной среды в помещениях определяется совокупностью тепловлажностного и воздушного режимов помещения.

На тепловой режим здания оказывают влияние параметры и процессы, определяющие тепловую обстановку в помещениях Тепловая обстановка помещения зависит от ряда факторов: температуры, подвижности и влажности воздуха, наличия струйных течений, различия параметров воздуха в плане и по высоте помещения, лучистых тепловых потоков, зависящих от температуры, размеров, радиационных свойств поверхности и их расположения.

Воздушный режим здания представляет собой процессы воздухообмена между помещениями и наружным воздухом, включающие перемещение воздуха внутри помещений, движение воздуха через ограждения, проёмы, воздуховоды и обтекание здания потоком воздуха.

Для обеспечения требуемых внутренних условий в помещении служат системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Системы отопления создают и поддерживают необходимые температуры воздуха в помещениях в холодный период года.

Системы вентиляции служат для подачи в помещения чистого воздуха и удаления из них загрязнённого. При этом температура внутреннего воздуха не должна изменяться.

Системы кондиционирования воздуха предназначены для создания и автоматического поддержания в помещениях температуры, относительной влажности, подвижности воздуха, а также его чистоты и определённого газового состава независимо от наружных метеорологических условий.

В настоящей курсовой работе рассчитана местная система отопления одноэтажного жилого здания.

**1. Расчётные параметры наружного воздуха**

## 1.1. Климатологические данные [1]

## Населённый пункт: Усть-Мома

1. Расчётная температура самой холодной пятидневки, с обеспеченностью 0,92: –58 °С.
2. Средняя годовая температура: –14,7°С.
3. Отопительный период:

– продолжительность: 291 суток,

– средняя температура наружного воздуха: –21,6 °С,

«Средняя месячная и годовая температура наружного воздуха»

 **Таблица № 1.1**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Январь | Февраль | Март | Апрель | Май | Июнь | Июль |
| – 44,9 | – 41,0 | –29,0 | –13,2 | 3,2 | 12,9 | 14,8 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Август | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь | год |
| 11,1 | 2,5 | – 15 | – 34,9 | – 43,0 | – 14,7 |

**1.2. График среднемесячной температуры наружного воздуха**

**2. Расчётные параметры внутреннего воздуха**

Выбор параметров внутреннего воздуха производится в соответствии с [3].

 **Таблица №2.1**

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование помещения | Температура внутреннего воздуха *tв*,оС  |
| Жилая комната | 20 |
| Кухня | 18 |
| Коридор | 16 |
| Уборная | 16 |
| Ванная | 25 |
| Кладовая | 12 |
| Топочная | 14 |

**3. Теплотехнический расчёт наружных ограждающих конструкций**

**3.1. Основные расчётные зависимости**

Теплозащитные качества ограждения принято характеризовать величиной сопротивления теплопередачи (*Ro*):

*Ro* = *Rв* + *Rк* + *Rн* (3.1)

где: *Rв* – сопротивление теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, :

  (3.2)

*αв* – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции: *αв* = 8,7 ;

*Rк*– термическое сопротивление ограждения с последовательно расположенными слоями, :

 *Rк*= *R1* + *R2*+ … + *Rn* + *Rвозд.прос.* (3.3)

  (3.4)

где: δ – толщина слоя, м;

λ – коэффициент теплопроводности, .

*Rн* – сопротивление теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, :

  (3.5)

*αн* – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции: *αн* = 23 ;

Коэффициент теплопередачи *k*, определяется по формуле, :

  (3.6)

Общее требуемое термическое сопротивление, для ограждающих конструкций определяется по двум методам:

1. Способ экономичности, определяется по ГСОП:

ГСОП = (*tв* – *tср.от* )·*zот* (3.7)

2. По санитарно-гигиеническим требованиям:

  (3.8)

где: Δ*tн* – температурный перепад между поверхностью и воздухом, оС, для наружной стены принимается равным 4 оС, для потолка 3 оС, для пола 2 оС;

 *n* – коэффициент учитывающий положение наружной огрождающей конструкции по отношению к наружному воздуху (СНиП [2] таблица №2);

*tв* – температура внутреннего воздуха, оС;

*tн* – наружная температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92, оС;

*αв* – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции: *αв* = 8,7 ;

*zот* – продолжительность отопительного периода, сутки.

