Институт инженерно-экологического строительства и механизации

Кафедра «Отопление и вентиляция»

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

по дисциплине

«Инженерные системы зданий и сооружений. Теплогазоснабжение и вентиляция»

Тема: «Отопление и вентиляция жилого здания»

Выполнил студент

(институт, курс, группа)

Руководитель проекта \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

К защите \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 (дата, роспись руководителя)

Проект защищен с оценкой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Председатель комиссии \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 (ученое звание, степень, должность, Ф.И.О.)

Члены комиссии: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 (дата, роспись члена комиссии)

СОДЕРЖАНИЕ

[Исходные данные 3](#_Toc506668539)

[Часть 1. Строительная теплофизика и теплотехника, микроклимат искусственной среды обитания 4](#_Toc506668540)

[1.1 Определение климатических характеристик района строительства 4](#_Toc506668541)

[1.2 Определение параметров внутреннего микроклимата проектируемого здания 5](#_Toc506668542)

[1.3 Расчет теплотехнических характеристик и определение толщины теплоизоляции 5](#_Toc506668543)

[1.4 Проверка возможности конденсации водяных паров на внутренней поверхности и в толще наружного ограждения 9](#_Toc506668544)

[1.5 Выбор заполнения оконных проемов 16](#_Toc506668545)

[Часть 2. Отопление и вентиляция 19](#_Toc506668546)

[2.1 Определение тепловой мощности системы отопления 19](#_Toc506668547)

[2.2 Конструирование и гидравлический расчет системы отопления 33](#_Toc506668548)

[2.3 Расчет поверхности нагрева и подбор отопительных приборов 36](#_Toc506668549)

[2.4 Конструирование и подбор оборудования ИТП здания (подбор элеваторного узла) 43](#_Toc506668550)

[2.5 Конструирование и расчет систем вентиляции 45](#_Toc506668551)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 48](#_Toc506668552)

# Исходные данные

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Две последние цифры зачетной книжки | Тема курсовой работы | Район строительства | Ориентация главного фасада | Вариант плана/вариант размеров | Вариант наружной стены | Система отопления | Марка отопительных приборов | Перепад давления, кПа |
| 10 | 9 | Отопление и вентиляция жилого здания | Грозный | З | План 4, размеры 2 | 2 | Однотрубная верхняя тупиковый розлив | МС-140 | 112 |

Примечание:

Этажность здания – 2 (высота первого этажа $h\_{1эт}=3,4 м$, высота второго этажа $h\_{2эт}=3,1 м$, высота вентиляционной шахты $h\_{вш}=4,1 м$ и отметка входа (земли) $h\_{оз}=0 м$).

# Часть 1. Строительная теплофизика и теплотехника, микроклимат искусственной среды обитания

## 1.1 Определение климатических характеристик района строительства

Климатические параметры холодного периода года принимаем по СП 131. 13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99\*» (табл. 2 и рис. 2 методических указаний) и заносим в таблицу 1.

*Таблица 1.*

Климатические характеристики района строительства

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Районстроительства | $t\_{5}^{0,92}$, °С(далее $t\_{н}$) | $t\_{оп}$, °С | $z\_{оп}$, сут | $v\_{хп}$, м/с | $φ\_{хм}$, % | Зонавлажности |
| Грозный | -17 | 0,9 | 159 | 3,8 | 87 | Сухая |

где $t\_{5}^{0,92}$, °С - средняя температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92;

$t\_{оп}$, °С - средняя температура наружного воздуха за отопительный период со среднесуточной температурой воздуха ≤ 8 °С;

$z\_{оп}$, сут - продолжительность отопительного периода со среднесуточной температурой наружного воздуха ≤ 8 °С (при температуре наружного воздуха ≤ 10 °С продолжительность стояния больше на 15-20 суток);

$v\_{хп}$, м/с - скорость ветра, максимальная из средних скоростей по румбам за январь;

$φ\_{хм}$, % - средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца;

Зону влажности определили по карте зон влажности территории РФ (рис. 2 []).

## 1.2 Определение параметров внутреннего микроклимата проектируемого здания

 Расчетные условия и характеристики внутреннего микроклимата здания принимаем согласно ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» и СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003» (табл. 3 []) и выписываем в таблицу 2.

*Таблица 2.*

Расчетные условия и характеристики внутреннего микроклимата жилого здания

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *tв* для помещений, °С | $φ\_{в}$, % | Влажностный режим помещения |
| Жилая комната угловая | Жилая комната рядовая | Кухня | Лестничная клетка | Туалет / Ванна / Совмещенный санузел |
| 22 | 20 | 19 | 14 | 19 / 24 / 24 | 55 | Нормальный |

## 1.3 Расчет теплотехнических характеристик и определение толщины теплоизоляции



Рис.1 – Конструкция наружной стены

 Теплотехнические показатели строительных материалов заданного варианта конструктива стены выбираем по СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003» (приложение А []) и записываем в таблицу 3.

*Таблица 3.*

Теплотехнические показатели строительных материалов.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование материалов | Условия эксплуатации ограждений | Плотность 0, кг/м2 | Коэф. теплопроводности λ, Вт/м°С | Коэф.паропроницаемости*μ*, мг/(м ч Па) | № слоя на рис.1/его толщина, м |
| Раствор цементно-песчаный (штукатурка) | А | 1800 | 0,76 | 0,09 | 1/0,01 |
| Кладка из кирпича глиняного обыкновенного (ГОСТ 530) на цементно-песчаном растворе | А | 1800 | 0,7 | 0,11 | 2/0,250 |
| Маты минераловатные прошивные (ГОСТ 21880) | А | 75 | 0,058 | 0,49 | 3/ с шагом 10 мм |
| Раствор цементно-песчаный (штукатурка) | А | 1800 | 0,76 | 0,09 | 4/0,01 |

 Теплотехнические характеристики ограждающих конструкций принимаем по СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003» (таблица 5 []).

 *Таблица 4.*

Теплотехнические характеристики ограждающих конструкций

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование конструкции | *Δtн*, °С | *n* | *αв*, Вт/(м2°С) | *αн*, Вт/(м2°С) |
| Наружные стены (НС) | 4 | 1 | 8,7 | 23 |
| Пол над неотапливаемым подвалом (ПЛ) | 2 | 0,6 | 8,7 | 6 |
| Чердачные перекрытия (ПТ) | 3 | 0,9 | 8,7 | 12 |

Примечание:

*Δtн*, °С - нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции;

*n* - коэффициент учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху;

*αв*, Вт/(м2°С) - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции;

*αн*, Вт/(м2°С) - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции.

 Градусо-сутки отопительного периода, 0С·сут/год

$$ГСОП=\left(20-0,9\right)∙159=3036,9 ℃∙сут/год$$

 Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций определяем по таблице 6 методических указаний, методом интерполяции:

* наружной стены (НС):

$$R\_{о}^{тр}=\frac{(2,8-2,1)}{4000-2000}∙\left(3036,9-2000\right)+2,1=2,46 (м^{2}∙℃)/Вт$$

* перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами (ПЛ, ПТ):

$$R\_{о}^{тр}=\frac{(3,7-2,8)}{4000-2000}∙\left(3036,9-2000\right)+2,8=3,27 (м^{2}∙℃)/Вт$$

 Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции $R\_{о}^{норм}, (м^{2}∙℃)/Вт$

$R\_{о}^{норм}=R\_{о}^{тр}∙m\_{p}$ (1)

где $m\_{p}$ – коэффициент, учитывающий особенности региона строительства. Значения коэффициента для стен принимаем не менее 0,63, для светопрозрачных конструкций не менее 0,95 и не менее 0,8 для остальных ограждающих конструкций.

* наружной стены (НС):

$$R\_{о}^{норм}=2,46∙0,63=1,55 (м^{2}∙℃)/Вт$$

* перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами (ПЛ, ПТ):

$$R\_{о}^{норм}=3,27∙0,8=2,61 (м^{2}∙℃)/Вт$$

 Расчетное сопротивление теплопередаче наружной стены $R\_{0}^{р}, (м^{2}∙℃)/Вт$, определяется по формуле

$R\_{0}^{р}=\frac{1}{α\_{в}}+\frac{δ\_{1}}{λ\_{1}}+\frac{δ\_{2}}{λ\_{2}}+\frac{δ\_{3}}{λ\_{3}}+\frac{δ\_{4}}{λ\_{4}}+\frac{1}{α\_{н}}=R\_{о}^{норм}$ (2)

 Термическое сопротивление теплопередаче слоя утеплителя $R\_{ут}, (м^{2}∙℃)/Вт$, определяется по формуле

$R\_{ут}=R\_{3}=R\_{о}^{норм}-(\frac{1}{α\_{в}}+\frac{δ\_{1}}{λ\_{1}}+\frac{δ\_{2}}{λ\_{2}}+\frac{δ\_{4}}{λ\_{4}}+\frac{1}{α\_{н}})$ (3)

$$R\_{ут}=R\_{3}=1,55-\left(\frac{1}{8,7}+\frac{0,01}{0,76}+\frac{0,25}{0,7}+\frac{0,01}{0,76}+\frac{1}{23}\right)=1,0 (м^{2}∙℃)/Вт$$

$δ\_{3}=R\_{3}∙λ\_{3}$ (4)

$$δ\_{3}=1,0∙0,058=1,58 м$$

Принимаем $δ\_{3}=0,06 м$

где $α\_{в}=8,7 Вт/(м^{2}∙℃)$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции;

$α\_{н}=23 Вт/(м^{2}∙℃)$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции.

 Фактическое сопротивление теплопередаче наружной стены:

$$R\_{о}^{факт}=\frac{1}{8,7}+\frac{0,01}{0,76}+\frac{0,25}{0,7}+\frac{0,06}{0,058}+\frac{0,01}{0,76}+\frac{1}{23}=1,58 (м^{2}∙℃)/Вт$$

 Коэффициенты теплопередачи ограждающих конструкций:

* наружной стены (НС):

$$k\_{НС}=\frac{1}{1,58}=0,633 Вт/(м^{2}∙℃)$$

* перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами (ПЛ, ПТ):

$$k\_{ПЛ}=k\_{ПТ}=\frac{1}{2,61}=0,383 Вт/(м^{2}∙℃)$$

 Примечание: при определении коэффициента теплопередачи для перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами (ПЛ, ПТ), фактическое сопротивление теплопередаче перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами, $R\_{о}^{факт}, (м^{2}∙℃)/Вт$, принимается равным нормируемому значению приведенного сопротивления теплопередаче перекрытий чердачных, над неотапливаемыми подпольями и подвалами, $R\_{о}^{норм}, (м^{2}∙℃)/Вт$.

## 1.4 Проверка возможности конденсации водяных паров на внутренней поверхности и в толще наружного ограждения

 Конденсации водяных паров на внутренней поверхности наружного ограждения не происходит, если температура на данной поверхности $τ\_{в.п.}, ℃$, выше температуры точки росы $t\_{р}, ℃,$ т.е. выполняется условие:

 $τ\_{в.п.}>t\_{р}$ (5)

 Температура на внутренней поверхности стены, $τ\_{в.п.}, ℃$

 $τ\_{в.п.}=t\_{в}-\frac{^{1}/\_{α\_{в}}}{R\_{0}^{факт}}∙\left(t\_{в}-t\_{н}\right)$ (6)

$$τ\_{в.п.}=20-\frac{^{1}/\_{8,7}}{1,58}∙\left(20-\left(-17\right)\right)=17,31 ℃$$

 Температура точки росы $t\_{р}, ℃$

 $t\_{р}=20,1-(5,75-0,00206∙\frac{E\_{в}∙φ\_{в}}{100})^{2}$ (7)

где $φ\_{в}$ – относительная влажность внутреннего воздуха, Па. Принята ранее для нормального режима в помещении $φ\_{в}=55\%$;

$E\_{в}$ – упругость водяных паров, Па. Установили по данным таблицы 7 [1], при $t\_{в}=20 ℃$ (по жилой рядовой комнате), $E\_{в}=2338 Па$.

$$t\_{р}=20,1-\left(5,75-0,00206∙\frac{2338∙55}{100}\right)^{2}=10,5 ℃$$

 Проверим выполнение условия на выпадение конденсата на внутренней поверхности наружного ограждения

$$τ\_{в.п.}=17,31 ℃>t\_{р}=10,5 ℃$$

 Условие выполняется, соответственно конденсации водяных паров на внутренней поверхности наружного ограждения происходить не будет.

