# РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

**1.1 Параметры наружного воздуха**

Параметры наружного воздуха определяются по СП 131.13330.2012 для города Братск. Для холодного периода года по табл.1 и 3 выбираются следующие параметры:

* Зимняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 – tн = -43оС.
* Количество дней со среднесуточной температурой наружного воздуха <8оС – Zот = 249 сут.
* Средняя температура периода с температурой наружного воздуха <8оС – tот = -8,6оС.
* Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца – φн = 81%.
* Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь – vн = 3,4 м/с.
* Зона влажности района строительства – сухая, влажностный режим помещений здания – нормальный, условия эксплуатации ограждающих конструкций - А.

**1.2. Параметры внутреннего воздуха**

Параметры воздуха внутри помещения определяются согласно ГОСТ 30494-2011:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение tв для помещений, оС | | | | | | Относительная влажность ϕ,% |
| угловая жилая комната | рядовая жилая комната | кухня | лестничная  клетка | Ванная,  совмещенные санузлы | туалеты |
| 23 | 21 | 20 | 17 | 25 | 20 | 50  (нормальный влажностной режим) |

**1.3. Архитектурно-планировочное описание объекта**

Здание двухэтажное с цокольным теплым этажом (подвалом). здание прямоугольное в плане, размерами по координационным осям 30х18 м. Планировка здания – вариант 5 см. рис. 1. Ориентация фасада С-В, высота жилого помещения 3,00 м, температура в теплом подвале +6 оС. Схема системы отопления - однотрубная, с тупиковым движением теплоносителя.

Конструкции наружных стен, бесчердачного перекрытия и надподвального перекрытия представлены в таблице 2.

Таблица 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Схема конструкции**  **наружного ограждения** | **№**  **слоев** | **Материалы слоев в конструкции ограждения**  **(δ - толщина слоя, мм; γ0 – плотность материала, кг/м3)** |
|  | ***Наружные стены*** | | |
| **5** | — 5 4 3 2 1 + | 1  2  3  4  5 | Фактурный слой ­ сложный раствор δ=0,03; γ0 = 1700;  Керамзитобетон δ=0,10; γ0 = 800;  Утеплитель минераловатная плита δ=?; γ0 = 80;  Керамзитобетон δ=0,12; γ0 = 800;  Облицовочная плитка δ=0,005; γ0 = 1600. |
|  | ***Бесчердачные покрытия (чердачные перекрытия)*** | | |
| **5** |  | 1  2  3  4  5 | Железобетонная пустотная плита δ=0,24; γ0 =2500;  Два слоя рубероида (пергамина) δ=0,004; γ0 = 600;  Утеплитель– плиты из ячеистого бетона δ=?; γ0 = 600;  Цементно-песчаный раствор δ=0,015; γ0 = 1800;  Водоизоляционный ковер δ=0,018; γ0 = 1400. |
|  | ***Перекрытия над подвалами и техническими подпольями*** | | |
| **5** |  | 1  2  3  4  5 | Железобетонная пустотная плита δ=0,24; γ0 =2500;  Два слоя рубероида (пергамина) δ=0,005; γ0 = 600;  Утеплитель– ячеистый бетон δ=?; γ0 = 600;  Древесностружечная плита δ=0,015; γ0 = 800;  Линолеум на тканевой основе δ=0,006; γ0 = 1400. |

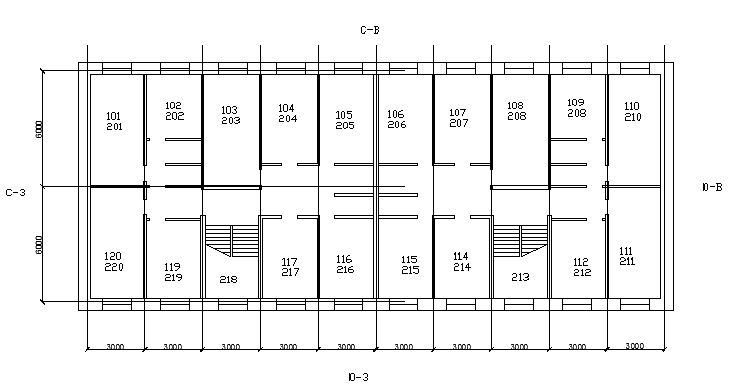
****

рис.1

**1.4. Источник теплоснабжения**

Источник теплоснабжения - ТЭЦ города с параметрами теплоносителя 150оС-70оС. Присоединение к наружным теплосетям по зависимой схеме.

# РАЗДЕЛ 2. ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЯ

**2.1 Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций**

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций выполняется из условия, что приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций следует принимать не меньше нормируемого значения, то есть

 , (1)

где  – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, ;

 – базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, , определяется в зависимости от градусо-суток отопительного периода, ГСОП, *°С·сут*., района строительства.

Градусо-сутки отопительного периода , ГСОП, *°С·сут*:

 сут,

где  – градусо-сутки отопительного периода, *°С·сут*;

 – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, оС

– средняя температура наружного воздуха за отопительный период, оС;

 – продолжительность, *сут*, отопительного периода.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций находится по следующей формуле:



где  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, ,

 – сумма термических сопротивлений слоев конструкции, ,

 – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, .

Термическое сопротивление i-го однородного слоя ограждающей конструкции  , (4)

где  – толщина *i*-го слоя ограждающей конструкции, *м*;

 – расчетный коэффициент теплопроводности материала *i*-го слоя ограждающей конструкции, , согласно условиям эксплуатации.

После определения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций , , определяют коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций , , по формуле

, (5)

где  – коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций, ;

 – фактическое сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, .

**Нормируемое значение сопротивления теплопередаче окон и балконных дверей** определяется также по градусо-суткам отопительного периода. Выбирается конструкция окна и фактическое сопротивление теплопередаче.

**Нормируемое значение сопротивления теплопередаче наружных дверей** должно быть не менее  стен зданий, определяемого по формуле:

,

где  – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, оС;

 – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, оС;

 – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, оС;



Базовые значения требуемых сопротивлений теплопередаче:

-наружных стен R0тр.ст = 7370,4\*0,00035+1,4 = 3,98 м²·°С/Вт;

- заполнения окон R0тр.ок = 7370,4\*0,000025+0,5 = 0,68 м²·°С/Вт;

- чердачного перекрытия R0тр.чер = 7370,4\*0,00045+1,9 = 5,2 м²·°С/Вт;

- пола м²·°С/Вт;

Требуемое сопротивление теплопередаче входной двери:

м²·°С/Вт;

Определим толщины утеплящего слоя

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№**  **п/п** | **Схема конструкции**  **наружного ограждения** | **№**  **слоев** | **Материалы слоев в конструкции ограждения**  **(δ - толщина слоя, мм; γ0 – плотность материала, кг/м3)** |
|  | ***Наружные стены*** | | |
| **5** | — 5 4 3 2 1 + | 1  2  3  4  5 | Фактурный слой ­ сложный раствор δ=0,03; γ0 = 1700;  Керамзитобетон δ=0,10; γ0 = 800;  Утеплитель минераловатная плита δ=?; γ0 = 80;  Керамзитобетон δ=0,12; γ0 = 800;  Облицовочная плитка δ=0,005; γ0 = 1600. |
|  | ***Бесчердачные покрытия (чердачные перекрытия)*** | | |
| **5** |  | 1  2  3  4  5 | Железобетонная пустотная плита δ=0,24; γ0 =2500;  Два слоя рубероида (пергамина) δ=0,004; γ0 = 600;  Утеплитель– плиты из ячеистого бетона δ=?; γ0 = 600;  Цементно-песчаный раствор δ=0,015; γ0 = 1800;  Водоизоляционный ковер δ=0,018; γ0 = 1400. |
|  | ***Перекрытия над подвалами и техническими подпольями*** | | |
| **5** |  | 1  2  3  4  5 | Железобетонная пустотная плита δ=0,24; γ0 =2500;  Два слоя рубероида (пергамина) δ=0,005; γ0 = 600;  Утеплитель– ячеистый бетон δ=?; γ0 = 600;  Древесностружечная плита δ=0,015; γ0 = 800;  Линолеум на тканевой основе δ=0,006; γ0 = 1400. |

***1.1. Определяем толщину утеплителя наружной стены (плиты минераловатные):***

Сопротивление теплопередаче однородной глади стены

R0ст =1/ав+Σδi/λi+1/ ан, где

ав = 8,7 Вт/(м²\*°С),

ан = 23 Вт/(м²\*°С).