Фактическое значение термического сопротивление ограждающих конструкций не должно быть меньше требуемого:

 

**3.2 Расчёт термического сопротивления ограждающих конструкций**

1. По способу экономичности, определяем по ГСОП:

ГСОП = (20 + 21,6)·291 = 12105,6 °С·сут.

Согласно СНиП [2] расчетное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций по способу экономичности следует определять по таблице 1б.

Таблица №3.1 «Выписка таблицы 1б из СНиП II-3-79\* Строительная теплотехника»,

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| #G0  |   | Приведенное сопротивление теплопередаче  |
| Здания ипомещения   | Градусо-суткиотопительногопериода,°С·сут  | ограждающих конструкций, не менее  |
|   |  | стен  | покрытий и перекрытийнадпроездами  | перекрытийчердачных,надхолоднымиподпольями и подвалами  | окон ибалконныхдверей  | фонарей  |
| Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты  | 20004000600080001000012000 | 2,12,83,54,24,95,6  | 3,24,25,26,27,28,2  | 2,83,74,65,56,47,3  | 0,30,450,60,70,750,8  | 0,30,350,40,450,50,55  |

2. По санитарно-гигиеническим требованиям:







Сравнивая, требуемое термическое сопротивление по ГСОП и по санитарно-гигиеническим нормам принимаем наибольшее значение:

*Rнс* = 5,6 ; *Rпл* = 8,2 ; *Rпт* = 7,3 

**3.3 Расчёт толщины основного теплоизоляционного слоя**

1. Наружная стена: 1) Бетон: *γ* = 2400 кг/м3, λ = 1,92 Вт/м оС, δ = 100 мм

 2) Пенополиуретан: *γ* = 2400 кг/м3, λ =1,92Вт/моС,

 δ =? мм.



1. Пол: 1) Монолитная ЖБП: *γ* = 2500 кг/м3, λ = 1,92 Вт/м оС, δ = 100 мм

 2) Минераловатная плита: *γ* = 125 кг/м3, λ = 0,07 Вт/м оС,

 δ = ? мм

 3) Рубероид, один слой: *γ* = 400 кг/м3, λ = 0,17 Вт/м оС, δ = 3 мм



1. Чердачное перекрытие: конструкция аналогична конструкции пола:



**3.4 Определение фактического термического сопротивление и коэффициента теплопередачи ограждающих конструкций**













В качестве светового заполнения (окон) принимаем обычное стекло и двухкамерный стеклопакет в раздельных переплетах: из стекла с твердым селективным покрытием и заполнением аргоном. Приведенное сопротивление теплопередаче такого окна составляет: *Ro*=0,82

Фактический коэффициент теплопередачи окна равен:



**4. Расчёт теплопотерь здания**

**4.1 Расчётная мощность системы отопления**

Тепловой режим помещения здания в зависимости от назначения помещения может быть переменным или постоянным.

Постоянный тепловой режим должен поддерживаться круглосуточно в течении всего отопительного периода для жилых, производственных, административных учреждений с непрерывным режимом работы, в детских и лечебных учреждениях, в гостиницах, санаториях и т.д.

Отопительная нагрузка определяется, исходя из теплового баланса, составленного отдельно для каждого помещения.

Отопительная система должна компенсировать потери теплоты ограждения, на нагревание инфильтрационного воздуха.

Тепловая мощность системы отопления, Вт, определяется по формуле:

*Qс.о.* =*. Qогр.* + *Qинф* – *Qбыт* (4.1)

где: *Qогр.* – теплопотери через ограждающие конструкции, Вт;

 *Qинф.* – теплопотери на нагревание инфильтрирующего воздуха поступающего через окна, ворота, щели, Вт;

 *Qбыт.* – теплопоступления от бытовых источников, Вт.

**4.2 Теплопотери через ограждающие конструкции**

Теплопотери через ограждающие конструкции, Вт, определяются по следующей формуле:

 *Qогр.* = *Fnk*·(*tв – tн*)·(1 + *∑β*) (4.2)

где: *F* – площадь ограждения, м2;

 *n* – коэффициент учитывающий положение наружной ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху;

 *k* – коэффициент теплопередачи ограждения, ;

 *tв* – температура внутреннего воздуха, °С;

 *tн* – температура наружного воздуха, °С;

 *∑β* – добавочные потери теплоты:

*∑β* = *β1* + *β2* + *β3* + *β4* + *β5* (4.3)

где: *β1* – добавочные потери теплоты по отношению к сторонам света:

 С, В, С-В, С-З = 10% – *β1* =0,1

 З, Ю-В = 5% – *β1* =0,05

 Ю, Ю-З =0% – *β1* =0

 *β2* – добавочные потери теплоты на продуваемость помещений с двумя наружными стенами и более. В жилых помещениях *tв* увеличивается на 2°С, в остальных помещениях добавка принимается равной 5% (*β2* =0,05).