 Конденсации водяных паров в толще ограждающей конструкции не происходит, если в какой-либо точке ограждения парциальное давление водяных паров $e, Па,$ не превосходит по величине давление насыщенного водяного пара $E, Па,$ при той же температуре, т.е. выполняется условие:

 $e<E$ (8)

1. Определяем распределение температуры по сечению наружной стены:



Рис. 2 – Схема изменения температуры по сечению стены

 $t\_{х}=t\_{в}-\frac{\frac{1}{α\_{в}}+\sum\_{i=1}^{x}R\_{oi}}{R\_{о}^{факт}}∙(t\_{в}-t\_{хм})$ (9)

где $t\_{хм}$ – средняя температура наиболее холодного месяца – января, 0С.

$$t\_{в}=20℃$$

$$t\_{в.п.}=t\_{в}-\frac{\frac{1}{α\_{в}}}{R\_{о}^{факт}}∙\left(t\_{в}-t\_{хм}\right)=20-\frac{\frac{1}{8,7}}{1,58}∙\left(20-\left(-2,2\right)\right)=18,38 ℃$$

$$t\_{1}=t\_{в}-\frac{\frac{1}{α\_{в}}+\frac{δ\_{1}}{λ\_{1}}}{R\_{о}^{факт}}∙\left(t\_{в}-t\_{хм}\right)=20-\frac{\frac{1}{8,7}+\frac{0,01}{0,76}}{1,58}∙\left(20-\left(-2,2\right)\right)=18,2 ℃$$

$$t\_{2}=t\_{в}-\frac{\frac{1}{α\_{в}}+\frac{δ\_{1}}{λ\_{1}}+\frac{δ\_{2}}{λ\_{2}}}{R\_{о}^{факт}}∙\left(t\_{в}-t\_{хм}\right)=20-\frac{\frac{1}{8,7}+\frac{0,01}{0,76}+\frac{0,25}{0,76}}{1,58}∙\left(20-\left(-2,2\right)\right)=13,18 ℃$$

$$t\_{3}=t\_{в}-\frac{\frac{1}{α\_{в}}+\frac{δ\_{1}}{λ\_{1}}+\frac{δ\_{2}}{λ\_{2}}+\frac{δ\_{3}∙0,5}{λ\_{3}}}{R\_{о}^{факт}}∙\left(t\_{в}-t\_{хм}\right)=20-\frac{\frac{1}{8,7}+\frac{0,01}{0,76}+\frac{0,25}{0,76}+\frac{0,055}{0,058}}{1,58}∙\left(20-\left(-2,2\right)\right)=5,88 ℃$$

$$t\_{4}=t\_{в}-\frac{\frac{1}{α\_{в}}+\frac{δ\_{1}}{λ\_{1}}+\frac{δ\_{2}}{λ\_{2}}+\frac{δ\_{3}}{λ\_{3}}}{R\_{о}^{факт}}∙\left(t\_{в}-t\_{хм}\right)=20-\frac{\frac{1}{8,7}+\frac{0,01}{0,76}+\frac{0,25}{0,76}+\frac{0,11}{0,058}}{1,58}∙\left(20-\left(-2,2\right)\right)=-1,43 ℃$$

$$t\_{н.п.}=t\_{в}-\frac{\frac{1}{α\_{в}}+\frac{δ\_{1}}{λ\_{1}}+\frac{δ\_{2}}{λ\_{2}}+\frac{δ\_{3}}{λ\_{3}}+\frac{δ\_{4}}{λ\_{4}}}{R\_{о}^{факт}}∙\left(t\_{в}-t\_{хм}\right)=20-\frac{\frac{1}{8,7}+\frac{0,01}{0,76}+\frac{0,25}{0,76}+\frac{0,11}{0,058}+\frac{0,01}{0,76}}{1,58}∙\left(20-\left(-2,2\right)\right)=-1,61℃$$

$t\_{н}=t\_{хм}=-2,2 ℃$.

2. Определяем парциальное давление водяных паров влажного воздуха в состоянии насыщения соответствующее температуре в расчетных сечениях наружной стены по таблице 7 [1].

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Сечение | $$t, ℃$$ | $$E, Па$$ |
| Внутренний воздух | 20 | 2338 |
| Внутренняя поверхность | 18,38 | 2113 |
| 1 | 18,2 | 2090 |
| 2 | 13,18 | 1515 |
| 3 | 5,88 | 928 |
| 4 | -1,43 | 541 |
| Наружная поверхность | -1,61 | 535 |
| Наружный воздух | -2,2 | 508 |

3. Определяем парциальное давление водяного пара в наружном и внутреннем воздухе:

 Парциальное давление водяных паров во внутреннем воздухе, Па:

$$e\_{в}=\frac{2338∙55}{100}=1285,9 Па$$

 Парциальное давление водяных паров в наружном воздухе, Па:

$$e\_{н}=\frac{508∙87}{100}=442 Па$$

4. Определяем общее сопротивление паропроницанию наружной стены, $м^{2}∙ч∙Па/мг$:

 $R\_{о, П}=R\_{п.в.}+\sum\_{}^{}\frac{δ\_{i}}{μ\_{i}}+R\_{п.н.}$ (10)

где $R\_{п.в.}$ и $R\_{п.н.}$ – сопротивление влагоотдаче на внутренней и наружной поверхностях стены, м2·ч·Па/мг. $R\_{п.в.}=0,0267 м^{2}∙ч∙\frac{Па}{мг}; R\_{п.н.}=0,0052 м^{2}∙ч∙\frac{Па}{мг};$

$μ\_{i}$ – паропроницаемость материала слоя $i, мг/(м∙ч∙Па)$.

$$R\_{о, П}=0,0267+\frac{0,01}{0,09}+\frac{0,25}{0,11}+\frac{0,06}{0,49}+\frac{0,01}{0,09}+0,0052=2,65 м^{2}∙ч∙\frac{Па}{мг}$$

5. Значения упругости водяных паров на границах отдельных слоев находим по формуле

 $e\_{x}=e\_{в}-\frac{R\_{п.в.}+\sum\_{i=1}^{x}R\_{i}}{R\_{о, П}}∙(e\_{в}-e\_{н})$ (11)

где $R\_{i}$ – сопротивление паропроницанию части наружной стены от рассматриваемой точки до внутреннего воздуха, $м^{2}∙ч∙\frac{Па}{мг}$.

$$e\_{в}=1285,9 Па$$

$$e\_{в.п.}=e\_{в}-\frac{R\_{п.в.}}{R\_{о, П}}∙\left(e\_{в}-e\_{н}\right)=1285,9-\frac{0,02670}{1,58}∙\left(1285,9-442\right)=1278 Па$$

$$e\_{1}=e\_{в}-\frac{R\_{п.в.}+\frac{δ\_{1}}{μ\_{1}}}{R\_{о, П}}∙\left(e\_{в}-e\_{н}\right)=1285,9-\frac{0,02670+\frac{0,01}{0,09}}{1,58}∙\left(1285,9-442\right)=1244 Па$$

$$e\_{2}=e\_{в}-\frac{R\_{п.в.}+\frac{δ\_{1}}{μ\_{1}}+\frac{δ\_{2}}{μ\_{2}}}{R\_{о, П}}∙\left(e\_{в}-e\_{н}\right)=1285,9-\frac{0,02670+\frac{0,01}{0,09}+\frac{0,25}{0,11}}{1,58}∙\left(1285,9-442\right)=546 Па$$

$$e\_{3}=e\_{в}-\frac{R\_{п.в.}+\frac{δ\_{1}}{μ\_{1}}+\frac{δ\_{2}}{μ\_{2}}+\frac{0,5∙δ\_{3}}{μ\_{3}}}{R\_{о, П}}∙\left(e\_{в}-e\_{н}\right)=1285,9-\frac{0,02670+\frac{0,01}{0,09}+\frac{0,25}{0,11}+\frac{0,055}{0,49}}{1,58}∙\left(1285,9-442\right)=527 Па$$

$$e\_{4}=e\_{в}-\frac{R\_{п.в.}+\frac{δ\_{1}}{μ\_{1}}+\frac{δ\_{2}}{μ\_{2}}+\frac{δ\_{3}}{μ\_{3}}}{R\_{о, П}}∙\left(e\_{в}-e\_{н}\right)=1285,9-\frac{0,02670+\frac{0,01}{0,09}+\frac{0,25}{0,11}+\frac{0,11}{0,49}}{1,58}∙\left(1285,9-442\right)=509 Па$$

$$e\_{н.п.}=e\_{в}-\frac{R\_{п.в.}+\frac{δ\_{1}}{μ\_{1}}+\frac{δ\_{2}}{μ\_{2}}+\frac{δ\_{3}}{μ\_{3}}+\frac{δ\_{4}}{μ\_{4}}}{R\_{о, П}}∙\left(e\_{в}-e\_{н}\right)=1285,9-\frac{0,02670+\frac{0,01}{0,09}+\frac{0,25}{0,11}+\frac{0,11}{0,49}+\frac{0,01}{0,09}}{1,58}∙\left(1285,9-442\right)=474 Па$$

$$e\_{н}=442 Па$$

Полученные результаты сводим в таблицу 5.

*Таблица 5.*

Распределение значений *t*, °C, *e*, Па, и *E*, Па в сечении наружной стены

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Сечение: | *t*, °C | *E*, Па | *e*, Па |
| Внутренний воздух | 20 | 1285,9 | 2338 |
| Внутренняя поверхность | 18,38 | 1278 | 2113 |
| 1 | 18,2 | 1244 | 2090 |
| 2 | 13,18 | 546 | 1515 |
| 3 | 5,88 | 527 | 928 |
| 4 | -1,43 | 509 | 541 |
| Наружная поверхность | -1,61 | 474 | 535 |
| Наружный воздух | -2,2 | 442,0 | 508 |

 Результаты расчета оформляем в виде графика распределения значений температуры $t, ℃,$ парциального давления водяного пара $e, Па,$ и давления насыщенного водяного пара $E, Па$.

**

Рис. 3 – Схема распределения t, 0С, e, E, Па по сечению наружной стены (определение зоны возможной конденсации в толще стены).

 На участках, где давление насыщения E, Па, оказывается меньше или равным значению давления водяного пара e, Па, возможна конденсация водяных паров.

## 1.5 Выбор заполнения оконных проемов

 Тип и конструкция заполнения светового проема выбираются исходя из требований по теплозащите, так и требований по сопротивлению воздухопроницанию.

 Выбор типа и конструкции заполнения оконного проема исходя из требований по теплозащите:

 По данным таблицы 9 [1] выбирается тип заполнения светопроема таким образом, чтобы:

 $R\_{0}\geq R\_{0}^{тр}$ (12)

где $R\_{0}^{тр}$ – требуемое сопротивление теплопередаче для окна, м2·ºС/Вт;

 Градусо-сутки отопительного периода были определены ранее, величина составляет $ГСОП=3036,9 ℃∙сут/год$.

 Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче по таблице 6 [1] для окон (ОК):

$$R\_{о}^{тр}=\frac{(0,45-0,3)}{4000-2000}∙\left(3036,9-2000\right)+0,2=0,38 (м^{2}∙℃)/Вт$$

 Принимаем тип заполнения светопроема: двойное остекление в спаренных переплетах $R\_{о}=0,4 (м^{2}∙℃)/Вт$.

 Уточнение типа и конструкции заполнения оконного проема исходя из требований по сопротивлению воздухопроницанию:

 Проверяем принятый тип заполнения оконных проемов на воздухопроницаемость и подбираем тип уплотнения притворов по условию:

 $R\_{и}^{ф}\geq R\_{и}^{тр}$ (13)

где $R\_{и}^{ф}=0,26 м^{2}∙ч/кг$ (по таблице 9[1] для выбранного типа остекления – двойное остекление в спаренных переплетах;

$R\_{и}^{тр}$ – требуемое сопротивление воздухопроницанию окна:

 $R\_{и}^{тр}=\frac{1}{G\_{н}}∙(\frac{∆p}{∆p\_{0}})^{2/3}$ (14)

Принимаем $G\_{н}=6 кг/(ч∙м^{2})$ для окон жилых зданий и помещений в деревянных переплетах;

$∆p\_{0}$ – разность давлений воздуха по обе стороны окна, при которой проводится исследования воздухопроницаемости окон $∆p\_{0}=10 Па$;

$∆p$ – разность давлений на наружной и внутренней поверхности окон, Па, определяется по формуле:

 $∆p=0,55∙H∙\left(γ\_{н}-γ\_{в}\right)+0,03∙γ\_{н}∙v^{2}$ (15)

где $H$ – высота здания (от нижней отметки входа в здание до устья вентиляционной шахты), м.

 Рассматривается двухэтажное жилое здание: высота первого этажа $h\_{1эт}=3,5 м$, высота второго этажа $h\_{2эт}=3,2 м$, высота вентиляционной шахты $h\_{вш}=3,9 м$ и отметкой низа входа (земли) $h\_{оз}=0 м$.

$$H=0+3,5+3,1+3,9=10,5 м$$

$v=v\_{хп}=3,8\frac{м}{с}$ (таблица 1).

$γ\_{н},γ\_{в}$ – удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха:

 $γ\_{н}=\frac{3463}{273+t\_{н}}$ (16)

где $t\_{н}=t\_{5}^{0.92}$ из таблицы 1.

$$γ\_{н}=\frac{3463}{273-17}=13,53 \frac{Н}{м^{3}}$$

 $γ\_{в}=\frac{3463}{273+t\_{в}}$ (17)

где $t\_{в}=20 ℃$ (по таблице 2 для рядовой жилой комнаты).

$$γ\_{в}=\frac{3463}{273+20}=11,82 \frac{Н}{м^{3}}$$

$$∆p=0,55∙10,5∙\left(13,53-11,82\right)+0,03∙13,53∙3,8^{2}=15,8 Па$$

$$R\_{и}^{тр}=\frac{1}{6}∙\left(\frac{15,8}{10}\right)^{\frac{2}{3}}=0,226 м^{2}∙ч/кг$$

 Проверяем выполнение условия для принятого типа заполнения оконного проема:

 $R\_{и}^{ф}\geq R\_{и}^{тр}$ (18)

$$R\_{и}^{ф}=0,26 м^{2}∙ч/кг\geq R\_{и}^{тр}=0,226 м^{2}∙ч/кг$$

 Окончательно принимаем тип заполнения оконных проемов: двойное остекление в спаренных переплетах и заполнением аргоном со следующими характеристиками:

$$R\_{о}=0,4 (м^{2}∙℃)/Вт$$

$$R\_{и}^{ф}=0,26 м^{2}∙ч/кг$$

число уплотнительных притворов 1 шт.

 Коэффициенты теплопередачи окна (ОК), Вт/(м2·ºС):

$$k\_{ОК}=\frac{1}{0,4}=2,5 Вт/(м^{2}∙℃)$$

# Часть 2. Отопление и вентиляция

## 2.1 Определение тепловой мощности системы отопления

 Определение тепловой мощности системы отопления производится после составления уравнения теплового баланса по каждому из помещений здания:

 $Q\_{расч}=Q\_{ТП}+Q\_{ИНФ}-Q\_{Б}$ (19)

где $Q\_{ТП}$ – тепловые потери через ограждающие конструкции помещений, Вт;

$Q\_{ИНФ}$ – теплопотери на нагрев инфильтрующегося воздуха, Вт;

$Q\_{Б}$ – бытовые тепловыделения, Вт.

 Примечание: в рамках курсовой работы, в связи со сложностью прогнозирования заселенности квартир и укомплектованности электробытовыми приборами (количества источников бытовых тепловыделений), пренебрегаем бытовыми тепловыделениями $Q\_{Б}$, Вт, при определении тепловой мощности системы отопления по уравнению теплового баланса, $Q\_{расч}$, Вт.

 Расчет тепловой мощности системы отопления сводится в таблицу 6.

 Тепловые потери через ограждающие конструкции помещения $Q\_{ТП}, Вт,$ определяются следующим образом:

 $Q\_{ТП}=k∙A∙(t\_{в}-t\_{н})∙n∙(1+Σβ)$ (20)

где $k$ – коэффициент теплопередачи отдельной ограждающей конструкции, Вт/(м2·ºС);

$A$ – расчетная площадь поверхности ограждения, вычисленная по правилам обмера, м2;

$t\_{в}$ – внутренняя температура воздуха в помещении, 0С;

$t\_{н}$ – расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года, $t\_{н5}^{0,92}$ при расчете теплопотерь через наружные ограждения (или температура воздуха за внутренним ограждением, через которое рассчитываются тепловые потери, 0С);

$n$ – коэффициент учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху;

$β$ – коэффициент, учитывающий добавочные теплопотери в долях от основных.

 Теплопотери на нагрев инфильтрующегося воздуха рассчитываются для разных типоразмеров окон для каждого этажа, по формуле

 $Q\_{ИНФ}=0,278∙c∙β\_{э}∙(t\_{в}-t\_{н})∙A∙G\_{о}$ (21)

где $c$ – массовая теплоемкость воздуха, равная 1,005 кДж/(кг·ºС);

$β\_{э}$ – экономайзерный коэффициент, зависящий от конструкции окна. Для окон в раздельных переплетах $β\_{э}=0,8$;

$t\_{в}$– внутренняя температура воздуха в помещении, 0С;

$t\_{н}$ – расчетная температура наружного воздуха для холодного периода, 0С;

$A$ – площадь окна, м2;

$G\_{о}$ – удельный расход инфильтрующегося воздуха, кг/(м2·ч);

 $G\_{о}=\frac{1}{R\_{и}^{ф}}∙(\frac{∆p}{10})^{2/3}$ (22)

где $R\_{и}^{ф}$ – фактическое сопротивление воздухопроницанию окна, (м2·ч)/кг;

$∆p$ – расчетная разность давлений, Па, с двух сторон окон

 $∆p=5,4∙H∙\left(ρ\_{н}-ρ\_{в}\right)+0,29∙ρ\_{н}∙v^{2}$ (23)

где $v$ – расчетная скорость ветра для холодного периода, как максимальная из средних скоростей по румбам за январь, повторяемость которой не ниже 16%, м/с;
$H$ – высота от середины окна до устья вентиляционной шахты, м;

$ρ\_{н},ρ\_{в}$ – плотность соответственно наружного и внутреннего воздуха, кг/м3.

 $ρ\_{н}=\frac{353}{273+t\_{н}}; ρ\_{в}=\frac{353}{273+t\_{в}}$ (24)

 Для помещения 101 (угловая жилая комната (УК)):

 По заданию габариты окон в комнатах – 2 м х 1,5 м

 Теплопотери на нагрев инфильтрующегося воздуха:

$$ρ\_{н}=\frac{353}{273-17}=1,38 кг/м^{3}$$

$$ρ\_{в}=\frac{353}{273+22}=1,196 кг/м^{3}$$

 Высота от середины окна до устья вентшахты, м:

$H=h\_{1эт}+h\_{2эт}+h\_{вш}-0,75-\frac{h\_{ОК}}{2}$ (25)

$$H=3,5+3,2+3,9-0,75-\frac{1,5}{2}=9,1 м$$

где $0,75 м$ – принятая высота от пола первого этажа до низа окна.

$$∆p=5,4∙9,1∙\left(1,38-1,196\right)+0,29∙1,38∙3,8^{2}=14,82 Па$$

$$G\_{о}=\frac{1}{0,26}∙\left(\frac{14,82}{10}\right)^{\frac{2}{3}}=4,99 кг/(м^{2}∙ч)$$

$$Q\_{ИНФ}=0,278∙1,005∙1∙\left(22+17\right)∙3∙4,99=163 Вт$$

 Для помещения 201 (угловая жилая комната (УК)):

 Высота от середины окна до устья вентшахты, м:

$H=h\_{2эт}+h\_{вш}-0,75-\frac{h\_{ОК}}{2}$ (26)

$$H=3,2+3,9-0,75-\frac{1,5}{2}=5,6 м$$

где $0,75 м$ – принятая высота от пола первого этажа до низа окна.

$$∆p=5,4∙5,6∙\left(1,38-1,196\right)+0,29∙1,38∙3,8^{2}=11,34 Па$$

$$G\_{о}=\frac{1}{0,26}∙\left(\frac{11,34}{10}\right)^{\frac{2}{3}}=4,18 кг/(м^{2}∙ч)$$

$$Q\_{ИНФ}=0,278∙1,005∙1∙\left(22+17\right)∙3∙4,18=137 Вт$$

 Для помещения 103 (кухня на первом этаже (КХ)):

 По заданию габариты окон в комнатах – 1,5 м х 1,5 м

 Теплопотери на нагрев инфильтрующегося воздуха:

$$ρ\_{н}=\frac{353}{273-17}=1,38 кг/м^{3}$$

$$ρ\_{в}=\frac{353}{273+17}=1,209 кг/м^{3}$$

$$H=3,5+3,2+3,9-0,75-\frac{1,5}{2}=9,1 м$$

$$∆p=5,4∙9,1∙\left(1,38-1,209\right)+0,29∙1,38∙3,8^{2}=14,18 Па$$

$$G\_{о}=\frac{1}{0,26}∙\left(\frac{14,18}{10}\right)^{\frac{2}{3}}=4,85 кг/(м^{2}∙ч)$$

$$Q\_{ИНФ}=0,278∙1,005∙1∙\left(19+17\right)∙2,25∙4,85=110 Вт$$

 Для помещения 203 (кухня на первом этаже (КХ)):

 По заданию габариты окон в комнатах – 1,5 м х 1,5 м

 Теплопотери на нагрев инфильтрующегося воздуха:

$$H=3,2+3,9-0,75-\frac{1,5}{2}=5,6 м$$

$$∆p=5,4∙5,6∙\left(1,38-1,209\right)+0,29∙1,38∙3,8^{2}=10,95 Па$$

$$G\_{о}=\frac{1}{0,26}∙\left(\frac{10,95}{10}\right)^{\frac{2}{3}}=4,09 кг/(м^{2}∙ч)$$

$$Q\_{ИНФ}=0,278∙1,005∙1∙\left(19+33\right)∙2,25∙4,09=93 Вт$$

Для лестничной клетки (ЛК):

В соответствии с заданием окна на лестничных клетках – 1,5х1,5 м.

$$ρ\_{н}=\frac{353}{273-17}=1,38 кг/м^{3}$$

$$ρ\_{в}=\frac{353}{273+14}=1,23 кг/м^{3}$$

 Высота от середины окна до устья вентшахты, м:

$$H=3,2+3,9-0,75-\frac{1,5}{2}=5,6 м$$

где $0,75 м$ – принятая высота от пола первого этажа до низа окна.