R0ст=1/8,7+(0,03/0,7+0,1/0,24+0,12/0,24+0,005/0,52)+1/23 = 1,13 Вт/(м²\*°С).

Толщина слоя утеплителя δутст=λутст (R0нор.ст-R0ст)=0,056\*(3,98-1,13)= 0,16 м. Округляем в большую сторону, принимаем толщину 200 мм.

R0ст =1/8,7+(0,03/0,7+0,1/0,24+0,2/0,056+0,12/0,24+0,005/0,52)+1/23=

4,7 Вт/(м²\*°С).

R0ст =4,7 м²\*°С/Вт > R0тр = 3,98 м²\*°С/Вт.

Толщина стены при этом составляет 455 мм.

Вывод: принятая конструкция наружных стен отвечает теплотехническим требованиям.

1.2. Определяем фактический температурный перепад Δt0:

Δt0 = (tв- tн)/( R0ст\* ав) = (21+43)/(4,7\*8,7) = 1,56°С

Для наружных стен нормируемый температурный перепад составляет Δtn= 4°С, следовательно, условие Δt0= 1,56 < Δtn = 4 ºС выполняется.

1.3.Проверяем выполнение условия на невыпадение конденсата на внутренней поверхности ограждения τsip>τd.

Рассчитываем температуру на внутренней поверхности ограждения τsip

τsip = tв-((tв- tн)/( R0ст\* аint)) = 21-1,56 = 19,44°С.

Для температуры внутреннего воздуха tв= 21 ºС и относительной влажности φ = 50 % температура точки росы составляет τd= 10,7 ºС в соответствии с табл.3 СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», следовательно, условие τsip  = 19,44> τd = 10,7 ºС выполняется.

***Вывод:*** Ограждающая конструкция (наружная стена) удовлетворяет нормативным требованиям тепловой защиты здания. Возможность выпадения конденсата исключена.

***2.1. Определяем толщину утеплителя чердачного перекрытия (плиты из ячеистого бетона):***

Сопротивление теплопередаче однородной глади потолка

R0чер =1/ав+Σδi/λi+1/ ан, где

ав = 8,7 Вт/(м²\*°С),

ан = 12 Вт/(м²\*°С).

R0чер=1/8,7+(0,24/1,92+0,004/0,17+0,015/0,76+0,018/0,27)+1/12=0,433 Вт/(м²\*°С).

Толщина слоя утеплителя δутчер=λутчер (R0нор.чер-R0чер)=0,22\*(5,2-0,433)= 1,04 м. Принимаем толщину 1100 мм.

R0чер=1/8,7+(0,24/1,92+0,004/0,17+0,015/0,76+0,018/0,27)+1/12+1,04/0,22= 5,43 Вт/(м²\*°С).

R0чер =5,43 м²\*°С/Вт >R0тр = 5,2 м²\*°С/Вт

Толщина перекрытия при этом составляет 1377 мм.

Вывод: принятая конструкция наружных стен отвечает теплотехническим требованиям.

2.2. Определяем фактический температурный перепад Δt0:

Δt0 = (tв- tн)/( R0чер\* ав) = (21+43)/(5,43\*8,7) = 1,35°С

Для наружных чердачных перекрытий нормируемый температурный перепад составляет Δtn= 3°С, следовательно, условие Δt0= 1,35 < Δtn = 3 ºС выполняется.

2.3.Проверяем выполнение условия на невыпадение конденсата на внутренней поверхности ограждения τsip>τd.

Рассчитываем температуру на внутренней поверхности ограждения τsip

τsip = tв-((tв- tн)/( R0чер\* аint)) = 21-1,35 = 19,65°С.

Для температуры внутреннего воздуха tв= 21 ºС и относительной влажности φ = 50 % температура точки росы составляет τd= 10,7 ºС в соответствии с табл.3 СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», следовательно, условие τsip  = 19,65> τd = 10,7 ºС выполняется.

***Вывод:*** Ограждающая конструкция (чердачное перекрытие) удовлетворяет нормативным требованиям тепловой защиты здания. Возможность выпадения конденсата исключена.

3***.1. Определяем толщину утеплителя подвального перекрытия (ячеистый бетон):***

Сопротивление теплопередаче однородной глади стены

R0пол =1/ав+Σδi/λi+1/ ан, где

ав = 8,7 Вт/(м²\*°С),

ан = 6 Вт/(м²\*°С).

R0пол=1/8,7+(0,24/1,92+0,005/0,17+0,015/0,19+0,006/0,27)+1/6 =

0,524 Вт/(м²\*°С).

Толщина слоя утеплителя δутст=λутст (R0нор.пол-R0пол)=0,22\*(0,86-0,54)= 0,07 м. Округляем в большую сторону, принимаем толщину 100 мм.

R0ст =1/8,7+(0,24/1,92+0,005/0,17+0,1/0,22+0,015/0,19+0,006/0,27)+1/6 =0,99 Вт/(м²\*°С).

R0пол =0,99 м²\*°С/Вт > R0тр = 0,86 м²\*°С/Вт.

Толщина пола при этом составляет 377 мм.

Вывод: принятая конструкция надподвального перекрытия отвечает теплотехническим требованиям.

3.2. Определяем фактический температурный перепад Δt0:

Δt0 = (tв- tн)/( R0пол\* ав) = (21-6)/(0,99\*8,7) = 1,7°С

Для надподвальных перекрытий нормируемый температурный перепад составляет Δtn= 2°С, следовательно, условие Δt0= 1,7 < Δtn = 2 ºС выполняется.

3.3.Проверяем выполнение условия на невыпадение конденсата на внутренней поверхности ограждения τsip>τd.

Рассчитываем температуру на внутренней поверхности ограждения τsip

τsip = tв-((tв- tн)/( R0ст\* аint)) = 21-1,7 = 19,3°С.

Для температуры внутреннего воздуха tв= 21 ºС и относительной влажности φ = 50 % температура точки росы составляет τd= 10,7 ºС в соответствии с табл.3 СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», следовательно, условие τsip  = 19,3> τd = 10,7 ºС выполняется.

***Вывод:*** Ограждающая конструкция (наружная стена) удовлетворяет нормативным требованиям тепловой защиты здания. Возможность выпадения конденсата исключена.

**Расчёт коэффициентов теплопередачи ограждающих конструкций.**

Для наружной стены:



Для пола : 

Для чердачного перекрытия : 

Для окна: 

Для входных дверей : .

Результаты теплотехнического расчета сводятся в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты теплотехнического расчета

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование ограждающей конструкции | Толщина утепляющего слоя, , *м* | Толщина ограждающей конструкции, , *м* | Приведенное сопротивление теплопередаче, , | Коэффициент теплопередачи, , |
| Наружная стена | 0,200 | 0,455 | 4,7 | 0,21 |
| Бесчердачное  (чердачное) покрытие | 1,1 | 1,377 | 5,43 | 0,18 |
| Перекрытие над подвалом | 0,1 | 0,377 | 0,99 | 1,01 |
| Окно | Конструкция окна | | 0,68 | 1,26 |
| Наружная дверь | Конструкция наружной двери | | 1,1 | 0,91 |

**2.2 Проверка внутренних поверхностей ограждающих конструкций**

**на вероятность выпадения конденсата**

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции в зоне теплопроводных включений, в углах и оконных откосах должна быть не менее точки росы внутреннего воздуха при расчетной температуре наружного воздуха.

Расчетный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции не должен превышать нормируемых величин, то есть:



где  – расчетный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, оС;

Расчетный температурный перепад , оС, находится по формуле:



где  – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху;

 – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкций, , (см. табл. 2).