 *β3* – добавочные потери теплоты на расчётную температуру наружного воздуха. Принимается для не обогреваемых полов первого этажа над холодными подпольями при *tн* = -40°С и ниже в размере 5%.

 *β4* – добавочные потери теплоты на подогрев врывающегося холодного воздуха, через наружные двери, не обогреваемые воздушно-тепловыми занавесами.

 *β5* – добавка на высоту помещения. Принимается на каждый последующий метр сверх 4-х метров в размере 2%, но не более 15%.

**4.3. Теплопотери на нагревание инфильтрирующего воздуха**

Затраты теплоты на нагревание инфильтрирующего воздуха в помещениях в жилых и общественных зданиях при естественной вытяжной вентиляции, не компенсированного подогретым приточным воздухом, определяется по формуле:

*Qинф* = 0,28·*L*·*ρ*·*с*·(*tв – tн*)·*k* (4.4)

где: *L* – объёмный расход удаляемого воздуха некомпенсированного подогретым приточным воздухом. *L* = 3м3/ч·м2 для жилых помещений и кухонь;

*с* – удельная теплоёмкость воздуха (*с* = 1 );

*ρ* – плотность воздуха в помещении, кг/м3, определяется по формуле:

 (4.5)

*k* – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в конструкциях, равный 0,7 для стыков панелей стен и окон с тройными переплетами, 0,8 — для окон и балконных дверей с раздельными переплетами и 1,0 — для одинарных окон, окон и балконных дверей со спаренными переплетами и открытых проемов.

**4.4. Теплопоступления от бытовых источников**

Для жилых зданий учёт теплового потока поступающего в комнаты и кухни в виде бытовых тепловыделений производится в количестве 10Вт на 1м2 площади пола, Вт:

*Qбыт* = 10·*Fп* (4.6)

где: *Fп* – площадь пола отапливаемого помещения, м2.

Расчёт теплопотерь здания сведён в таблицу №4.1

«Расчёт теплопотерь здания»