$$∆p=5,4∙5,6∙\left(1,38-1,23\right)+0,29∙1,38∙3,8^{2}=10,31 Па$$

$$G\_{о}=\frac{1}{0,26}∙\left(\frac{10,31}{10}\right)^{\frac{2}{3}}=3,92 кг/(м^{2}∙ч)$$

$$Q\_{ИНФ}=0,278∙1,005∙1∙\left(14+17\right)∙2,25∙3,92=77 Вт$$

*Таблица 6.*

Расчет теплопотерь через ограждающие конструкции

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № помещения | Наименование помещения | tв, 0С | Характеристика ограждения | Ko, Вт/кв.м\*С | tн, 0С | n | (tв-tн), 0С | (tв-tн)\*n, 0С  | Qосн, Вт | Добавки β | Qтп, Вт | Qинф, Вт |
|
| Наим.огр. | Ориентация | Ширина а, м | Высота b, м | Площадь А, м2 | на ориентацию | прочие | (1+Σβ) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| ПЕРВЫЙ ЭТАЖ |
| 101 | ЖК (У) | 22 | НС | Ю | 3,045 | 3,5 | 10,66 | 0,633 | -17 | 1 | 39 | 39 | 263 | 0 |   | 1 | 263 |   |
|   |   | 22 | ОК | Ю | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 39 | 39 | 218 | 0 |   | 1 | 218 | 163 |
|   |   | 22 | НС | З | 6,065 | 3,5 | 21,23 | 0,633 | -17 | 1 | 39 | 39 | 524 | 0,05 |   | 1,05 | 550 |   |
|   |   | 22 | ОК | З | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 39 | 39 | 218 | 0,05 |   | 1,05 | 229 | 163 |
|   |   | 22 | ПЛ |   | 2,715 | 5,735 | 15,57 | 0,383 | 5 | 0,6 | 17 | 10,2 | 61 |   |   | 1 | 61 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 1321 | 326 |
| ИТОГО | 1647 |
| 102 | ЖК | 20 | НС | З | 3,05 | 3,5 | 10,68 | 0,633 | -17 | 1 | 37 | 37 | 250 | 0,05 |   | 1,05 | 263 |   |
|   |   | 20 | ОК | З | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 37 | 37 | 207 | 0,05 |   | 1,05 | 217 | 135 |
|   |   | 20 | ПЛ |   | 3,05 | 3,565 | 10,87 | 0,383 | 5 | 0,6 | 15 | 9 | 37 |   |   | 1 | 37 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 517 | 135 |
| ИТОГО | 652 |

Продолжение таблицы 6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 103 | КХ | 19 | НС | З | 2,85 | 3,5 | 9,98 | 0,633 | -17 | 1 | 36 | 36 | 227 | 0,05 |   | 1,05 | 238 |   |
|   |   | 19 | ОК | З | 1,5 | 1,5 | 2,25 | 1,867 | -17 | 1 | 36 | 36 | 151 | 0,05 |   | 1,05 | 159 | 110 |
|   |   | 19 | ПЛ |   | 2,85 | 3,565 | 10,16 | 0,383 | 5 | 0,6 | 14 | 8,4 | 33 |   |   | 1 | 33 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 430 | 110 |
| ИТОГО | 540 |
| 104 | КХ | 19 | НС | З | 2,85 | 3,5 | 9,98 | 0,633 | -17 | 1 | 36 | 36 | 227 | 0,05 |   | 1,05 | 238 |   |
|   |   | 19 | ОК | З | 1,5 | 1,5 | 2,25 | 1,867 | -17 | 1 | 36 | 36 | 151 | 0,05 |   | 1,05 | 159 | 110 |
|   |   | 19 | ПЛ |   | 2,85 | 3,565 | 10,16 | 0,383 | 5 | 0,6 | 14 | 8,4 | 33 |   |   | 1 | 33 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 430 | 110 |
| ИТОГО | 540 |
| 105 | ЖК | 20 | НС | З | 3,05 | 3,5 | 10,68 | 0,633 | -17 | 1 | 37 | 37 | 250 | 0,05 |   | 1,05 | 263 |   |
|   |   | 20 | ОК | З | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 37 | 37 | 207 | 0,05 |   | 1,05 | 217 | 135 |
|   |   | 20 | ПЛ |   | 3,05 | 3,565 | 10,87 | 0,383 | 5 | 0,6 | 15 | 9 | 37 |   |   | 1 | 37 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 517 | 135 |
| ИТОГО | 652 |
| 106 | ЖК (У) | 22 | НС | С | 3,045 | 3,5 | 10,66 | 0,633 | -17 | 1 | 39 | 39 | 263 | 0,1 |   | 1,1 | 289 |   |
|   |   | 22 | ОК | С | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 39 | 39 | 218 | 0,1 |   | 1,1 | 240 | 163 |
|   |   | 22 | НС | З | 6,065 | 3,5 | 21,23 | 0,633 | -17 | 1 | 39 | 39 | 524 | 0,05 |   | 1,05 | 550 |   |
|   |   | 22 | ОК | З | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 39 | 39 | 218 | 0,05 |   | 1,05 | 229 | 163 |
|   |   | 22 | ПЛ |   | 2,715 | 5,735 | 15,57 | 0,383 | 5 | 0,6 | 17 | 10,2 | 61 |   |   | 1 | 61 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 1369 | 326 |
| ИТОГО | 1695 |
| 107 | КХ | 19 | НС | С | 3,72 | 3,5 | 13,02 | 0,633 | -17 | 1 | 36 | 36 | 297 | 0,1 |   | 1,1 | 327 |   |

Продолжение таблицы 6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|   |   | 19 | ОК | С | 1,5 | 1,5 | 2,25 | 1,867 | -17 | 1 | 36 | 36 | 151 | 0,1 |   | 1,1 | 166 | 110 |
|   |   | 19 | ПЛ |   | 3,72 | 2,755 | 10,25 | 0,383 | 5 | 0,6 | 14 | 8,4 | 33 |   |   | 1 | 33 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 526 | 110 |
| ИТОГО | 636 |
| 108 | ЖК (У) | 22 | НС | С | 5,565 | 3,5 | 19,48 | 0,633 | -17 | 1 | 39 | 39 | 481 | 0,1 |   | 1,1 | 529 |   |
|   |   | 22 | ОК | С | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 39 | 39 | 218 | 0,1 |   | 1,1 | 240 | 163 |
|   |   | 22 | НС | В | 3,27 | 3,5 | 11,45 | 0,633 | -17 | 1 | 39 | 39 | 283 | 0,1 |   | 1,1 | 311 |   |
|   |   | 22 | ПЛ |   | 2,94 | 5,235 | 15,39 | 0,383 | 5 | 0,6 | 17 | 10,2 | 60 |   |   | 1 | 60 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 1140 | 163 |
| ИТОГО | 1303 |
| 109 | ЖК (У) | 22 | НС | В | 3,065 | 3,5 | 10,73 | 0,633 | -17 | 1 | 39 | 39 | 265 | 0,1 |   | 1,1 | 292 |   |
|   |   | 22 | ОК | В | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 39 | 39 | 218 | 0,1 |   | 1,1 | 240 | 163 |
|   |   | 22 | НС | С | 1,365 | 3,5 | 4,78 | 0,633 | -17 | 1 | 39 | 39 | 118 | 0,1 |   | 1,1 | 130 |   |
|   |   | 22 | ПЛ |   | 4,985 | 2,795 | 13,93 | 0,383 | 5 | 0,6 | 17 | 10,2 | 54 |   |   | 1 | 54 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 716 | 163 |
| ИТОГО | 879 |
| 110 | КХ (У) | 19 | НС | В | 3,065 | 3,5 | 10,73 | 0,633 | -17 | 1 | 36 | 36 | 245 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 282 |   |
|   |   | 19 | ОК | В | 1,5 | 1,5 | 2,25 | 1,867 | -17 | 1 | 36 | 36 | 151 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 174 | 110 |
|   |   | 19 | НС | Ю | 1,365 | 3,5 | 4,78 | 0,633 | -17 | 1 | 36 | 36 | 109 | 0 | 0,05 | 1,05 | 114 |   |
|   |   | 19 | ПЛ |   | 3,715 | 2,9 | 10,77 | 0,383 | 5 | 0,6 | 14 | 8,4 | 35 |   |   | 1 | 35 |   |

Продолжение таблицы 6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 605 | 110 |
| ИТОГО | 715 |
| 111 | ЖК | 20 | НС | В | 3,05 | 3,5 | 10,68 | 0,633 | -17 | 1 | 37 | 37 | 250 | 0,1 |   | 1,1 | 275 |   |
|   |   | 20 | ОК | В | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 37 | 37 | 207 | 0,1 |   | 1,1 | 228 | 135 |
|   |   | 20 | ПЛ |   | 3,05 | 5,235 | 15,97 | 0,383 | 5 | 0,6 | 15 | 9 | 55 |   |   | 1 | 55 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 558 | 135 |
| ИТОГО | 693 |
| 112 | ЖК | 20 | НС | В | 2,85 | 3,5 | 9,98 | 0,633 | -17 | 1 | 37 | 37 | 234 | 0,1 |   | 1,1 | 257 |   |
|   |   | 20 | ОК | В | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 37 | 37 | 207 | 0,1 |   | 1,1 | 228 | 135 |
|   |   | 20 | ПЛ |   | 2,85 | 4,315 | 12,3 | 0,383 | 5 | 0,6 | 15 | 9 | 42 |   |   | 1 | 42 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 527 | 135 |
| ИТОГО | 662 |
| 113 | ЖК | 20 | НС | В | 2,85 | 3,5 | 9,98 | 0,633 | -17 | 1 | 37 | 37 | 234 | 0,1 |   | 1,1 | 257 |   |
|   |   | 20 | ОК | В | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 37 | 37 | 207 | 0,1 |   | 1,1 | 228 | 135 |
|   |   | 20 | ПЛ |   | 2,85 | 4,315 | 12,3 | 0,383 | 5 | 0,6 | 15 | 9 | 42 |   |   | 1 | 42 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 527 | 135 |
| ИТОГО | 662 |
| 114 | ЖК | 20 | НС | В | 3,05 | 3,5 | 10,68 | 0,633 | -17 | 1 | 37 | 37 | 250 | 0,1 |   | 1,1 | 275 |   |
|   |   | 20 | ОК | В | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 37 | 37 | 207 | 0,1 |   | 1,1 | 228 | 135 |
|   |   | 20 | ПЛ |   | 3,05 | 5,235 | 15,97 | 0,383 | 5 | 0,6 | 15 | 9 | 55 |   |   | 1 | 55 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 558 | 135 |
| ИТОГО | 693 |
| 115 | КХ (У) | 19 | НС | В | 3,065 | 3,5 | 10,73 | 0,633 | -17 | 1 | 36 | 36 | 245 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 282 |   |