Температура внутренней поверхности **остекления окон** зданий должна быть не ниже плюс 3оС, то есть:

,

где  – температура внутренней поверхности остекления окон зданий, оС.

Температура внутренней поверхности окон определяется по формуле:

.

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции **в зоне наружных углов:**

,

где  – сопротивление теплопередаче наружной стены;

*А=*1 для однослойных конструкций;

*А*=0,75 при наличии эффективного утеплителя и внутреннего теплопроводного слоя.

Температура точки росы внутреннего воздуха определяется по формуле:

, (12)

где  – парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, *Па*, при расчетной температуре и влажности этого воздуха определяется по формуле:



где  – парциальное давление насыщенного водяного пара, Па,

 – относительная влажность внутреннего воздуха, *%*, принимаемая 50*%*.

**2.3 Определение теплопотерь здания**

**Основные потери теплоты через наружные ограждения (трансмиссионные теплопотери)**:

|  |  |
| --- | --- |
| *,* *Вт* |  |

где  – коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции, ;

 – то же, что и в формуле (8);

 – расчетная площадь ограждающей конструкции, *м2*;

 – добавочные потери теплоты в долях от основных потерь.

Для удобства расчета теплопотерь необходимо пронумеровать все помещения здания. Нумерацию следует производить поэтажно, по часовой стрелке, начиная с верхней левой угловой комнаты 101, 102, 201, 201 и т.д. Расчет производится для каждой комнаты в отдельности. Трансмиссионные теплопотери каждого помещения рассчитываются суммированием потерь теплоты через каждое теплотеряющее ограждение, определенных по формуле (15): через наружные стены (НС), окна двойные (ДО) или тройные (ТО), перекрытия над неотапливаемым подвалом (ПЛ), потолок (ПТ), балконные двери (БД), наружные входные двери (НД).

При расчете теплопотерь ограждающие конструкции измеряются по наружному обмеру с соблюдением следующих правил обмера:

1. Площадь окон, дверей и фонарей измеряют по наименьшему строительному проему.

2. Площадь потолка и пола измеряют между осями внутренних стен и внутренней поверхностью наружной стены.

3. Площадь наружных стен измеряют:

• в плане - по наружному периметру между осями внутренних стен и наружным углом стены;

• по высоте - на всех этажах, кроме нижнего: от уровня чистого пола до пола следующего этажа. На последнем этаже верх наружной стены совпадает с верхом покрытия или чердачного перекрытия. На нижнем этаже в зависимости от конструкции пола: а) от внутренней поверхности пола по грунту; б) от поверхности подготовки под конструкцию пола на лагах; в) от нижней грани перекрытия над неотапливаемым подпольем или подвалом.

Линейные размеры ограждающих конструкций следует определять с точностью до 0,01 м, а площадь ограждающих конструкций – с точностью до 0,1 м2.

Теплопотери лестничной клетки определяют в целом по всей ее высоте, как для одного помещения. Конструкция дверей лестничных клеток выбирается по СП [7].

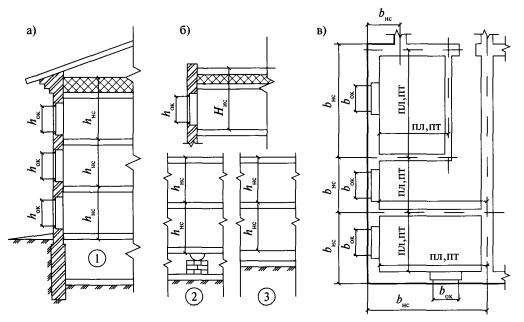


Рис.1. Определение размеров ограждающих конструкций при расчете теплопотерь помещениями (НС– наружных стен, Пл – пола, Пт- потолка, ОК- окон): а- разрез здания; 1- неотапливаемый подвал; 2- пол по лагам; 3- пол на грунте.

**Добавочные потери теплоты:**

а) на ориентацию для стен, дверей и окон, обращенных:

|  |  |
| --- | --- |
| Север, восток, северо-восток и северо-запад | 10% |
| Запад и юго-восток | 5% |
| Юг и юго-запад | 0% |

б) Для угловых помещений добавка принимается в размере 5% [8].

в) через наружные двери, не оборудованные воздушными или воздушно-тепловыми завесами, при высоте зданий Н, м, от средней планировочной отметки земли до верха карниза, центра вытяжных отверстий фонаря или устья шахты в размере:

0,2 Н – для тройных дверей с двумя тамбурами между ними;

0,27 Н – для двойных дверей с тамбурами между ними;

г) затраты тепла на нагревание инфильтрирующегося воздуха

Потери тепла на нагревание инфильтрующегося воздуха в жилых помещениях при естественной вытяжной вентиляции определяются по формуле

|  |  |
| --- | --- |
| *Вт* |  |

где  – расход удаляемого воздуха, /, не компенсируемый подогретым приточным воздухом, принимается равным 3 / на 1 жилых комнат (без учета коридоров); для кухонь и санузлов исходя из величины воздухообмена по санитарным нормам [6]. За расчетную величину принимается большая из них.

 – удельная теплоемкость воздуха, равная 1 ;

 – плотность воздуха в помещении, ;

**Бытовые тепловыделения**

При определении тепловой мощности системы отопления учитывают бытовые тепловыделения  (приготовление пищи, электробытовые приборы и т.п.), которые определяются для всех помещений, кроме лестничных клеток в размере 17 площади пола жилых комнат при заселенности до 20 общей площади квартиры на человека с понижением до минимального значения 10 при заселенности 45.

**Теплопотери помещения (тепловая мощность системы отопления)**

Тепловая мощность системы отопления каждого помещения  определяется по потерям теплоты через наружные ограждения и теплозатратам на нагревание инфильтрующегося воздуха за вычетом бытовых тепловыделений и рассчитывается по формуле

|  |  |
| --- | --- |
| *Вт* |  |

Запись расчета теплопотерь помещений следует производить в табличной форме (таблица 2).