 **Таблица №4.1**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№****пом.** | **Наимен.****пом.** | ***tв*,****оС** | **Поверхность охлаждения** | ***F*,****м2** | ***tв–tн*,****оС** | ***n*** | ***k,*** | **Добавки** | **1+∑β** | **Qогр,****Вт** | **Qинф,****Вт** | **Qбыт,****Вт** | **Qп,****Вт** |
| **Обозн** | **Орие-****тация** | ***а* х *в*** | ***β*1** | ***β*2** | ***β3*** | ***β4*** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** |
| 1 | Кухня | 18 | НС1 | В | (3,3+0,03+0,37)х | 14,652 | 76 | 1 | 0,1783 | 0,1 | 0,05 | – | – | 1,15 | 228,4 | 794,3 | – | 1022,7 |
|  |  | х(2,7+0,66+0,6) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| НС2 | Ю | (4,62+0,37+0,09)х3,96– | 17,867 | 76 | 1 | 0,1783 | 0 | 0,05 | – | – | 1,05 | 254,2 | 968,6 | – | 1222,8 |
|  |  | –1,5х1,5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ОК | Ю | 1,5х1,5 | 2,25 | 76 | 1 | 1,22 | 0 | 0,05 | – | – | 1,05 | 219 | 122 | – | 341 |
| ПЛ |  | (3,3+0,03)х(4,62+0,09) | 15,68 | 76 | 1 | 0,12215 | – | 0,05 | 0,05 | – | 1,1 | 159,3 | – | 156,8 | 2,5 |
| ПТ |  | (3,3+0,03)х(4,62+0,09) | 15,68 | 76 | 1 | 0,1357 | – | 0,05 | – | – | 1,05 | 169,8 | – | – | 169,8 |
| **Итого по кухне: ∑Q=2758,8 Вт** |
| 2 | Общая комната | 22 | НС1 | Ю | (4,62+0,09+0,37)х3,96 | 20,117 | 80 | 1 | 0,1783 | 0 | +2оС | – | – | 1 | 287 | 1132,4 | – | 1419,4 |
| НС2 | З | (5,86+0,05+0,37)х3,96– | 20,369 | 80 | 1 | 0,1783 | 0,05 | +2оС | – | – | 1,05 | 305 | 1146,5 | – | 1451,5 |
|  |  | –1,5х1,5х2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ОК | З | 1,5х1,5х2 | 4,5 | 80 | 1 | 1,22 | 0,05 | +2оС | – | – | 1,05 | 461,2 | 253,3 | – | 714,5 |
| ПЛ |  | (5,86+0,05)х(4,62+0,09) | 27,84 | 80 | 1 | 0,1215 | – | +2оС | 0,05 | – | 1,05 | 284,1 | – | 278,4 | 5,7 |
| ПТ |  | (5,86+0,05)х(4,62+0,09) | 27,84 | 80 | 1 | 0,1357 | – | +2оС | – | – | 1 | 302,2 | – | – | 302,2 |
| **Итого по общей комнате: ∑Q=3893,3 Вт** |
| 3 | Спальня | 20 | НС1 | З | (2,997+0,05+0,03)х | 9,935 | 78 | 1 | 0,1783 | 0,05 | – | – | – | 1,05 | 145,1 | 549 | – | 694,1 |
|  |  | х3,96–1,5х1,5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ОК | З | 1,5х1,5 | 2,25 | 78 | 1 | 1,22 | 0,05 | – | – | – | 1,05 | 224,8 | 124,3 | – | 349,1 |
| ПЛ |  | (2,997+0,05+0,03)х | 14,5 | 78 | 1 | 0,1215 | – | – | 0,05 | – | 1,05 | 144,3 | – | 145 | 152,8 |
|  |  | (4,62+0,09) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ПТ |  | (2,997+0,05+0,03)х | 14,5 | 78 | 1 | 0,1357 | – | – | – | – | 1 | 153,5 | – | – |
|  |  | (4,62+0,09) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Итого по спальне: ∑Q=1196 Вт** |
| 4 | Спальня | 22 | НС1 | З | (3,3+0,03+0,37)х3,96 | 14,652 | 80 | 1 | 0,1783 | 0,05 | +2оС | – | – | 1,05 | 219,5 | 824,7 | – | 1044,2 |
| НС2 | С | (4,62+0,37+0,09)х | 17,87 | 80 | 1 | 0,1783 | 0,1 | +2оС | – | – | 1,1 | 280,4 | 1005,9 | – | 1286,3 |
|  |  | х3,96–1,5х1,5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ОК | С | 1,5х1,5 | 2,25 | 80 | 1 | 1,22 | 0,1 | +2оС | – | – | 1,1 | 219,6 | 126,7 | – | 346,3 |
| ПЛ |  | (3,3+0,03)х(4,62+0,09) | 15,7 | 80 | 1 | 0,1215 | – | +2оС | 0,05 | – | 1,05 | 160,2 | – | 157 | 3,2 |