Продолжение таблицы 6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|   |   | 19 | ОК | В | 1,5 | 1,5 | 2,25 | 1,867 | -17 | 1 | 36 | 36 | 151 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 174 | 110 |
|   |   | 19 | НС | С | 1,365 | 3,5 | 4,78 | 0,633 | -17 | 1 | 36 | 36 | 109 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 125 |   |
|   |   | 19 | ПЛ |   | 3,715 | 2,9 | 10,77 | 0,383 | 5 | 0,6 | 14 | 8,4 | 35 |   |   | 1 | 35 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 616 | 110 |
| ИТОГО | 726 |
| 116 | ЖК (У) | 22 | НС | В | 3,065 | 3,5 | 10,73 | 0,633 | -17 | 1 | 39 | 39 | 265 | 0,1 |   | 1,1 | 292 |   |
|   |   | 22 | ОК | В | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 39 | 39 | 218 | 0,1 |   | 1,1 | 240 | 163 |
|   |   | 22 | НС | Ю | 1,365 | 3,5 | 4,78 | 0,633 | -17 | 1 | 39 | 39 | 118 | 0 |   | 1 | 118 |   |
|   |   | 22 | ПЛ |   | 4,985 | 2,795 | 13,93 | 0,383 | 5 | 0,6 | 17 | 10,2 | 54 |   |   | 1 | 54 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 704 | 163 |
| ИТОГО | 867 |
| 117 | ЖК (У) | 22 | НС | Ю | 5,565 | 3,5 | 19,48 | 0,633 | -17 | 1 | 39 | 39 | 481 | 0 |   | 1 | 481 |   |
|   |   | 22 | ОК | Ю | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 39 | 39 | 218 | 0 |   | 1 | 218 | 163 |
|   |   | 22 | НС | В | 3,27 | 3,5 | 11,45 | 0,633 | -17 | 1 | 39 | 39 | 283 | 0,1 |   | 1,1 | 311 |   |
|   |   | 22 | ПЛ |   | 2,94 | 5,235 | 15,39 | 0,383 | 5 | 0,6 | 17 | 10,2 | 60 |   |   | 1 | 60 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 1070 | 163 |
| ИТОГО | 1233 |
| 118 | КХ | 19 | НС | Ю | 3,72 | 3,5 | 13,02 | 0,633 | -17 | 1 | 36 | 36 | 297 | 0 |   | 1 | 297 |   |
|   |   | 19 | ОК | Ю | 1,5 | 1,5 | 2,25 | 1,867 | -17 | 1 | 36 | 36 | 151 | 0 |   | 1 | 151 | 110 |
|   |   | 19 | ПЛ |   | 3,72 | 2,755 | 10,25 | 0,383 | 5 | 0,6 | 14 | 8,4 | 33 |   |   | 1 | 33 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 481 | 110 |
| ИТОГО | 591 |

Продолжение таблицы 6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| ВТОРОЙ ЭТАЖ |
| 201 | ЖК (У) | 22 | НС | Ю | 3,045 | 3,2 | 9,74 | 0,633 | -17 | 1 | 39 | 39 | 240 | 0 |   | 1 | 240 |   |
|   |   | 22 | ОК | Ю | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 39 | 39 | 218 | 0 |   | 1 | 218 | 137 |
|   |   | 22 | НС | З | 6,065 | 3,2 | 19,41 | 0,633 | -17 | 1 | 39 | 39 | 479 | 0,05 |   | 1,05 | 503 |   |
|   |   | 22 | ОК | З | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 39 | 39 | 218 | 0,05 |   | 1,05 | 229 | 137 |
|   |   | 22 | ПТ |   | 2,715 | 5,735 | 15,57 | 0,383 | -17 | 0,9 | 39 | 35,1 | 209 |   |   | 1 | 209 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 1399 | 274 |
| ИТОГО | 1673 |
| 202 | ЖК | 20 | НС | З | 3,05 | 3,2 | 9,76 | 0,633 | -17 | 1 | 37 | 37 | 229 | 0,05 |   | 1,05 | 240 |   |
|   |   | 20 | ОК | З | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 37 | 37 | 207 | 0,05 |   | 1,05 | 217 | 127 |
|   |   | 20 | ПТ |   | 3,05 | 3,565 | 10,87 | 0,383 | -17 | 0,9 | 37 | 33,3 | 139 |   |   | 1 | 139 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 596 | 127 |
| ИТОГО | 723 |
| 203 | КХ | 19 | НС | З | 2,85 | 3,2 | 9,12 | 0,633 | -17 | 1 | 36 | 36 | 208 | 0,05 |   | 1,05 | 218 |   |
|   |   | 19 | ОК | З | 1,5 | 1,5 | 2,25 | 1,867 | -17 | 1 | 36 | 36 | 151 | 0,05 |   | 1,05 | 159 | 92 |
|   |   | 19 | ПТ |   | 2,85 | 3,565 | 10,16 | 0,383 | -17 | 0,9 | 36 | 32,4 | 126 |   |   | 1 | 126 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 503 | 92 |
| ИТОГО | 595 |
| 204 | КХ | 19 | НС | З | 2,85 | 3,2 | 9,12 | 0,633 | -17 | 1 | 36 | 36 | 208 | 0,05 |   | 1,05 | 218 |   |
|   |   | 19 | ОК | З | 1,5 | 1,5 | 2,25 | 1,867 | -17 | 1 | 36 | 36 | 151 | 0,05 |   | 1,05 | 159 | 92 |
|   |   | 19 | ПТ |   | 2,85 | 3,565 | 10,16 | 0,383 | -17 | 0,9 | 36 | 32,4 | 126 |   |   | 1 | 126 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 503 | 92 |
| ИТОГО | 595 |

Продолжение таблицы 6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 205 | ЖК | 20 | НС | З | 3,05 | 3,2 | 9,76 | 0,633 | -17 | 1 | 37 | 37 | 229 | 0,05 |   | 1,05 | 240 |   |
|   |   | 20 | ОК | З | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 37 | 37 | 207 | 0,05 |   | 1,05 | 217 | 127 |
|   |   | 20 | ПТ |   | 3,05 | 3,565 | 10,87 | 0,383 | -17 | 0,9 | 37 | 33,3 | 139 |   |   | 1 | 139 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 596 | 127 |
| ИТОГО | 723 |
| 206 | ЖК (У) | 22 | НС | С | 3,045 | 3,2 | 9,74 | 0,633 | -17 | 1 | 39 | 39 | 240 | 0,1 |   | 1,1 | 264 |   |
|   |   | 22 | ОК | С | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 39 | 39 | 218 | 0,1 |   | 1,1 | 240 | 137 |
|   |   | 22 | НС | З | 6,065 | 3,2 | 19,41 | 0,633 | -17 | 1 | 39 | 39 | 479 | 0,05 |   | 1,05 | 503 |   |
|   |   | 22 | ОК | З | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 39 | 39 | 218 | 0,05 |   | 1,05 | 229 | 137 |
|   |   | 22 | ПТ |   | 2,715 | 5,735 | 15,57 | 0,383 | -17 | 0,9 | 39 | 35,1 | 209 |   |   | 1 | 209 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 1445 | 274 |
| ИТОГО | 1719 |
| 207 | КХ | 19 | НС | С | 3,72 | 3,2 | 11,9 | 0,633 | -17 | 1 | 36 | 36 | 271 | 0,1 |   | 1,1 | 298 |   |
|   |   | 19 | ОК | С | 1,5 | 1,5 | 2,25 | 1,867 | -17 | 1 | 36 | 36 | 151 | 0,1 |   | 1,1 | 166 | 92 |
|   |   | 19 | ПТ |   | 3,72 | 2,755 | 10,25 | 0,383 | -17 | 0,9 | 36 | 32,4 | 127 |   |   | 1 | 127 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 591 | 92 |
| ИТОГО | 683 |
| 208 | ЖК (У) | 22 | НС | С | 5,565 | 3,2 | 17,81 | 0,633 | -17 | 1 | 39 | 39 | 440 | 0,1 |   | 1,1 | 484 |   |
|   |   | 22 | ОК | С | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 39 | 39 | 218 | 0,1 |   | 1,1 | 240 | 137 |
|   |   | 22 | НС | В | 3,27 | 3,2 | 10,46 | 0,633 | -17 | 1 | 39 | 39 | 258 | 0,1 |   | 1,1 | 284 |   |
|   |   | 22 | ПТ |   | 2,94 | 5,235 | 15,39 | 0,383 | -17 | 0,9 | 39 | 35,1 | 207 |   |   | 1 | 207 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 1215 | 137 |

Продолжение таблицы 6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| ИТОГО | 1352 |
| 209 | ЖК (У) | 22 | НС | В | 3,065 | 3,2 | 9,81 | 0,633 | -17 | 1 | 39 | 39 | 242 | 0,1 |   | 1,1 | 266 |   |
|   |   | 22 | ОК | В | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 39 | 39 | 218 | 0,1 |   | 1,1 | 240 | 170 |
|   |   | 22 | НС | С | 1,365 | 3,2 | 4,37 | 0,633 | -17 | 1 | 39 | 39 | 108 | 0,1 |   | 1,1 | 119 |   |
|   |   | 22 | ПТ |   | 4,985 | 2,795 | 13,93 | 0,383 | -17 | 0,9 | 39 | 35,1 | 187 |   |   | 1 | 187 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 812 | 170 |
| ИТОГО | 982 |
| 210 | КХ (У) | 19 | НС | В | 3,065 | 3,2 | 9,81 | 0,633 | -17 | 1 | 36 | 36 | 224 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 258 |   |
|   |   | 19 | ОК | В | 1,5 | 1,5 | 2,25 | 1,867 | -17 | 1 | 36 | 36 | 151 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 174 | 128 |
|   |   | 19 | НС | Ю | 1,365 | 3,2 | 4,37 | 0,633 | -17 | 1 | 36 | 36 | 100 | 0 | 0,05 | 1,05 | 105 |   |
|   |   | 19 | ПТ |   | 3,715 | 2,9 | 10,77 | 0,383 | -17 | 0,9 | 36 | 32,4 | 134 |   |   | 1 | 134 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 671 | 128 |
| ИТОГО | 799 |
| 211 | ЖК | 20 | НС | В | 3,05 | 3,2 | 9,76 | 0,633 | -17 | 1 | 37 | 37 | 229 | 0,1 |   | 1,1 | 252 |   |
|   |   | 20 | ОК | В | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 37 | 37 | 207 | 0,1 |   | 1,1 | 228 | 127 |
|   |   | 20 | ПТ |   | 3,05 | 5,235 | 15,97 | 0,383 | -17 | 0,9 | 37 | 33,3 | 204 |   |   | 1 | 204 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 684 | 127 |
| ИТОГО | 811 |
| 212 | ЖК | 20 | НС | В | 2,85 | 3,2 | 9,12 | 0,633 | -17 | 1 | 37 | 37 | 214 | 0,1 |   | 1,1 | 235 |   |
|   |   | 20 | ОК | В | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 37 | 37 | 207 | 0,1 |   | 1,1 | 228 | 127 |
|   |   | 20 | ПТ |   | 2,85 | 4,315 | 12,3 | 0,383 | -17 | 0,9 | 37 | 33,3 | 157 |   |   | 1 | 157 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 620 | 127 |

Продолжение таблицы 6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| ИТОГО | 747 |
| 213 | ЖК | 20 | НС | В | 2,85 | 3,2 | 9,12 | 0,633 | -17 | 1 | 37 | 37 | 214 | 0,1 |   | 1,1 | 235 |   |
|   |   | 20 | ОК | В | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 37 | 37 | 207 | 0,1 |   | 1,1 | 228 | 127 |
|   |   | 20 | ПТ |   | 2,85 | 4,315 | 12,3 | 0,383 | -17 | 0,9 | 37 | 33,3 | 157 |   |   | 1 | 157 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 620 | 127 |
| ИТОГО | 747 |
| 214 | ЖК | 20 | НС | В | 3,05 | 3,2 | 9,76 | 0,633 | -17 | 1 | 37 | 37 | 229 | 0,1 |   | 1,1 | 252 |   |
|   |   | 20 | ОК | В | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 37 | 37 | 207 | 0,1 |   | 1,1 | 228 | 127 |
|   |   | 20 | ПТ |   | 3,05 | 5,235 | 15,97 | 0,383 | -17 | 0,9 | 37 | 33,3 | 204 |   |   | 1 | 204 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 684 | 127 |
| ИТОГО | 811 |
| 215 | КХ (У) | 19 | НС | В | 3,065 | 3,2 | 9,81 | 0,633 | -17 | 1 | 36 | 36 | 224 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 258 |   |
|   |   | 19 | ОК | В | 1,5 | 1,5 | 2,25 | 1,867 | -17 | 1 | 36 | 36 | 151 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 174 | 92 |
|   |   | 19 | НС | С | 1,365 | 3,2 | 4,37 | 0,633 | -17 | 1 | 36 | 36 | 100 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 115 |   |
|   |   | 19 | ПТ |   | 3,715 | 2,9 | 10,77 | 0,383 | -17 | 0,9 | 36 | 32,4 | 134 |   |   | 1 | 134 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 681 | 92 |
| ИТОГО | 773 |
| 216 | ЖК (У) | 22 | НС | В | 3,065 | 3,2 | 9,81 | 0,633 | -17 | 1 | 39 | 39 | 242 | 0,1 |   | 1,1 | 266 |   |
|   |   | 22 | ОК | В | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 39 | 39 | 218 | 0,1 |   | 1,1 | 240 | 137 |
|   |   | 22 | НС | Ю | 1,365 | 3,2 | 4,37 | 0,633 | -17 | 1 | 39 | 39 | 108 | 0 |   | 1 | 108 |   |
|   |   | 22 | ПТ |   | 4,985 | 2,795 | 13,93 | 0,383 | -17 | 0,9 | 39 | 35,1 | 187 |   |   | 1 | 187 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 801 | 137 |