Таблица 3 – Расчет теплопотерь помещений

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 этаж | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| № | Наименование помещения | Температура помещения | Характеристика ограждения | | | | | Коэффициенты | | Разность температур | Основные теплопотери, Qосн, Вт | Добавки | | | Тепло-потери Qт.п, Вт | Qбыт, Вт | Qинф, Вт | ∑Q |
| Тип ограждения | Ориентация | Размеры, м | | Площадь, м2 | Теплопередачи, К, Вт/(м2\*0С) | Положения, n, Вт/(м2\*0С) | На ориентацию, β1 | Пр, β2 | 1+∑β |
| 101 | Жилое помещение | 23,0 | Стена | С-З | 6,46 | 3,00 | 19,37 | 0,210 | 1,0 | 66 | 268,4 | 0,10 | 0,05 | 1,15 | 308,7 | 276,1 | 1080,4 | 2738,3 |
| 23,0 | Стена | С-В | 3,46 | 3,00 | 10,37 | 0,210 | 1,0 | 66 | 143,7 | 0,10 | 0,05 | 1,15 | 165,2 |
| 23,0 | Пол | С-З | 5,80 | 2,80 | 16,24 | 1,010 | 1,0 | 66 | 1082,6 | 0,10 | 0,05 | 1,15 | 1244,9 |
| 23,0 | Окно | С-В | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 66 | 187,1 | 0,10 | 0,05 | 1,15 | 215,2 |
| 102 | Совмещенный с/у | 25,0 | Стена | С-В | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 68 | 128,5 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 141,4 | 295,8 | 1192,7 | 2564,8 |
| 25,0 | Пол | С-В | 5,80 | 3,00 | 17,40 | 1,010 | 1,0 | 68 | 1195,0 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 1314,5 |
| 25,0 | Окно | С-В | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 68 | 192,8 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 212,1 |
| 103 | Кухня | 20,0 | Стена | С-В | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 63 | 119,1 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 131,0 | 295,8 | 1105,0 | 2354,5 |
| 20,0 | Пол | С-В | 5,80 | 3,00 | 17,40 | 1,010 | 1,0 | 63 | 1107,2 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 1217,9 |
| 20,0 | Окно | С-В | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 63 | 178,6 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 196,5 |
| 104 | Жилое помещение | 21,0 | Стена | С-В | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 64 | 121,0 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 133,1 | 255,0 | 967,7 | 2111,9 |
| 21,0 | Пол | С-В | 5,00 | 3,00 | 15,00 | 1,010 | 1,0 | 64 | 969,6 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 1066,6 |
| 21,0 | Окно | С-В | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 64 | 181,4 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 199,6 |
| 105 | Жилое помещение | 21,0 | Стена | С-В | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 64 | 121,0 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 133,1 | 255,0 | 967,7 | 2111,9 |
| 21,0 | Пол | С-В | 5,00 | 3,00 | 15,00 | 1,010 | 1,0 | 64 | 969,6 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 1066,6 |
| 21,0 | Окно | С-В | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 64 | 181,4 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 199,6 |
| 106 | Жилое помещение | 21,0 | Стена | С-В | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 64 | 121,0 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 133,1 | 255,0 | 967,7 | 2111,9 |
| 21,0 | Пол | С-В | 5,00 | 3,00 | 15,00 | 1,010 | 1,0 | 64 | 969,6 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 1066,6 |
| 21,0 | Окно | С-В | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 64 | 181,4 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 199,6 |
| 107 | Жилое помещение | 21,0 | Стена | С-В | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 64 | 121,0 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 133,1 | 255,0 | 580,6 | 1724,8 |
| 21,0 | Пол | С-В | 5,00 | 3,00 | 15,00 | 1,010 | 1,0 | 64 | 969,6 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 1066,6 |
| 21,0 | Окно | С-В | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 64 | 181,4 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 199,6 |
| 108 | Кухня | 20,0 | Стена | С-В | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 63 | 119,1 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 131,0 | 153,0 | 1105,0 | 2497,3 |
| 20,0 | Пол | С-В | 5,80 | 3,00 | 17,40 | 1,010 | 1,0 | 63 | 1107,2 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 1217,9 |
| 20,0 | Окно | С-В | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 63 | 178,6 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 196,5 |
| 109 | Совмещенный с/у | 25,0 | Стена | С-В | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 68 | 128,5 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 141,4 | 153,0 | 1192,7 | 2707,6 |
| 25,0 | Пол | С-В | 5,80 | 3,00 | 17,40 | 1,010 | 1,0 | 68 | 1195,0 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 1314,5 |
| 25,0 | Окно | С-В | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 68 | 192,8 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 212,1 |
| 110 | Жилое помещение | 23,0 | Стена | Ю-В | 6,46 | 3,00 | 19,37 | 0,210 | 1,0 | 66 | 268,4 | 0,05 | 0,05 | 1,10 | 295,2 | 276,1 | 1080,4 | 2670,8 |
| 23,0 | Стена | С-В | 3,46 | 3,00 | 10,37 | 0,210 | 1,0 | 66 | 143,7 | 0,10 | 0,05 | 1,15 | 165,2 |
| 23,0 | Пол | Ю-В | 5,80 | 2,80 | 16,24 | 1,010 | 1,0 | 66 | 1082,6 | 0,05 | 0,05 | 1,10 | 1190,8 |
| 23,0 | Окно | С-В | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 66 | 187,1 | 0,10 | 0,05 | 1,15 | 215,2 |
| 111 | Жилое помещение | 23,0 | Стена | Ю-В | 6,46 | 3,00 | 19,37 | 0,210 | 1,0 | 66 | 268,4 | 0,05 | 0,05 | 1,10 | 295,2 | 276,1 | 1080,4 | 2637,7 |
| 23,0 | Стена | Ю-З | 3,46 | 3,00 | 10,37 | 0,210 | 1,0 | 66 | 143,7 | 0,00 | 0,05 | 1,05 | 150,8 |
| 23,0 | Пол | Ю-В | 5,80 | 2,80 | 16,24 | 1,010 | 1,0 | 66 | 1082,6 | 0,05 | 0,05 | 1,10 | 1190,8 |
| 23,0 | Окно | Ю-З | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 66 | 187,1 | 0,00 | 0,05 | 1,05 | 196,5 |
| 112 | Жилое помещение | 21,0 | Стена | Ю-З | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 64 | 121,0 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 121,0 | 255,0 | 967,7 | 2211,5 |
| 21,0 | Пол | Ю-З | 5,00 | 3,00 | 15,00 | 1,010 | 1,0 | 64 | 969,6 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 969,6 |
| 21,0 | Окно | Ю-З | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 64 | 181,4 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 181,4 |
| 213 | Лестничная клетка | 17,0 | Стена | Ю-З | 3,00 | 6,00 | 18,00 | 0,210 | 1,0 | 60 | 226,8 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 226,8 | 255,0 | 907,2 | 2249,1 |
| 17,0 | Пол | Ю-З | 5,00 | 3,00 | 15,00 | 1,010 | 1,0 | 60 | 909,0 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 909,0 |
| 17,0 | Дверь | Ю-З | 1,00 | 2,00 | 2,00 | 0,910 | 1,0 | 60 | 109,2 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 109,2 |
| 17,0 | Потолок | Ю-З | 5,00 | 3,00 | 15,00 | 0,100 | 1,0 | 60 | 90,0 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 90,0 |
| 17,0 | Окно 2 шт | Ю-З | 1,50 | 1,50 | 4,50 | 0,970 | 1,0 | 60 | 261,9 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 261,9 |
| 114 | Жилое помещение | 21,0 | Стена | Ю-З | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 64 | 121,0 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 121,0 | 255,0 | 967,7 | 1984,7 |
| 21,0 | Пол | Ю-З | 5,00 | 3,00 | 15,00 | 1,010 | 1,0 | 64 | 969,6 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 969,6 |
| 21,0 | Окно | Ю-З | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 64 | 181,4 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 181,4 |
| 115 | Жилое помещение | 21,0 | Стена | Ю-З | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 64 | 121,0 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 133,1 | 255,0 | 967,7 | 2093,7 |
| 21,0 | Пол | Ю-З | 5,00 | 3,00 | 15,00 | 1,010 | 1,0 | 64 | 969,6 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 1066,6 |
| 21,0 | Окно | Ю-З | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 64 | 181,4 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 181,4 |
| 116 | Жилое помещение | 21,0 | Стена | Ю-З | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 64 | 121,0 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 133,1 | 255,0 | 967,7 | 2154,2 |
| 21,0 | Пол | Ю-З | 5,00 | 3,00 | 15,00 | 1,010 | 1,0 | 64 | 969,6 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 1066,6 |
| 21,0 | Окно | Ю-З | 1,50 | 2,00 | 3,00 | 1,260 | 1,0 | 64 | 241,9 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 241,9 |
| 117 | Жилое помещение | 21,0 | Стена | Ю-З | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 64 | 121,0 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 133,1 | 255,0 | 967,7 | 2154,2 |
| 21,0 | Пол | Ю-З | 5,00 | 3,00 | 15,00 | 1,010 | 1,0 | 64 | 969,6 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 1066,6 |
| 21,0 | Окно | Ю-З | 1,50 | 2,00 | 3,00 | 1,260 | 1,0 | 64 | 241,9 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 241,9 |
| 218 | Лестничная клетка | 17,0 | Стена | Ю-З | 3,00 | 6,00 | 18,00 | 0,210 | 1,0 | 60 | 226,8 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 226,8 | 255,0 | 907,2 | 2327,4 |
| 17,0 | Пол | Ю-З | 5,00 | 3,00 | 15,00 | 1,010 | 1,0 | 60 | 909,0 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 909,0 |
| 17,0 | Дверь | Ю-З | 1,00 | 2,00 | 2,00 | 0,910 | 1,0 | 60 | 109,2 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 109,2 |
| 17,0 | Потолок | Ю-З | 5,00 | 3,00 | 15,00 | 0,100 | 1,0 | 60 | 90,0 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 90,0 |
| 17,0 | Окно 2 шт | Ю-З | 1,50 | 1,50 | 4,50 | 1,260 | 1,0 | 60 | 340,2 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 340,2 |
| 119 | Жилое помещение | 21,0 | Стена | Ю-З | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 64 | 121,0 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 133,1 | 255,0 | 967,7 | 2154,2 |
| 21,0 | Пол | Ю-З | 5,00 | 3,00 | 15,00 | 1,010 | 1,0 | 64 | 969,6 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 1066,6 |
| 21,0 | Окно | Ю-З | 1,50 | 2,00 | 3,00 | 1,260 | 1,0 | 64 | 241,9 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 241,9 |