| ПТ |  | (3,3+0,03)х(4,62+0,09) | 15,7 | 80 | 1 | 0,1357 | – | +2оС | – | – | 1 | 170,4 | – | – | 170,4 |
| **Итого по спальне: ∑Q=2850,4 Вт** |
| 5 | Кладовка | 12 | НС | С | (1,2+0,09+0,03)х3,96 | 5,227 | 70 | 1 | 0,1783 | 0,1 | – | – | – | 1,1 | 71,8 | 266,5 | – | 338,3 |
| ПЛ |  | (1,2+0,09+0,03)х1,95 | 2,57 | 70 | 1 | 0,1215 | – | – | 0,05 | – | 1,05 | 23 | – | 25,7 | 21,7 |
| ПТ |  | (1,2+0,09+0,03)х1,95 | 2,57 | 70 | 1 | 0,1357 | – | – | – | – | 1 | 24,4 | – | – |
| **Итого по кладовке: ∑Q=360 Вт** |
| 6 | Спальня | 22 | НС1 | С | (3,357+0,03+0,37)х3,96 | 14,878 | 80 | 1 | 0,1783 | 0,1 | +2оС | – | – | 1,1 | 233,4 | 837,5 | – | 1070,9 |
| НС2 | В | (3,65+0,03+0,37)х | 13,788 | 80 | 1 | 0,1783 | 0,1 | +2оС | – | – | 1,1 | 216,4 | 776,1 | – | 992,5 |
|  |  | х3,96–1,5х1,5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ОК | В | 1,5х1,5 | 2,25 | 80 | 1 | 1,22 | 0,1 | +2оС | – | – | 1,1 | 241,6 | 126,7 | – | 368,3 |
| ПЛ |  | (3,65+0,03)х3,387 | 12,46 | 80 | 1 | 0,1215 | – | +2оС | 0,05 | – | 1,05 | 127,2 | – | 124,6 | 2,6 |
| ПТ |  | (3,65+0,03)х3,387 | 12,46 | 80 | 1 | 0,1357 | – | +2оС | – | – | 1 | 135,3 | – | – | 135,3 |
| **Итого по спальне: ∑Q=2569,6 Вт** |
| 7 | Топочная | 14 | НС | В | (2,6+0,05+0,03)х3,96 | 10,61 | 72 | 1 | 0,1783 | 0,1 | – | – | – | 1,1 | 149,8 | 552,5 | – | 702,3 |
| ПЛ |  | (2,6+0,05+0,03)х | 4,08 | 72 | 1 | 0,1215 | – | – | 0,05 | – | 1,05 | 37,5 | – | 40,8 | 36,6 |
|  |  | х(1,494+0,03) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ПТ |  | (2,6+0,05+0,03)х | 4,08 | 72 | 1 | 0,1357 | – | – | – | – | 1 | 39,9 | – | – |
|  |  | х(1,494+0,03) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Итого по топочной: ∑Q=738,9 Вт** |
| 8 | Коридор | 16 | НС | В | (2,497+0,05+0,03)х | 8,32 | 74 | 1 | 0,1783 | 0,1 | – | – | – | 1,1 | 120,8 | 442,2 | – | 563 |
|  |  | х3,96–0,9х2.1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ДВ | В | 0,9х2,1 | 1,89 | 74 | 1 | 1,22 | 0,1 | – | – | 0,594 | 1,694 | 289 | 100,5 | – | 389,5 |
| ПЛ |  | (2,497+0,03+0,05)х | 18,02 | 74 | 1 | 0,1215 | – | – | 0,05 | – | 1,05 | 170,1 | – | 180,2 | 170,8 |
|  |  | х(3,357+0,03)+ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | +(1,2+0,09+0,03)х7,04 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ПТ |  | (2,497+0,03+0,05)х | 18,02 | 74 | 1 | 0,1357 | – | – | – | – | 1 | 180,9 | – | – |
|  |  | х(3,357+0,03)+ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | +(1,2+0,09+0,03)х7,04 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Итого по коридору: ∑Q=1123,3 Вт** |
| 9 | Уборная | 16 | ПЛ |  | 0,8х1,8 | 1,44 | 74 | 1 | 0,1215 | – | – | 0,05 | – | 1,05 | 13,7 | – | 14,4 | 13,8 |
|  |  |  | ПТ |  | 0,8х1,8 | 1,44 | 74 | 1 | 0,1357 | – | – | – | – | 1 | 14,5 | – | – |
| **Итого по уборной: ∑Q=13,8 Вт** |
| 10 | Ванная | 25 | ПЛ |  | 1,8х1,8 | 3,24 | 83 | 1 | 0,1215 | – | – | 0,05 | – | 1,05 | 34,3 | – | 32,4 | 1,9 |
| ПТ |  | 1,8х1,8 | 3,24 | 83 | 1 | 0,1357 | – | – | – | – | 1 | 36,5 | – | – | 36,5 |
| **Итого по ванной: ∑Q=38,4 Вт** |
| **Итого теплопотери всего здания состовляют: ∑Q=15542,5 Вт** |