Продолжение таблицы 6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| ИТОГО | 938 |
| 217 | ЖК (У) | 22 | НС | Ю | 5,565 | 3,2 | 17,81 | 0,633 | -17 | 1 | 39 | 39 | 440 | 0 |   | 1 | 440 |   |
|   |   | 22 | ОК | Ю | 2 | 1,5 | 3 | 1,867 | -17 | 1 | 39 | 39 | 218 | 0 |   | 1 | 218 | 137 |
|   |   | 22 | НС | В | 3,27 | 3,2 | 10,46 | 0,633 | -17 | 1 | 39 | 39 | 258 | 0,1 |   | 1,1 | 284 |   |
|   |   | 22 | ПТ |   | 2,94 | 5,235 | 15,39 | 0,383 | -17 | 0,9 | 39 | 35,1 | 207 |   |   | 1 | 207 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 1149 | 137 |
| ИТОГО | 1286 |
| 218 | КХ | 19 | НС | Ю | 3,72 | 3,2 | 11,9 | 0,633 | -17 | 1 | 36 | 36 | 271 | 0 |   | 1 | 271 |   |
|   |   | 19 | ОК | Ю | 1,5 | 1,5 | 2,25 | 1,867 | -17 | 1 | 36 | 36 | 151 | 0 |   | 1 | 151 | 92 |
|   |   | 19 | ПТ |   | 3,72 | 2,755 | 10,25 | 0,383 | -17 | 0,9 | 36 | 32,4 | 127 |   |   | 1 | 127 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 549 | 92 |
| ИТОГО | 641 |
| ЛЕСТНИЧНЫЕ КЛЕТКИ |
| А | ЛК | 14 | НС | З | 3,065 | 6,7 | 17,9 | 0,633 | -17 | 1 | 31 | 31 | 351 | 0,05 | 0,05 | 1,1 | 386 |   |
|   |   | 14 | ОК | З | 1,5 | 1,5 | 2,25 | 1,867 | -17 | 1 | 31 | 31 | 130 | 0,05 | 0,05 | 1,1 | 143 | 77 |
|   |   | 14 | ДД | З | 1,2 | 2,2 | 2,64 | 1,563 | -17 | 1 | 31 | 31 | 128 | 0,05 | 2,83 | 3,88 | 497 |   |
|   |   | 14 | НС | С | 1,365 | 6,7 | 9,15 | 0,633 | -17 | 1 | 31 | 31 | 180 | 0,1 | 0,05 | 1,15 | 207 |   |
|   |   | 14 | ПЛ |   | 6,435 | 2,9 | 18,66 | 0,383 | 5 | 0,6 | 9 | 5,4 | 39 | 0 |   | 1 | 39 |   |
|   |   | 14 | ПТ |   | 6,435 | 2,9 | 18,66 | 0,383 | -17 | 0,9 | 31 | 27,9 | 199 | 0 |   | 1 | 199 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 1471 |   |
| ИТОГО | 1471 |
| Б | ЛК | 14 | НС | З | 3,065 | 6,7 | 17,9 | 0,633 | -17 | 1 | 31 | 31 | 351 | 0,05 | 0,05 | 1,1 | 386 |   |
|   |   | 14 | ОК | З | 1,5 | 1,5 | 2,25 | 1,867 | -17 | 1 | 31 | 31 | 130 | 0,05 | 0,05 | 1,1 | 143 | 77 |

Продолжение таблицы 6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|   |   | 14 | ДД | З | 1,2 | 2,2 | 2,64 | 1,563 | -17 | 1 | 31 | 31 | 128 | 0,05 | 2,83 | 3,88 | 497 |   |
|   |   | 14 | НС | Ю | 1,365 | 6,7 | 9,15 | 0,633 | -17 | 1 | 31 | 31 | 180 | 0 | 0,05 | 1,05 | 189 |   |
|   |   | 14 | ПЛ |   | 6,435 | 2,9 | 18,66 | 0,383 | 5 | 0,6 | 9 | 5,4 | 39 | 0 |   | 1 | 39 |   |
|   |   | 14 | ПТ |   | 6,435 | 2,9 | 18,66 | 0,383 | -17 | 0,9 | 31 | 27,9 | 199 | 0 |   | 1 | 199 |   |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 1453 |   |
| ИТОГО | 1453 |

## 2.2 Конструирование и гидравлический расчет системы отопления

 Конструирование системы отопления начинают с размещения отопительных приборов, стояков, магистралей и узла управления. Тип системы отопления по заданию: однотрубная система с верхним розливом и тупиковым движением теплоносителя. Марка отопительных приборов МС 140.

 Как правило, отопительные приборы размещают под светопроемами в местах, доступных для осмотра, ремонта и очистки.

 В жилых зданиях массового строительства стояки из стальных труб прокладываются, как правило, открыто на расстоянии 15-20 мм от стен. На лестничных клетках делают отдельные стояки с присоединением отопительных приборов по проточной нерегулируемой системе.

 Магистральные трубопроводы прокладываются открыто, вдоль стен здания на кронштейнах на расстоянии не менее 100 мм от стен. Участки магистралей и стояков, проходящие через неотапливаемые помещения, выполняются в теплоизоляции. Подающая магистраль на чердаке прокладывается на высоте 200-300 мм от верха перекрытия, на расстоянии от 1 до 1,5 м от наружных стен и соединяется с нанесенными на план стояками. В верхних точках, как правило, на предпоследних участках отдельных ветвей с верхней разводкой подающей магистрали, располагают проточные горизонтальные воздухосборники.

 Как правило, при верхнем расположении подающей магистрали главный стояк системы отопления прокладывается на лестничной клетке.

 Магистральные трубопроводы прокладываются с уклоном не менее 0,002, обеспечивающим удаление воздуха и опорожнение системы.

 Тепловой пункт располагаем в подвале, в центре здания у лестничной клетки. Элеваторный узел управления крепится на кронштейнах к капитальным стенам подвала на высоте, удобной для обслуживания запорно-регулирующей арматуры. Ось элеватора располагается на высоте 1-1,2 м от пола, обратный трубопровод – ниже элеватора на 0,5-0,7 м.

 Температура подающей и обратной воды в однотрубных системах отопления $t\_{г}=105 ℃$, $t\_{о}=70 ℃$.

 Определяем расчетное циркуляционное давление $P\_{ц}, Па$

$P\_{ц}=∆P\_{со}+Б∙∆P\_{e}$ (27)

где $Б$ – коэффициент, равный для однотрубных систем отопления $Б=1$;

$∆P\_{со}$ – давление, создаваемой элеватором в системе отопления, Па.

$∆P\_{со}=0,714∙\frac{∆P\_{ТС}}{(1+u)^{2}}$ (28)

где $∆P\_{ТС}$ – перепад давления в теплосети, Па;

$u$ – коэффициент смешения в элеваторе

$u=\frac{τ\_{1}-t\_{г}}{t\_{г}-τ\_{2}}$ (29)

где $τ\_{1}$ – температура воды в подающем трубопроводе тепловой сети, 0С;

$τ\_{2}$ – температура воды в обратном трубопроводе тепловой сети, 0С;

$t\_{г}$ – температура воды в подающем трубопроводе системы отопления, 0С.

$∆P\_{e}$ – естественное давление от остывания теплоносителя в отопительных приборах, Па.

 Для однотрубных систем определяется по формуле

$∆P\_{e}=6,3∙\frac{(t\_{г}-t\_{о})}{Q\_{ст}}∙\sum\_{}^{}(Q\_{ОПi}∙h\_{ОПi})$ (30)

где $t\_{о}$ – температура воды в обратном трубопроводе системы отопления, 0С;

$h\_{ОП}$ – высота от центра отопительного прибора 1-го этажа до оси элеватора, м;

$Q\_{ст}$ – тепловая нагрузка расчетного стояка, равная сумме тепловых нагрузок приборов, присоединенных к нему, Вт;

$Q\_{ОПi},h\_{ОПi}$ – тепловая нагрузка отопительного прибора i-го этажа, Вт, и высота от центра отопительного прибора до оси элеватора.

$$∆P\_{e}=6,3∙\frac{(t\_{г}-t\_{о})}{Q\_{ст}}∙\sum\_{}^{}(Q\_{ОПi}∙h\_{ОПi})$$

$$∆P\_{e}=6,3∙\frac{\left(105-70\right)}{2655}∙\left(1303∙1,95+1352∙5,15\right)=789 Па$$

$$u=\frac{150-105}{105-70}=1,286$$

$$∆P\_{со}=0,714∙\frac{112000}{\left(1+1,286\right)^{2}}=15303 Па$$

$$P\_{ц}=15303+1∙789=16092 Па$$

Гидравлический расчет системы отопления сводим в таблицу 7.

*Таблица 7.*

Гидравлический расчет системы отопления.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № уч-ка | Нагрузка Q,Вт | Расход воды G, кг/ч | Длина l, м | Расчет (предварительный) | Расчет (окончательный) |
| d, мм | Скорость v, м/с | Уд. потери давления Pу, Па/м | Полные потери давления P, Па | d, мм | Скорость v, м/с | Уд. потери давления Pу, Па/м | Полные потери давления P, Па |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | 34908 | 857,7 | 2,8 | 20 | 0,63 | 580 | 1624 | 25 | 0,42 | 175 | 490 |
| 2 | 34908 | 857,7 | 8,5 | 20 | 0,66 | 830 | 7055 | 25 | 0,42 | 290 | 2465 |
| 3 | 17679 | 434,4 | 5,8 | 15 | 0,62 | 670 | 3886 | 15 | 0,62 | 670 | 3886 |
| 4 | 8943 | 219,7 | 2,3 | 15 | 0,33 | 220 | 506 | 15 | 0,33 | 220 | 506 |
| 5 | 7534 | 185,1 | 2,7 | 15 | 0,28 | 150 | 405 | 15 | 0,28 | 150 | 405 |
| 6 | 6030 | 148,2 | 2,9 | 15 | 0,22 | 105 | 304,5 | 15 | 0,22 | 105 | 304,5 |
| 7 | 4516 | 111,0 | 3 | 15 | 0,16 | 69 | 207 | 15 | 0,16 | 69 | 207 |
| 8 | 2655 | 65,2 | 5,2 | 15 | 0,1 | 22 | 114,4 | 15 | 0,1 | 22 | 114,4 |
| 9 | 2655 | 65,2 | 11,2 | 15 | 0,1 | 35 | 392 | 15 | 0,1 | 35 | 392 |
| 10 | 2655 | 65,2 | 4,4 | 15 | 0,1 | 22 | 96,8 | 15 | 0,1 | 22 | 96,8 |
| 11 | 4516 | 111,0 | 4,9 | 15 | 0,16 | 69 | 338,1 | 15 | 0,16 | 69 | 338,1 |
| 12 | 6030 | 148,2 | 2,4 | 15 | 0,22 | 105 | 252 | 15 | 0,22 | 105 | 252 |
| 13 | 7534 | 185,1 | 2,7 | 15 | 0,28 | 150 | 405 | 15 | 0,28 | 150 | 405 |
| 14 | 8943 | 219,7 | 3,2 | 15 | 0,33 | 220 | 704 | 15 | 0,33 | 220 | 704 |
| 15 | 17679 | 434,4 | 6,2 | 15 | 0,62 | 670 | 4154 | 15 | 0,62 | 670 | 4154 |
| 16 | 34908 | 857,7 | 3,1 | 20 | 0,63 | 580 | 1798 | 25 | 0,42 | 175 | 542,5 |
| Всего, м | 71,3 | Всего, Па | 22242 | Всего, Па | 15262 |

 По данным предварительного расчета таблицы 7, суммируем значения полных потерь давления ($ΣP$) по всем участкам ОЦК и сравниваем с расчетным циркуляционным давлением $P\_{ц}$

$$P\_{зап}=\frac{16092-22242}{16092}=-38,2 \%$$

 Разница должна быть не более 5-10%.