| 120 | Жилое помещение | 23,0 | Стена | С-З | 6,46 | 3,00 | 19,37 | 0,210 | 1,0 | 66 | 268,4 | 0,10 | 0,05 | 1,15 | 308,7 | 276,1 | 1080,4 | 2705,2 |
| 23,0 | Стена | Ю-З | 3,46 | 3,00 | 10,37 | 0,210 | 1,0 | 66 | 143,7 | 0,00 | 0,05 | 1,05 | 150,8 |
| 23,0 | Пол | С-З | 5,80 | 2,80 | 16,24 | 1,010 | 1,0 | 66 | 1082,6 | 0,10 | 0,05 | 1,15 | 1244,9 |
| 23,0 | Окно | Ю-З | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 66 | 187,1 | 0,00 | 0,05 | 1,05 | 196,5 |
| б/н | Коридор | 18,0 | Пол |  |  |  | 24,00 | 1,010 | 1,0 | 61 | 1478,6 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1478,6 | 408,0 | 1475,7 | 2546,4 |
| **Итого по 1 этажу** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **32558,5** | 5469,9 | 21496,8 | 48812,1 |
| 2 этаж | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| № | Наименование помещения | Температура помещения | Характеристика ограждения | | | | | Коэффициенты | | Разность температур | Основные теплопотери, Qосн, Вт | Добавки | | | Тепло-потери Qт.п, Вт | Qбыт, Вт | Qинф, Вт | ∑Q |
| Тип ограждения | Ориентация | Размеры, м | | Площадь, м2 | Теплопередачи, К, Вт/(м2\*0С) | Положения, n, Вт/(м2\*0С) | На ориентацию, β1 | Пр, β2 | 1+∑β |
| 201 | Жилое помещение | 23,0 | Стена | С-З | 6,46 | 3,00 | 19,37 | 0,210 | 1,0 | 66 | 268,4 | 0,10 | 0,05 | 1,15 | 308,7 | 276,1 | 1080,4 | 1715,2 |
| 23,0 | Стена | С-В | 3,46 | 3,00 | 10,37 | 0,210 | 1,0 | 66 | 143,7 | 0,10 | 0,05 | 1,15 | 165,2 |
| 23,0 | Потолок | С-З | 5,80 | 2,80 | 16,24 | 0,180 | 1,0 | 66 | 192,9 | 0,10 | 0,05 | 1,15 | 221,9 |
| 23,0 | Окно | С-В | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 66 | 187,1 | 0,10 | 0,05 | 1,15 | 215,2 |
| 202 | Совмещенный с/у | 25,0 | Стена | С-В | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 68 | 128,5 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 141,4 | 295,8 | 1192,7 | 1484,6 |
| 25,0 | Потолок | С-В | 5,80 | 3,00 | 17,40 | 0,180 | 1,0 | 68 | 213,0 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 234,3 |
| 25,0 | Окно | С-В | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 68 | 192,8 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 212,1 |
| 203 | Кухня | 20,0 | Стена | С-В | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 63 | 119,1 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 131,0 | 295,8 | 1105,0 | 1353,7 |
| 20,0 | Потолок | С-В | 5,80 | 3,00 | 17,40 | 0,180 | 1,0 | 63 | 197,3 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 217,0 |
| 20,0 | Окно | С-В | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 63 | 178,6 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 196,5 |
| 204 | Жилое помещение | 21,0 | Стена | С-В | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 64 | 121,0 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 133,1 | 255,0 | 967,7 | 1235,4 |
| 21,0 | Потолок | С-В | 5,00 | 3,00 | 15,00 | 0,180 | 1,0 | 64 | 172,8 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 190,1 |
| 21,0 | Окно | С-В | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 64 | 181,4 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 199,6 |
| 205 | Жилое помещение | 21,0 | Стена | С-В | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 64 | 121,0 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 133,1 | 255,0 | 967,7 | 1235,4 |
| 21,0 | Потолок | С-В | 5,00 | 3,00 | 15,00 | 0,180 | 1,0 | 64 | 172,8 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 190,1 |
| 21,0 | Окно | С-В | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 64 | 181,4 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 199,6 |
| 206 | Жилое помещение | 21,0 | Стена | С-В | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 64 | 121,0 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 133,1 | 255,0 | 967,7 | 1235,4 |
| 21,0 | Потолок | С-В | 5,00 | 3,00 | 15,00 | 0,180 | 1,0 | 64 | 172,8 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 190,1 |
| 21,0 | Окно | С-В | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 64 | 181,4 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 199,6 |
| 207 | Жилое помещение | 21,0 | Стена | С-В | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 64 | 121,0 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 133,1 | 255,0 | 580,6 | 848,3 |
| 21,0 | Потолок | С-В | 5,00 | 3,00 | 15,00 | 0,180 | 1,0 | 64 | 172,8 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 190,1 |
| 21,0 | Окно | С-В | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 64 | 181,4 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 199,6 |
| 208 | Кухня | 20,0 | Стена | С-В | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 63 | 119,1 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 131,0 | 153,0 | 1105,0 | 1496,5 |
| 20,0 | Потолок | С-В | 5,80 | 3,00 | 17,40 | 0,180 | 1,0 | 63 | 197,3 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 217,0 |
| 20,0 | Окно | С-В | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 63 | 178,6 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 196,5 |
| 209 | Совмещенный с/у | 25,0 | Стена | С-В | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 68 | 128,5 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 141,4 | 153,0 | 1192,7 | 1627,4 |
| 25,0 | Потолок | С-В | 5,80 | 3,00 | 17,40 | 0,180 | 1,0 | 68 | 213,0 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 234,3 |
| 25,0 | Окно | С-В | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 68 | 192,8 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 212,1 |
| 210 | Жилое помещение | 23,0 | Стена | Ю-В | 6,46 | 3,00 | 19,37 | 0,210 | 1,0 | 66 | 268,4 | 0,05 | 0,05 | 1,10 | 295,2 | 276,1 | 1080,4 | 1692,2 |
| 23,0 | Стена | С-В | 3,46 | 3,00 | 10,37 | 0,210 | 1,0 | 66 | 143,7 | 0,10 | 0,05 | 1,15 | 165,2 |
| 23,0 | Потолок | Ю-В | 5,80 | 2,80 | 16,24 | 0,180 | 1,0 | 66 | 192,9 | 0,05 | 0,05 | 1,10 | 212,2 |
| 23,0 | Окно | С-В | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 66 | 187,1 | 0,10 | 0,05 | 1,15 | 215,2 |
| 211 | Жилое помещение | 23,0 | Стена | Ю-В | 6,46 | 3,00 | 19,37 | 0,210 | 1,0 | 66 | 268,4 | 0,05 | 0,05 | 1,10 | 295,2 | 276,1 | 1080,4 | 1659,1 |
| 23,0 | Стена | Ю-З | 3,46 | 3,00 | 10,37 | 0,210 | 1,0 | 66 | 143,7 | 0,00 | 0,05 | 1,05 | 150,8 |
| 23,0 | Потолок | Ю-В | 5,80 | 2,80 | 16,24 | 0,180 | 1,0 | 66 | 192,9 | 0,05 | 0,05 | 1,10 | 212,2 |
| 23,0 | Окно | Ю-З | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 66 | 187,1 | 0,00 | 0,05 | 1,05 | 196,5 |
| 212 | Жилое помещение | 21,0 | Стена | Ю-З | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 64 | 121,0 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 121,0 | 255,0 | 967,7 | 1187,9 |
| 21,0 | Потолок | Ю-З | 5,00 | 3,00 | 15,00 | 0,180 | 1,0 | 64 | 172,8 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 172,8 |
| 21,0 | Окно | Ю-З | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 64 | 181,4 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 181,4 |
| 214 | Жилое помещение | 21,0 | Стена | Ю-З | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 64 | 121,0 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 121,0 | 255,0 | 967,7 | 1187,9 |
| 21,0 | Потолок | Ю-З | 5,00 | 3,00 | 15,00 | 0,180 | 1,0 | 64 | 172,8 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 172,8 |
| 21,0 | Окно | Ю-З | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 64 | 181,4 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 181,4 |
| 215 | Жилое помещение | 21,0 | Стена | Ю-З | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 64 | 121,0 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 133,1 | 255,0 | 967,7 | 1217,3 |
| 21,0 | Потолок | Ю-З | 5,00 | 3,00 | 15,00 | 0,180 | 1,0 | 64 | 172,8 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 190,1 |
| 21,0 | Окно | Ю-З | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 64 | 181,4 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 181,4 |
| 216 | Жилое помещение | 21,0 | Стена | Ю-З | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 64 | 121,0 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 133,1 | 255,0 | 967,7 | 1277,7 |
| 21,0 | Потолок | Ю-З | 5,00 | 3,00 | 15,00 | 0,180 | 1,0 | 64 | 172,8 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 190,1 |
| 21,0 | Окно | Ю-З | 1,50 | 2,00 | 3,00 | 1,260 | 1,0 | 64 | 241,9 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 241,9 |
| 217 | Жилое помещение | 21,0 | Стена | Ю-З | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 64 | 121,0 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 133,1 | 255,0 | 967,7 | 1277,7 |
| 21,0 | Потолок | Ю-З | 5,00 | 3,00 | 15,00 | 0,180 | 1,0 | 64 | 172,8 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 190,1 |
| 21,0 | Окно | Ю-З | 1,50 | 2,00 | 3,00 | 1,260 | 1,0 | 64 | 241,9 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 241,9 |
| 219 | Жилое помещение | 21,0 | Стена | Ю-З | 3,00 | 3,00 | 9,00 | 0,210 | 1,0 | 64 | 121,0 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 133,1 | 255,0 | 967,7 | 1277,7 |
| 21,0 | Потолок | Ю-З | 5,00 | 3,00 | 15,00 | 0,180 | 1,0 | 64 | 172,8 | 0,10 | 0,00 | 1,10 | 190,1 |
| 21,0 | Окно | Ю-З | 1,50 | 2,00 | 3,00 | 1,260 | 1,0 | 64 | 241,9 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 241,9 |
| 220 | Жилое помещение | 23,0 | Стена | С-З | 6,46 | 3,00 | 19,37 | 0,210 | 1,0 | 66 | 268,4 | 0,10 | 0,05 | 1,15 | 308,7 | 276,1 | 1080,4 | 1682,2 |
| 23,0 | Стена | Ю-З | 3,46 | 3,00 | 10,37 | 0,210 | 1,0 | 66 | 143,7 | 0,00 | 0,05 | 1,05 | 150,8 |
| 23,0 | Потолок | С-З | 5,80 | 2,80 | 16,24 | 0,180 | 1,0 | 66 | 192,9 | 0,10 | 0,05 | 1,15 | 221,9 |
| 23,0 | Окно | Ю-З | 1,50 | 1,50 | 2,25 | 1,260 | 1,0 | 66 | 187,1 | 0,00 | 0,05 | 1,05 | 196,5 |
| б/н | Коридор | 18,0 | Потолок |  |  |  | 24,00 | 0,180 | 1,0 | 61 | 263,5 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 263,5 | 408,0 | 1475,7 | 1331,2 |
| **Итого по 2 этажу** | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **11300,3** | 4959,9 | 19682,4 | 26022,7 |
| **Итого по 1 и 2 этажу** | | | | | | | | | | | | | | | |  |  | 74834,9 |