Удельная тепловая характеристика здания:

 (4.7)

где: *а* – коэффициент учёта района строительства здания:

 (4.8)

*Vн* – объём здания по наружному обмеру, м3:





**5 Разработка системы водяного отопления здания**

В данном жилом здании рассчитываем местную систему отопления – это такая система отопления при которой все три основных элемента (теплогенератор, теплопроводы, отопительные приборы) объединены в одном устройстве. При этом, отопительные приборы располагаем под каждым окном. Теплогенератор (котёл) располагаем в топочном помещении.

По схеме включения отопительных приборов к стояку относим данную систему отопления к однотрубным, с верхним расположением подающей магистрали. Циркуляция теплоносителя естественная за счёт разностей плотностей холодного и горячего теплоносителя. Параметры теплоносителя 95–70 оС. Прокладка труб открытая. Горизонтальные участки труб прокладываются с уклоном не менее 0,002: обратный трубопровод с уклоном в сторону котла – для спуска воды из системы; подающий трубопровод с уклоном от котла – для удаления воздуха из системы.

**6. Расчёт нагревательных приборов**

**6.1. Основные расчётные зависимости**

Требуемый номинальный тепловой поток, Вт, для выбора типоразмера отопительного прибора определяется по следующей формуле:

 (6.1)

где: *Qпр* – необходимая теплопередача приборов в рассматриваемом помещении, Вт:

  (6.2)

где: *Qп* – потери теплоты в помещении, Вт;

 *Qтр* – теплоотдача открыто проложенных, в пределах помещения труб (стояка и подводов), к которым непосредственно присоединён прибор, Вт:

 (6.3)

где: *qв*, *qг* – теплоотдача одного метра вертикальных или горизонтальных труб в пределах помещения, Вт/м;

 *lв, lг* – длина вертикальных и горизонтальных труб в пределах помещения, м;

 *φк* – комплексный коэффициент, учитывающий неравномерность распределения Δ*tср*:

  (6.4)

где: Δ*tср* – разность средней температуры воды в приборе и температуры окружающей среды, оС:

  (6.5)

*Gпр* – расход воды в приборе, кг/ч:

  (6.6)

где: *с* = 4,2  – теплоёмкость воды;

 *в* – коэффициент учёта атмосферного давления в данной местности;

 *ψ* – коэффициент учёта направления движения воды:

 *ψ =* 1 – *а*(*tвх* – *tвых*) (6.7)

где: *а* = 0,006 – для чугунных радиаторов;

 *n, p, c* – экспериментальные числовые показатели:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Gпр*, кг/ч | *с* | *n* | *p* |
| 18 – 50 | 1,039 | 0 | 0,02 |
| 50 – 536 | 1 | 0,3 | 0 |

Требуемая площадь наружной нагревательной поверхности прибора, м2, определяется по формуле:

  (6.8)

где: *кн.у.* – номинальный условный коэффициент теплопередачи отопительного прибора (для чугунного радиатора составляет *кн.у.*=10,83)

Минимально-допустимое число секций радиатора определяется по формуле:

  (6.9)

где: *Qн.у.* – номинальный условный тепловой поток одной секции радиатора (для чугунных радиаторов *Qн.у.* = 185 Вт);

 *β3* – коэффициент учёта числа секций в приборе;

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Число секций в приборе | До 15 | 16–20 | 21–25 | 26–30 | 21–35 | Более 35 |
| *β3* | 1,0 | 0,98 | 0,96 | 0,94 | 0,92 | 0,90 |

 *β4* – коэффициент учёта способа установки радиатора (при открытой установке *β4* = 1).

**6.2 Расчет чугунных секционных радиаторов**

Для расчёта принимаем чугунные секционные радиаторы марки МС-140-180 по ГОСТ 86.90-75\*.

При расчёте необходимой теплопередачи приборов в рассматриваемом помещении потерями трубопроводами *Qтр.* пренебрегаем.

При распределении тепловой нагрузки по приборам потери теплоты от топочной не учитываем, т.к. в данном помещении имеются избыточные тепловыделения от теплоподготовительного оборудования: котла, трубопроводов, арматуры.

Распределение тепловой нагрузки по приборам:

 **Таблица №6.1**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №приб. | №пом. | Потери тепла, Вт | *Qп*,Вт |
| 1 | 6 | *Qспальня.+ Qванная=**=* 2569,6 + 38,4 | 2608 |
| 2 | 4 | *Qспальня + Qклад.=**=* 2850,4 + 360 | 3210,4 |
| 3 | 3 | *Qспальня + Qчасть кор.=**=*1196+ 123,3 | 1319,3 |
| 4 | 2 | *Qобщ. ком. + Qчаст кор.+ Qуборная=**=*3893,3 + 650 + 13,8 | 4557,1 |
| 5 | 1 | *Qкухня + Qчасть кор.=**=*2758,8 + 350 | 3108,8 |