 Выполнения условия достигаем посредством изменения диаметра на некоторых участках в меньшую сторону, производим повторный окончательный расчет.

 Определим невязку после перерасчета:

$$P\_{зап}=\frac{16092-15262}{16092}=5,16 \%$$

## 2.3 Расчет поверхности нагрева и подбор отопительных приборов

 Расчетная поверхность нагрева отопительного прибора $A\_{р}$, определяется следующим образом

$A\_{р}=\frac{Q\_{оп}}{q\_{оп}}$ (31)

где $q\_{оп}$ – поверхностная плотность теплового потока прибора, Вт/м2, определяемая по формуле

$q\_{оп}=q\_{н}∙\left(\frac{∆t}{70}\right)^{n+1}∙β\_{1}∙(G\_{отн})^{p}$ (32)

где $q\_{н}$ – номинальная плотность теплового потока прибора, Вт/м2 (на одну секцию для МС 140 – 650 Вт/м2);

$∆t$ – температурный напор, 0С:

$∆t=\frac{t\_{вх}+t\_{вых}}{2}-t\_{в}$ (33)

где $t\_{в}$ – температура воздуха в помещении, 0С;

$t\_{вх},t\_{вых}$ – температура теплоносителя на входе и выходе отопительного прибора, 0С.

 В однотрубной системе температура греющей воды уменьшается, последовательно проходя через приборы. Для -го прибора по ходу движения теплоносителя в стояке:

 $t\_{вх}=t\_{г}-\frac{\sum\_{1}^{n-1}Q\_{оп}}{Q\_{ст}}∙(t\_{г}-t\_{о})$ (34)

$t\_{вых}=t\_{г}-\frac{\sum\_{1}^{n}Q\_{оп}}{Q\_{ст}}∙(t\_{г}-t\_{о})$ (35)

где $Q\_{ст}$ – тепловая нагрузка расчетного стояка, равная сумме тепловых нагрузок всех приборов, присоединенных к нему, Вт;

$\sum\_{1}^{n-1}Q\_{оп}$ – суммарная тепловая нагрузка всех отопительных приборов, начиная от подающей магистрали до рассматриваемого прибора, Вт;

$\sum\_{1}^{n}Q\_{оп}$ – суммарная тепловая нагрузка всех отопительных приборов, начиная от подающей магистрали, включая рассматриваемый прибор, Вт.

$β\_{1}$ – коэффициент, учитывающий направление движения воды в приборе;

$n, p$ –экспериментальные показатели, учитывающие влияние типа отопительного прибора, направление движения и количество проходящей воды.

 Относительный расход теплоносителя $G\_{отн}$, кг/ч, рассчитывается по формуле, для однотрубных систем:

 $G\_{отн}=0,86∙\frac{Q\_{ст}}{360∙(t\_{г}-t\_{о})}$ (36)

 Для секционных радиаторов расчетное число секций в отопительном приборе $N\_{р}$ определяется по формуле:

 $N\_{р}=A\_{р}∙β\_{2}∙β\_{3}/A\_{с}$ (37)

где $A\_{с}$ – поверхность одной секции, м2. Для отопительных приборов марки МС 140 – 0,244 м2;

$β\_{3}$ – коэффициент, учитывающий способ установки прибора, принимается равным 1;

$β\_{2}$ – коэффициент, учитывающий число секций в приборе

 $β\_{2}=\frac{1}{0,92+\frac{0,16}{A\_{р}}}$ (38)

 В пояснительной записке подробный расчет выполняем для прибора 201 помещения, установленного у стояка 1. Расчет всех отопительных приборов сводим в таблицу 8.

 По таблице 6 п.2.1 расчетные теплопотери 201 помещения составляют 1673 Вт. В помещении установлено два отопительных прибора, соответственно нагрузка прибора составит 836,5 Вт. Рассмотрим отопительный прибор у Ст.1.

 Принимаем марку отопительного прибора МС 140, в соответствии с заданием.

 Подключение отопительных приборов сверху-вниз.

 Расчетная поверхность нагрева отопительного прибора $A\_{р}, м^{2}$

$$A\_{р}=\frac{836,5}{657}=1,27 м^{2}$$

 где поверхностная плотность теплового потока прибора, Вт/м2

$$q\_{оп}=650∙\left(\frac{74,18}{70}\right)^{0,32+1}∙1∙\left(0,1133\right)^{0,03}=657 Вт/м^{2}$$

 Температурный напор, 0С

$$∆t=\frac{105+87,36}{2}-22=74,18 ℃$$

 Из схемы видно, что температура на входе в рассматриваемый прибор $t\_{вх}, ℃$, равна температуре воды в подающей магистрали, $t\_{г}, ℃$, т.е. $t\_{вх}=t\_{г}=105 ℃$.

 $t\_{вых}=105-\frac{836,5}{836,5+823,5}∙\left(105-70\right)=87,36 ℃$

 При подключении отопительных приборов по схеме сверху-вниз по таблице 12 [1] $β\_{1}=1;n=0,32;p=0,03$.

 Относительный расход теплоносителя

$$G\_{отн}=0,86∙\frac{836,5+823,5}{360∙\left(105-70\right)}=0,1133$$

 Предварительно определяем расчетное число секций

$$N\_{р}=\frac{1,273∙1∙1}{0,244}=5,22 шт$$

Коэффициент, учитывающий число секций в приборе

$$β\_{2}=\frac{1}{0,92+\frac{0,16}{1,273}}=0,96$$

$$N\_{р}=\frac{1,273∙1∙0,96}{0,244}=4,99 шт$$

Полученное число секций, $N\_{р}, шт,$ округляем до целых значений с границей округления 0,28, принимая установочное количество секций $N\_{уст}, шт$. Т.е. в помещении 201 будет установлено 2 отопительных прибора марки МС 140 с количеством секций по 5 шт.

*Таблицы 8.*

Расчет нагревательной поверхности (длины или числа секций) отопительных приборов

|  |
| --- |
| Расчет отопительных приборов |
| № пом. | Тепл.нагр.на ОП Qп, Вт | Тем. в-ха в пом. tв, °С | tвх, °С | tвых, °С | Темпер.напор Δt, °С | Схема присоединения | Поверхностная плотность тепл.потока прибора qп, Вт/м2 | Расч.пов.нагрева ОП Ар, м2 | Коэф.,уч.число секций β2 | Число секций Nр | Число секций установочное N |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 201 | 836,5 | 22 | 105 | 87,36 | 74,18 | сверху-вниз | 657 | 1,27 | 0,96 | 4,99 | 5 |
| 101 | 823,5 | 22 | 87,36 | 70 | 56,68 | сверху-вниз | 461 | 1,79 | 0,99 | 7,25 | 7 |
| 201 | 836,5 | 22 | 105 | 87,36 | 74,18 | сверху-вниз | 657 | 1,27 | 0,96 | 4,99 | 5 |
| 101 | 823,5 | 22 | 87,36 | 70 | 56,68 | сверху-вниз | 461 | 1,79 | 0,99 | 7,25 | 7 |
| 202 | 723 | 20 | 105 | 86,6 | 75,80 | сверху-вниз | 673 | 1,08 | 0,94 | 4,12 | 4 |
| 102 | 652 | 20 | 86,6 | 70 | 58,30 | сверху-вниз | 476 | 1,37 | 0,96 | 5,42 | 6 |
| 203 | 595 | 19 | 105 | 86,65 | 76,83 | сверху-вниз | 681 | 0,87 | 0,91 | 3,25 | 3 |
| 103 | 540 | 19 | 86,65 | 70 | 59,33 | сверху-вниз | 484 | 1,12 | 0,94 | 4,30 | 4 |
| 204 | 595 | 19 | 105 | 86,65 | 76,83 | сверху-вниз | 681 | 0,87 | 0,91 | 3,25 | 3 |
| 104 | 540 | 19 | 86,65 | 70 | 59,33 | сверху-вниз | 484 | 1,12 | 0,94 | 4,30 | 4 |
| 205 | 723 | 20 | 105 | 86,6 | 75,80 | сверху-вниз | 673 | 1,08 | 0,94 | 4,12 | 4 |

Продолжение таблицы 8

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 105 | 652 | 20 | 86,6 | 70 | 58,30 | сверху-вниз | 476 | 1,37 | 0,96 | 5,42 | 6 |
| 206 | 859,5 | 22 | 105 | 87,38 | 74,19 | сверху-вниз | 658 | 1,31 | 0,96 | 5,14 | 5 |
| 106 | 847,5 | 22 | 87,38 | 70 | 56,69 | сверху-вниз | 461 | 1,84 | 0,99 | 7,48 | 8 |
| 207 | 859,5 | 22 | 105 | 87,38 | 74,19 | сверху-вниз | 658 | 1,31 | 0,96 | 5,14 | 5 |
| 107 | 847,5 | 22 | 87,38 | 70 | 56,69 | сверху-вниз | 461 | 1,84 | 0,99 | 7,48 | 8 |
| 207 | 683 | 19 | 105 | 86,88 | 76,94 | сверху-вниз | 685 | 1,00 | 0,93 | 3,78 | 4 |
| 107 | 636 | 19 | 86,88 | 70 | 59,44 | сверху-вниз | 487 | 1,31 | 0,96 | 5,13 | 5 |
| 208 | 1352 | 22 | 105 | 87,18 | 74,09 | сверху-вниз | 666 | 2,03 | 1,00 | 8,34 | 8 |
| 108 | 1303 | 22 | 87,18 | 70 | 56,59 | сверху-вниз | 466 | 2,79 | 1,02 | 11,72 | 12 |
| 209 | 982 | 22 | 105 | 86,53 | 73,77 | сверху-вниз | 655 | 1,50 | 0,97 | 5,99 | 6 |
| 109 | 879 | 22 | 86,53 | 70 | 56,27 | сверху-вниз | 458 | 1,92 | 1,00 | 7,84 | 8 |
| 210 | 799 | 19 | 105 | 86,53 | 76,77 | сверху-вниз | 686 | 1,16 | 0,95 | 4,52 | 5 |
| 110 | 715 | 19 | 86,53 | 70 | 59,27 | сверху-вниз | 487 | 1,47 | 0,97 | 5,84 | 6 |
| 211 | 811 | 20 | 105 | 86,13 | 75,57 | сверху-вниз | 672 | 1,21 | 0,95 | 4,70 | 5 |
| 111 | 693 | 20 | 86,13 | 70 | 58,07 | сверху-вниз | 474 | 1,46 | 0,97 | 5,82 | 6 |
| 212 | 747 | 20 | 105 | 86,44 | 75,72 | сверху-вниз | 672 | 1,11 | 0,94 | 4,28 | 4 |
| 112 | 662 | 20 | 86,44 | 70 | 58,22 | сверху-вниз | 475 | 1,39 | 0,97 | 5,52 | 6 |
| 213 | 747 | 20 | 105 | 86,44 | 75,72 | сверху-вниз | 672 | 1,11 | 0,94 | 4,28 | 4 |