**РАЗДЕЛ 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ**

**3.1 Конструирование системы отопления**

Систему отопления, вид и параметры теплоносителя, а также типы нагревательных приборов принимают в соответствии с характером, назначением зданий и сооружений. Выбор производят в соответствии с требованиями санитарных и противопожарных норм и технико-экономическими обоснованиями.

Понижение температуры теплоносителя от величины, указанной в задании (на вводе в здание) осуществляется в тепловом пункте, который следует разместить в подвале, выделяя для этого специальное помещение. Прокладка трубопроводов в помещениях – открытая.

Разработку схемы системы отопления следует вести в следующем порядке:

1. На планах типового этажа разместить нагревательные приборы, обозначив их в соответствии с условным обозначением. Нагревательные приборы – радиаторы и конвекторы следует располагать под окнами. Размеры подводок к отопительным приборам должны, как правило, унифицироваться. Длина подводки не должна превышать 1,25-1,5 м, уклон подводки – 5-10 мм на всю ее длину (при длине до 0,5 м допускается прокладка подводки без уклона).
2. На планах чердака и подвала нанести стояки и магистральные трубопроводы системы отопления. В системах с верхней разводкой подающие магистрали прокладываются на чердаке на расстоянии 1-1,5 м от наружных стен, обратные – в подвале или подпольном канале. Главный стояк размещают во вспомогательных помещениях (например, коридоре или лестничной клетке). В системах с нижней разводкой прокладку подающих и обратных трубопроводов магистралей систем отопления следует предусматривать совместную в подвалах, а при их отсутствии – в подпольном канале. Отопительную систему для лучшей увязки потерь давления в коротких и длинных циркуляционных кольцах рекомендуется разбить на две или четыре ветви приблизительно одинаковой длины. При этом желательно обеспечить пофасадное регулирование теплоотдачи нагревательных приборов. При конструировании системы необходимо учитывать правила производства монтажных работ. В частности, следует выдерживать расстояние 80 мм между осями двухтрубных неизолированных стояков Dу≤32 мм, при этом подающие трубы располагать справа.
3. В соответствии с условными обозначениями расставить в системе отопления запорно-регулирующую арматуру. На подводках к отопительным приборам при двухтрубной системе отопления – регулирующие краны двойного регулирования КРД и шиберного типа КРДШ, обладающие повышенным сопротивлением; при однотрубной системе - кран регулирующий трехходовой КРТ. Регулирующие краны у отопительных приборов не устанавливают в местах, где может замерзать циркулирующая вода, – это

относится к приборам при входе в лестничные клетки. Запорно-регулировочная арматура должна обеспечивать регулирование и отключение отдельных колец, ветвей, стояков. Для опорожнения системы отопления от воды на каждом стояке устанавливаются тройники с пробкой. В качестве запорно-регулирующей арматуры используются: на трубах диаметром 50 мм и более –

задвижки с латунными уплотнительными кольцами; на трубах диаметром менее 50 мм – краны проходные сальниковые, вентили прямоточные запорные.

В верхних точках системы отопления предусматривается установка устройств для удаления воздуха.