Расчёт нагревательных приборов сведён в таблицу №6.2

Тепловой расчет чугунных секционных радиаторов

 **Таблица №6.2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №приб. | №пом. | *Qпр*,Вт | *tвх*,оС | *tвых*,оС | *Gпр*,кг/ч | *tв*,оС | Δ*tср*,оС | *с* | *n* | *p* | *ψ* | *φк* | *Qн.т.*,Вт | *Апр*,м2 | *Nmin*,секций |
| 1 | 6 | 2608 | 95 | 70 | 89,4 | 22 | 60,5 | 1 | 0,3 | 0 | 0,85 | 0,703 | 3709,8 | 4,89 | 20 |
| 2 | 4 | 3210,4 | 95 | 70 | 110,1 | 22 | 60,5 | 1 | 0,3 | 0 | 0,85 | 0,703 | 4566,7 | 6,02 | 24 |
| 3 | 3 | 1319,3 | 95 | 70 | 45,2 | 20 | 62,5 | 1,039 | 0 | 0,02 | 0,85 | 0,757 | 1742,8 | 2,3 | 10 |
| 4 | 2 | 4557,1 | 95 | 70 | 156,2 | 22 | 60,5 | 1 | 0,3 | 0 | 0,85 | 0,703 | 6482,4 | 8,55 | 32 |
| 5 | 1 | 3108,8 | 95 | 70 | 106,6 | 18 | 64,5 | 1 | 0,3 | 0 | 0,85 | 0,764 | 4069,1 | 5,37 | 21 |

**7. Гидравлический расчёт системы отопления здания**

Цель гидравлического расчёта – определение диаметров трубопроводов при заданной тепловой нагрузке и расчётном циркуляционном давлении установленном для данной системы.

Гидравлический расчёт выполняют:

 1. по способу определения удельных потерь давления: заключается в раздельном определении потерь давления на трение и на местные сопротивления;

 2. по характеристикам гидравлического сопротивления: здесь устанавливают распределение потоков воды в циркуляционных кольцах системы.

При движении реальной жидкости по трубам имеют места сопротивления двух видов:

 1. потери давления на трение, на участке теплопровода с постоянным расходом воды и неизменным диаметром определяются по следующей формуле, Па:

 (7.1)

где: *λ* – коэффициент гидравлического трения;

 *d* – диаметр теплопровода, м;

 *ω* – скорость движения воды, м/с;

 *ρ* – плотность воды, кг/м3;

 *l* – длина участка теплопровода, м;

 *R* – удельные потери давления, Па/м.

 2. потери давление на местные сопротивления, Па, определяются по следующей формуле;

  (7.2)

где:  – суммарный коэффициент местного сопротивления на данном участке теплопровода;

  – динамической давление воды.

Расчетным участком называется участок теплопровода с неизменным расходом теплоносителя. Расчётный расход теплоносителя на участке, кг/ч, определяется по формуле:

 (7.3)

где: *tвх* и *tвых* – расчётные параметры теплоносителя, оС;

 *Qуч* – расчётный тепловой поток на участке, Вт;

 *с* = 4,2  – теплоёмкость воды.

Среднее значение удельных потерь давления на трение в местной системе отопления, Па/м, определяется по формуле:

  (7.4)

где: *Pp* – располагаемый напор в местной системе отопления, Па:

 Δ*Pp* = *hg*(*ρо* – *ρгор*) (7.5)

 *h* – вертикальное расстояние между условными центрами охлаждения в нагревательном приборе на нижнем этаже и нагреванием в системе, м;

  – протяженность расчётного кольца, м;

 *ρо* – плотность охлажденного теплоносителя, кг/м3 (вода при 70 оС *ρо*=977,81кг/м3);

 *ρгор* – плотность горячего теплоносителя, кг/м3 (вода при 95 оС *ρгор*=961,92 кг/м3);

 *к* = 0,5;

 *g* =9,81 м/с2 – ускорение свободного падения.

Определение среднего значения удельных потерь давления на трение:

 Δ*Pp* = 0,55·9,81·(977,81 – 961,92) = 85,73 Па

 

Определение суммарного коэффициента местного сопротивления:

Участок №1: 

Участок №2 и №8: 

Участок №3 и №7: 

Участок №4 и №6: 

Участок №5: 

Участок №9: 

Гидравлический расчёт системы отопления сведён в таблицу №7.1

«Гидравлический расчёт системы отопления»