Продолжение таблицы 8

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 113 | 662 | 20 | 86,44 | 70 | 58,22 | сверху-вниз | 475 | 1,39 | 0,97 | 5,52 | 6 |
| 214 | 811 | 20 | 105 | 86,13 | 75,57 | сверху-вниз | 672 | 1,21 | 0,95 | 4,70 | 5 |
| 114 | 693 | 20 | 86,13 | 70 | 58,07 | сверху-вниз | 474 | 1,46 | 0,97 | 5,82 | 6 |
| 215 | 773 | 19 | 105 | 86,95 | 76,98 | сверху-вниз | 688 | 1,12 | 0,94 | 4,33 | 4 |
| 115 | 726 | 19 | 86,95 | 70 | 59,48 | сверху-вниз | 490 | 1,48 | 0,97 | 5,91 | 6 |
| 216 | 938 | 22 | 105 | 86,81 | 73,91 | сверху-вниз | 656 | 1,43 | 0,97 | 5,68 | 6 |
| 116 | 867 | 22 | 86,81 | 70 | 56,41 | сверху-вниз | 459 | 1,89 | 1,00 | 7,70 | 8 |
| 217 | 1286 | 22 | 105 | 87,13 | 74,07 | сверху-вниз | 664 | 1,94 | 1,00 | 7,91 | 8 |
| 117 | 1233 | 22 | 87,13 | 70 | 56,57 | сверху-вниз | 465 | 2,65 | 1,02 | 11,08 | 11 |
| 218 | 641 | 19 | 105 | 86,79 | 76,90 | сверху-вниз | 683 | 0,94 | 0,92 | 3,53 | 4 |
| 118 | 591 | 19 | 86,79 | 70 | 59,40 | сверху-вниз | 486 | 1,22 | 0,95 | 4,74 | 5 |
| А | 1471 | 14 | 105 | 70 | 73,50 | сверху-вниз | 661 | 2,23 | 1,01 | 9,20 | 9 |
| Б | 1453 | 14 | 105 | 70 | 73,50 | сверху-вниз | 661 | 2,20 | 1,01 | 9,08 | 9 |

## 2.4 Конструирование и подбор оборудования ИТП здания (подбор элеваторного узла)

 В рамках курсовой работы, тепловой пункт располагается в подвале, в центре здания у лестничной клетки. Элеваторный узел управления крепится на кронштейнах к капитальным стенам подвала на высоте, удобной для обслуживания запорно-регулирующей арматуры. Ось элеватора располагается на высоте 1-1,2 м от пола, обратный трубопровод – ниже элеватора на 0,5-0,7 м.

 Подбор элеваторного узла производится в соответствии с рекомендациями СП 41-101-95 «Проектирование тепловых пунктов».

 Температурные параметры тепловой сети $τ\_{1}=150 ℃; τ\_{2}=70 ℃.$

 Температура подающей и обратной воды в однотрубных системах жилых зданий $t\_{г}=105℃; t\_{о}=70 ℃.$

 Расчетная разность давления в подающем и обратном теплопроводе тепловой сети (по заданию) $∆P\_{ТС}=112 кПа$.

 Расход воды в системе отопления $G\_{со}=857,7 кг/ч$.

 Полные потери давления в системе отопления $P=15,262 кПа$

 Коэффициент смешения в элеваторе $u=1,286$

 Диаметр горловины элеватора $d\_{г}, мм$

 $d\_{г}=8,5∙\sqrt[4]{\frac{G\_{со}^{2}∙(1+u)^{2}}{H\_{со}}}$ (39)

где $G\_{со}$ – расчетный расход воды на отопление из тепловой сети, т/ч;

$u$ – коэффициент смешения;

$H\_{со}$ – потери напора в системе отопления после элеватора при расчетном расходе воды, м.

$$d\_{г}=8,5∙\sqrt[4]{\frac{0,857^{2}∙\left(1+1,286\right)^{2}}{1,5262}}=10,7 мм$$

 Исходя из полученного диаметра горловины, принимаем по таблице 14 [1] элеватор № 1.

 Минимально необходимый напор $H$, м, перед элеватором для преодоления гидравлического сопротивления элеватора и присоединенной к нему системы отопления

 $H=1,4∙H\_{со}∙(1+u)^{2}$ (40)

$$H=1,4∙1,5262∙\left(1+1,286\right)^{2}=11,16 м$$

 Напор перед элеватором $H\_{1}=12 м$ (при расчетной разности давления в подающем и обратном теплопроводе тепловой сети $∆P\_{ТС}=120 кПа$).

 $(H=11,16 м)<(H\_{1}=12 м)$, т.е., располагаемый напор достаточен для обеспечения работы элеватора.

 Диаметр сопла элеватора $d\_{с}, мм$

 $d\_{с}=9,6∙\sqrt[4]{\frac{G\_{со}^{2}}{H\_{1}}}$ (41)

где $H\_{1}$ – напор перед элеватором, м.

$$d\_{с}=9,6∙\sqrt[4]{\frac{0,857^{2}}{12}}=4,96 мм$$

окончательно выбираем элеваторный узел №1 с диаметром горловины $d\_{г}=15 мм$ и диаметром сопла $d\_{с}=5 мм$.



*Рис.4. Схема местного теплового пункта при зависимом присоединении системы водяного отопления к наружным теплопроводам со смешением воды с помощью водоструйного элеватора:*

*1 — задвижка; 2 — грязевик; 3 — термометр; 4 — ответвления к системам вентиляции и горячего водоснабжения; 5 — регулятор расхода; 6 — обратный клапан; 7 — водоструйный элеватор; 8 — манометр; 9 — тепломер; 10 — регулятор давления*

## 2.5 Конструирование и расчет систем вентиляции

 В жилых зданиях квартирного типа предусматривается естественная канальная вытяжная вентиляция с удалением воздуха из санузлов и кухонь. Приток неорганизованный, через неплотности в ограждениях.

 Воздухообмен рассчитывается для каждой типовой квартиры.

 Воздухообмен в кухнях и санузлах, м3/ч, принимается по следующим норма:

- кухня с 4-х конфорочной газовой плитой – 90 м3/ч;

- ванная индивидуальная – 25 м3/ч;

- уборная индивидуальная – 25 м3/ч;

- совмещенный санузел – 50 м3/ч.

Расчет воздухообмена сводим в таблицу 9.

*Таблица 9.*

Расчетный воздухообмен в помещениях здания.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № помещенийи квартиры | *ΣАп*, м2 | *ΣLжк*,м3/час | *Lкух*,м3/час | *Lс/у*,м3/час | *Lванная*,м3/час | *Lрасч*,м3/час |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Типовая квартира 1:101, 201 (жилая комната);118, 218 (кухня с 2-х комф. плитой);санузел, ванная | 15,57 | 46,71 | 60 | 25 | 25 | **110** |
| Типовая квартира 2:106, 206 (жилая комната);107, 207 (кухня с 2-х комф. плитой);санузел, ванная | 15,57 | 46,71 | 60 | 25 | 25 | **110** |
| Типовая квартира 3:116, 216, 117, 217 (жилая комната);115, 215 (кухня с 2-х комф. плитой);санузел, ванная | 29,32 | 87,96 | 75 | 25 | 25 | **125** |
| Типовая квартира 4:108, 208, 109, 209 (жилая комната);110, 210 (кухня с 2-х комф. плитой);санузел, ванная | 29,32 | 87,96 | 75 | 25 | 25 | **125** |

Примечание: за расчетный воздухообмен квартиры принимается большая из двух величин: суммарного воздухообмена для жилых комнат и суммарного воздухообмена для помещений общего пользования.

 Аэродинамический расчет проводим в следующей последовательности:

1) Вычерчиваем аксонометрическую схему системы, разбиваем на расчетные участки.

2) Определяем длину каждого участка и путем последовательного суммирования расхода воздуха, проходящего по участку, находим его нагрузку. Эти величины вписываем на схему в виде дроби (в числителе – расход, м3/ч, в знаменателе – длина, м).

3) Определяем естественное гравитационное давление для каналов ветвей каждого этажа, по формуле

 $P\_{ei}=9,81∙H\_{i}∙(ρ\_{5}-ρ\_{в})$ (42)

где $P\_{ei}$ – естественное давление для каналов i-го этажа, Па;

$H\_{i}$ – разность отметок устья вытяжной шахты и середины вытяжной решетки рассчитываемого этажа, м;

$ρ\_{в}$ – плотность внутреннего воздуха, кг/м3;

$ρ\_{5}$ – плотность наружного воздуха при температуре 5 0С, кг/м3.

для второго этажа: $P\_{2}=9,81∙4,7∙\left(1,27-1,205\right)=2,99 Па$

для первого этажа: $P\_{1}=9,81∙7,9∙\left(1,27-1,205\right)=5,03 Па$

 В качестве главной расчетной ветви выбираем ветвь, удельное располагаемое давление в которой будет наименьшее. Так как $P\_{2}<P\_{1}$, то расчетной будет ветвь, идущая через канал второго этажа (при наименьшем располагаемом давлении).

*Таблица 10.*

Аэродинамический расчет системы вентиляции.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № участка | Расход L, м3/ч | Длина l, м | Предварительный (окончательный) расчет. |
| a × b, мм | А, м2 | v, м/с | R, Па/м | Rl, Па | Рд, Па |  | Pп, Па |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | 75 | - | 150х200 | 0,0173 | 1,20 | 0 | 0 | 0,8701148 | 1,2 | 1,0441378 |
| 2 | 75 | 0,8 | 140х270 | 0,0378 | 0,55 | 0,095 | 0,076 | 0,1822574 | 1,5 | 0,3493861 |
| 3 | 150 | 1,3 | 250х220 | 0,055 | 0,76 | 0,05 | 0,065 | 0,3443526 | 1,5 | 0,5815289 |
| 4 | 250 | 3,9 | 250х320 | 0,08 | 0,87 | 0,05 | 0,195 | 0,4521123 | 1,3 | 0,7827459 |
| Суммарные потери давления | 2,7577988 |
| Невязка, % | 7,77 |

5) Запас давления на неучтенные потери

$Запас=\frac{2,99-2,75}{2,99}∙100=7,77\%$

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания к курсовой работе «Отопление и вентиляция жилого здания» и требования к оформлению (с примерами выполнения).

2. СНиП 23-01-99 Строительная климатологи, Москва, Госстрой, 1999\*. – 133с.

3. ГОСТ 30494 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещении, Москва, Госстрой, 1999. – 7с.

4. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий, Москва, Госстрой, 2003. – 31 с.

5. СП 23-101-2033 Проектирование тепловой защиты зданий, Москва, Госстрой, 2003. – 144с.

6. СП 54.13330.2011 «Здания жилые многоквартирные».

7. Малявина Е.Г. Теплопотери здания. Справочное пособие/ Е.Г. Малявина. – 2-е изд., испр. М.: АВОК-ПРЕСС, 2011. – 144 с.

8. Внутренние и санитарно-технические устройства. Часть 1 – Отопление. Под редакцией Староверова И.Г. Справочник проектировщика. 1990г.

9. Внутренние и санитарно-технические устройства. Часть 2 – Вентиляция. Под редакцией Староверова И.Г. Справочник проектировщика. 1990г.

10. Тихомиров К.В., Сергиенко Э.С. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция: Учебник для вузов. – 4-е., изд., перераб. и доп. –М.: Стройиздат, 1991. – 480 с.: ил.