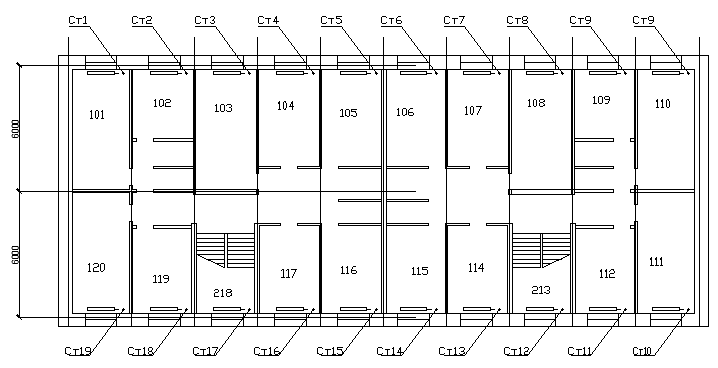


рис.2 –Первый этаж

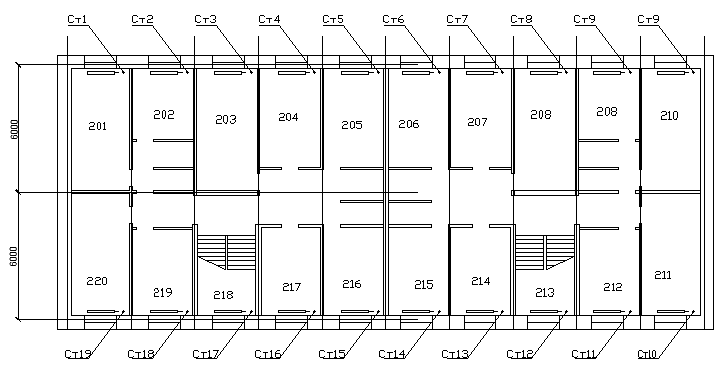


рис.3 –Второй этаж

**3.2 Гидравлический расчет системы отопления**

На основании планов этажа, подвала и чердака с размещенными на них нагревательными приборами, стояками и магистралями вычерчивается аксонометрическая схема системы отопления в масштабе 1:100.

Гидравлический расчет трубопроводов в курсовой работе производится для наиболее протяженной и нагруженной ветви системы отопления. Рассчитываемая ветвь разбивается на участки. Расчетным участком считается отрезок трубопровода с постоянным расходом теплоносителя (т.е. трубопровод между двумя ответвлениями). На расчетной аксонометрической схеме у каждого участка проставляется его номер, тепловая нагрузка и длина.

Целью гидравлического расчета теплопроводов является подбор таких диаметров трубопроводов, при которых на всех расчетных участках системы расход теплоносителя обеспечивает заданные тепловые нагрузки приборов. При этом сумма потерь давления в системе ΣΔРСИС не должна превышать 90-95% расчетного циркуляционного давления, т.е.

 . (17)

###### Последовательность гидравлического расчета методом удельной потери давления на трение

1. На аксонометрической схеме выбирается главное циркуляционное кольцо. В двухтрубных системах водяного отопления оно проходит при тупиковой разводке магистралей – через нижний отопительный прибор наиболее нагруженного и удаленного от теплового пункта стояка, а при попутном движении воды в магистралях – через нижний прибор наиболее нагруженного среднего стояка; в однотрубных системах отопления при тупиковой схеме – через наиболее нагруженный и удаленный от теплового пункта стояк, а при попутном движении – через наиболее нагруженный средний стояк [8].
2. Главное циркуляционное кольцо разбивается на участки, обозначаемые порядковым номером (по ходу движения теплоносителя, начиная от узла ввода).
3. Определяют расчетное циркуляционное давление ,  по формуле

, (18)

где ΔРН – давление, создаваемое насосом или элеватором. Для небольших систем его можно приближенно принимать равным:

, (19)

где Σ– сумма длин участков главного циркуляционного кольца, м;

ΔРЕ – естественное циркуляционное давление, возникающее в расчетном кольце от охлаждения воды в нагревательных приборах ΔРЕ ПР и в трубах ΔРЕ ТР;

Б – поправочный коэффициент, учитывающий значение естественного циркуляционного давления в период поддержания расчетного гидравлического режима в системе; для двухтрубных систем Б=0,4; для вертикальных однотрубных при качественном регулировании теплоносителя Б=1, при автоматическом качественно-количественном регулировании – 1.

для двухтрубной системы

  (20)

для однотрубной системы отопления с верхней разводкой

,  (21)

где  – среднее приращение плотности (объемной массы) при понижении температуры воды на 10С (при разности   при  )

– произведение тепловой нагрузки прибора на вертикальное расстояние от его условного центра охлаждения до центра нагревания воды в системе отопления;

– коэффициент учета дополнительного теплового потока при округлении сверх расчетной величины [8];

– коэффициент учета дополнительных потерь теплоты отопительными приборами у наружных ограждений [8].

 – удельная массовая теплоемкость воды, равная 4,19 ;

– расход воды в стояке по формуле (23).

1. Находят средние удельные потери давления на трение

 (22)

где 0,65 – коэффициент, учитывающий, что 65% располагаемого давления расходуется на преодоление линейных потерь;

1. Подсчитывают расход воды на участках

 (23)

где  – тепловая нагрузка соответствующего участка, ;

,, – то же, что в формуле (21).

1. По  и  по приложению 2 подбираются возможные диаметры трубопровода для расчетного кольца. Для этого диаметра при данном расходе устанавливается фактическое R и соответствующая данному режиму скорость. Диаметры труб желательно выбирать так, чтобы скорость не превышала допустимых значений:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0,3 | 0,65 | 0,8 | 1,0 | 1,5 | 1,5 |
|  | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 и более |

1. Для каждого участка находится сумма коэффициентов местных сопротивлений () по приложению 3, а по приложению 4,  –гидродинамическое давление. В пояснительной записке вслед за таблицей гидравлического расчета следует дать перечень местных сопротивлений и их коэффициенты ξ по участкам.
2. Определяют общие потери давления в расчетном кольце по формуле

  (24)

Z можно определить по формуле

  (25)

1. Потери давления в главном циркуляционном кольце сравнивают с располагаемым перепадом давления:

 (26)

Запас располагаемого давления необходим на случай неучтенных в расчете гидравлических сопротивлений. Если запас давления превышает эту величину, необходимо уменьшить диаметры одного-двух участков циркуляционного кольца. Если же запас давления оказался менее 5% или отрицательным, то необходимо увеличить диаметры одного-двух участков. Измененные участки пересчитать заново, чтобы получить нормальный запас давления (5-10%).

1. Аналогично проводится расчет малых циркуляционных колец (через нижний прибор ближнего к тепловому пункту стояка). Потери давления в главном и малом циркуляционных кольцах не должны отличаться более, чем на  для систем с тупиковым движением воды,  - при попутном движении.

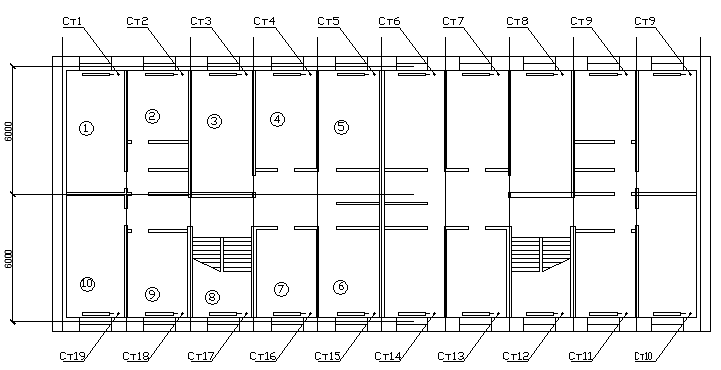
При невозможности увязки потерь давления путем изменения диаметра труб (обычно изменяют диаметр труб, соединяющих стояки с магистралями) прибегают к установки диафрагм на обратных стояках. Диаметр диафрагмы, мм, определяют по формуле

 (27)

где  – расход воды в стояке, ;

 – необходимые для увязки потери давления в диафрагме, .

Диаметр диафрагмы должен быть не менее 5 мм. Часто вместо диафрагм устанавливаются балансировочные клапаны, которые применяются для поддержания постоянной разности давлений между подающим и обратным трубопроводами регулируемых систем, для обеспечения постоянного расхода или стабилизации температуры перемещаемой по трубопроводу воды Подбор клапанов осуществляется по каталогом фирм-производителей [12].



Результаты гидравлического расчета заносятся в таблицу.