 **Таблица №7.1**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №участка | *Qуч*,Вт | *G*,кг/ч | *l*,м | *d*,м | *ω*,м/с | *R*,Па/м | *R·l*,Па |  | Z,Па | *R·l* + *Z*,Па |
| 1 | 14803,6 | 507,6 | 6,281 | 50 | 0,062 | 1,35 | 8,48 | 8 | 15,1 | 23,58 |
| 2 | 12195,6 | 418,1 | 8,819 | 50 | 0,0515 | 0,97 | 8,55 | 1,5 | 1,8 | 10,35 |
| 3 | 8985,2 | 308,1 | 5,311 | 50 | 0,038 | 0,57 | 3,03 | 1,5 | 1 | 1,57 |
| 4 | 7665,9 | 262,8 | 6,726 | 50 | 0,034 | 0,43 | 2,89 | 1 | 0,59 | 3,48 |
| 5 | 3108,8 | 106,6 | 17,472 | 32 | 0,032 | 0,4 | 7 | 10 | 5,1 | 12,1 |
| 6 | 7665,9 | 262,8 | 6,736 | 50 | 0,034 | 0,43 | 2,89 | 1 | 0,59 | 3,48 |
| 7 | 8985,2 | 308,1 | 5,311 | 50 | 0,038 | 0,57 | 3,03 | 1,5 | 1 | 1,57 |
| 8 | 12195,6 | 418,1 | 8,819 | 50 | 0,0515 | 0,97 | 8,55 | 1,5 | 1,8 | 10,35 |
| 9 | 14803,6 | 507,6 | 4,031 | 50 | 0,062 | 1,35 | 5,44 | 3,5 | 6,5 | 11,94 |
| **Итого потери давления в системе отопления составляют:**  |



**8. Расчёт расширительного бака**

Расширительные баки устанавливаются в системах с верхним расположением подающей магистрали с естественной циркуляцией. Служат для восприятия избыточного объёма теплоносителя получаемого в следствии его температурного расширения, а также служат для удаления воздуха из системы.

Полезный объём расширительного бака, л, определяется по формуле:

*Vпол* = *к*·*Vc* (8.1)

где: *к* – коэффициент учитывающий объёмное расширение воды (при 95 оС *к*= 0,024);

*Vc* – объём теплоносителя в системе, л:

*Vc* = (*Vкот.* + *Vрадиат.* + *Vтруб.*)·*Qс* (8.2)

*Qс* – тепловая мощность системы, кВт;

*Vкот.* = 9,5 л/кВт

*Vрадиат.* = 2,6 л/кВт

*Vтруб.* = 13,8 л/кВт

*Vc* = (9,5 + 2,6 + 13,8)·6,3209 = 163,7 л

*Vпол* = 0,024·163,7 = 3,93 л

Полезная высота расширительного бака, при *d*=300мм:

 (8.3)

**9. Годовой расход тепла на отопление**

Средний тепловой поток на отопление, Вт:



Годовой расход тепла на отопление, МВт:

 

**Список использованной литературы**

1. СНиП 23-01-99 «Строительная климатология», 2000г.
2. СНиП II-3-79\* «Строительная теплотехника», 1998г.
3. СНиП 2.04.05-91\* «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», 1987г.
4. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3ч. Ч1. Отопление./Богословский В.Н. 1990.

В курсовой работе была расчитана местная система отопления одноэтажного жилого здания. Здание расположено в г. Усть-Мома. Расчётная температура самой холодной пятидневки – 58°С.

В теплотехническом расчёте наружных ограждающих конструкций были определены основные теплотехнические характеристики ограждающих конструкций, такие как: толщина теплозащитного слоя, сопротивление теплопередачи, коэффициенты теплопередачи. Эти параметры для наружных стен, пола и чердачного перекрытия были определены по способу экономичности по ГСОП.

Расчётная мощность системы отопления складывается из потерь тепла ограждающими конструкциями, потерь тепла на инфильтрацию и минус бытовые теплопоступления. Расчётная мощность системы отопления согласно расчёту составила 15542 Вт.

В данном здании была разработана однотрубная система отопления, с верхним расположением подающей магистрали. Циркуляция теплоносителя естественная за счёт разностей плотностей холодного и горячего теплоносителя. Параметры теплоносителя 95–70 оС. Прокладка труб открытая. Горизонтальные участки труб прокладываются с уклоном для удаления воздуха и слива воды из системы. Отопительные приборы расположены под каждым окном. Котёл расположен в топочном помещении.

В качестве отопительных приборов были приняты чугунные секционные радиаторы и был произведён их тепловой расчёт.

В гидравлическом расчёте рассчитано циркуляционное давление системы и подобраны диаметры трубопроводов. Расчётное циркуляционное давление зависит от разностей плотностей холодного и горячего теплоносителя, а также от вертикального расстояния между условными центрами охлаждения и нагреванием в системе. Потери давления в системе складываются из потерь давления на трение и на местные сопротивления. Потери давления не должны превышать расчётного давления. δ = 8,5 %

Также в курсовой работе подобран расширительный бак диаметром 300мм и высотой 360мм. Годовой расход тепла составляет 2,41 МВт.