Таблица 4 – Результаты гидравлического расчета

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № участка | Тепловая нагрузка участка Q,Вт | Расход воды на участке G,кг/ч | Длина участка, L,м | d условный,мм | Скорость движения воды, w, м/с | Потери давления на трение | | Сумма КМС , ξ | P дин, Па | Потеря давления в местных сопротивлениях Z, Па | Сумма потерь давления RL+Z, Па | β1 | β2 | Fпр, м2 | β3 | β4 |
| R, Па/м | по длине участка, RL,Па |
|
|
| 1 | 1715,2 | 58,9 | 23,00 | 15 | 0,09 | 12,73 | 292,8 | 12,4 | 4,1 | 51,2 | 344,1 | 1,036 | 1,023 | 4,936 | 0,9822 | 1,0 |
| 2 | 1484,6 | 51,0 | 23,00 | 15 | 0,08 | 9,74 | 224,1 | 0,7 | 3,1 | 2,2 | 226,3 | 1,036 | 1,023 | 4,261 | 0,9841 | 1,0 |
| 3 | 1353,7 | 46,5 | 23,00 | 15 | 0,07 | 8,22 | 189,0 | 1,2 | 2,6 | 3,1 | 192,1 | 1,036 | 1,023 | 3,587 | 0,9867 | 1,0 |
| 4 | 1235,4 | 42,5 | 23,00 | 15 | 0,07 | 6,94 | 159,7 | 0,7 | 2,1 | 1,5 | 161,2 | 1,036 | 1,023 | 3,293 | 0,9882 | 1,0 |
| 5 | 1235,4 | 42,5 | 23,00 | 15 | 0,07 | 6,94 | 159,7 | 3,5 | 2,1 | 7,5 | 167,2 | 1,036 | 1,023 | 3,293 | 0,9882 | 1,0 |
| 6 | 1277,7 | 43,9 | 23,00 | 15 | 0,07 | 7,39 | 169,9 | 10,9 | 2,3 | 25,0 | 194,9 | 1,036 | 1,023 | 3,293 | 0,9882 | 1,0 |
| 7 | 1277,7 | 43,9 | 23,00 | 15 | 0,07 | 7,39 | 169,9 | 19,3 | 2,3 | 44,2 | 214,2 | 1,036 | 1,023 | 3,293 | 0,9882 | 1,0 |
| 8 | 1277,7 | 43,9 | 23,00 | 15 | 0,07 | 7,39 | 169,9 | 10,9 | 2,3 | 25,0 | 194,9 | 1,036 | 1,023 | 4,885 | 0,9823 | 1,0 |
| 9 | 1277,7 | 43,9 | 23,00 | 15 | 0,07 | 7,39 | 169,9 | 3,5 | 2,3 | 8,0 | 178,0 | 1,036 | 1,023 | 3,371 | 0,9878 | 1,0 |
| 10 | 1682,2 | 57,8 | 23,00 | 15 | 0,09 | 12,28 | 282,4 | 0,7 | 4,0 | 2,8 | 285,2 | 1,036 | 1,023 | 4,379 | 0,9837 | 1,0 |

При расчете отдельных участков трубопровода необходимо иметь в виду следующее:

а) местное сопротивление тройников, крестовин относят лишь к расчетным участкам с наименьшим расходом воды;

б) местные сопротивления отопительных приборов учитывают поровну в каждом примыкающем к ним трубопроводе.

**3.3 Тепловой расчет отопительных приборов**

В жилых зданиях в качестве отопительных приборов рекомендуется применять радиаторы и конвекторы. В контрольной принять радиаторы с расстоянием между подводками 300 мм. Отопительные приборы следует располагать у наружных стен, преимущественно под окнами. В зданиях до четырех этажей приборы в лестничных клетках следует устанавливать только на первом этаже у входа и присоединять к самостоятельному стояку.

При расчете площади нагревательной поверхности приборов необходимо учитывать теплоотдачу труб, открыто проложенных в помещении (стояков и подводок к приборам). Поэтому теплоотдача прибора равна расчетным теплопотерям помещения за минусом теплоотдачи труб () [8]:

  (28)

где  – поправочный коэффициент, учитывающий долю теплоотдачи труб в помещении: при открытой прокладке =0,9.

Теплоотдачу труб следует определить по формуле:

  (29)

где  – теплоотдача 1 м вертикальной и горизонтальной трубы, , (приложение 5 методического пособия);

 – длина вертикальной и горизонтальной трубы, .

Расчетная площадь нагревательной поверхности приборов определяется по формуле:

  (30)

где  - расчетная плотность теплового потока, 

,  (31)

где  – номинальная плотность теплового потока, .

– коэффициенты [8], выражающие влияние конструктивных и гидравлических особенностей прибора на его коэффициент теплопередачи;

– средний температурный перепад между средней температурой теплоносителя в приборе и температурой окружающего воздуха, :

 (32)

где  и  – температура воды, соответственно, входящей и выходящей из прибора, ;

 – расход воды в приборе, ;

 . (33)

Далее находят число секций чугунного радиатора:

,  (34)

где  – площадь одной секции, м2, принимаемая по паспорту прибора;

 – коэффициент, учитывающий способ установки прибора (открытая установка =1);

 – коэффициент, учитывающий число секций в приборе, для радиатора М-140

. (35)

Полученное по формуле (34) дробное значение N округляют.

Результаты расчетов заносят в таблицу 4.

Таблица 4 – Тепловой расчет отопительных приборов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Расчет поверхности отопительных приборов** | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **№** помещения | **Q**mn, Вт | **t**в, ºC | **t**вх | **t**вых | **∆t** | **Схема** | **q**n, Вт/м2 | **Fпр**, м2 | **N**p | **N**уст |
| 201 | 1715,2 | 23 | 95 | 70 | 59,5 | снизу-вверх | 456,76 | 3,755 | 15,39 | 16 |
| 202 | 1484,6 | 25 | 95 | 70 | 57,5 | снизу-вверх | 484,05 | 3,067 | 12,57 | 13 |
| 203 | 1353,7 | 20 | 95 | 70 | 62,5 | снизу-вверх | 538,47 | 2,514 | 10,30 | 11 |
| 204 | 1235,4 | 21 | 95 | 70 | 61,5 | снизу-вверх | 526,34 | 2,347 | 9,62 | 10 |
| 205 | 1235,4 | 21 | 95 | 70 | 61,5 | снизу-вверх | 526,34 | 2,347 | 9,62 | 10 |
| 216 | 1277,7 | 21 | 95 | 70 | 61,5 | снизу-вверх | 526,69 | 2,426 | 9,94 | 10 |
| 217 | 1277,7 | 21 | 95 | 70 | 61,5 | снизу-вверх | 526,69 | 2,426 | 9,94 | 10 |
| 218 | 1277,7 | 17 | 95 | 70 | 65,5 | снизу-вверх | 571,65 | 2,235 | 9,16 | 10 |
| 219 | 1277,7 | 21 | 95 | 70 | 61,5 | снизу-вверх | 526,69 | 2,426 | 9,94 | 10 |
| 220 | 1682,2 | 23 | 95 | 70 | 59,5 | снизу-вверх | 507,32 | 3,316 | 13,59 | 14 |

**3.3. Подбор оборудования теплового пункта**

Водоструйный элеватор сконструирован так, что он эжектирует охлажденную воду для смешения с высокотемпературной водой. Схема теплового узла с элеватором показана на рисунке приложения 6.

Для подбора элеватора сначала определяют количество циркулирующей в местной системе отопления смешанной воды по формуле

  (36)

где  – тепловая мощность системы отопления, ;

 – температура подающей и обратной воды в местной системе отопления, 0С.

Определяется коэффициент смешения:

 (37)

где  – температура воды, поступающей в элеватор из подающей линии тепловой сети, 0С.

Вычисляют диаметр горловины:

  (38)

где  – циркуляционное давление в системе отопления, .

После подбора элеватора, имеющего диаметр горловины, близкий к полученному, можно определить диаметр сопла:

  (39)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  элеватора | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| dГ, мм | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 47 | 55 |

При установке смесительного насоса на перемычке его подбирают исходя из производительности

 (40)

 (41)

где *Gтс* – расход воы, поступающей из теплосети, определяемой по формуле (36) при разности температур в подающем и обратном трубопроводе тепловой сети *(T1-to).*