

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

(институт)

**«Теплогасоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»**

(кафедра)

**270800.62 (08.03.01) «Строительство»**

(код и наименование направления подготовки, специальности)

**«Теплогасоснабжение и вентиляция»**

(наименование профиля, специализации)

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему: п. Приморский. Индивидуальный жилой дом. Инженерные сети.

Студент(ка)	<u>В.Н. Волков</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>М.Н. Кучеренко</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>А.В. Щипанов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Нормоконтроль	<u>И.А. Живоглядова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент М.Н. Кучеренко \_\_\_\_\_  
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

(институт)

**«Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»**

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ТГВВиВ

М.Н. Кучеренко

(подпись)

(И.О. Фамилия)

«    » 20 г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение бакалаврской работы**

Студент Волков Владимир Николаевич

1. Тема п. Приморский. Индивидуальный жилой дом. Инженерные сети.

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы 01 июня 2016

3. Исходные данные к бакалаврской работе: техническое задание, планы этажей

4. Содержание бакалаврской работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов) Исходные данные, теплотехнический расчет, отопление, вентиляция, холодное и горячее водоснабжение, водоотведение, газоснабжение, контроль и автоматизация, организация монтажных работ, безопасность и экологичность объекта

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала общие данные, план на отм. -2,700, план на отм. 0,000, план на отм. +3,000, В1, ВЕ1, ВЕ2, ВЕ3, Т1, Т2, Т4, аксонометрическая схема газопровода, спецификация.

6. Консультанты по разделам М.Н. Кучеренко

7. Дата выдачи задания «18» апреля 2016 г.

Руководитель выпускной квалификационной  
работы

(подпись)

М.Н. Кучеренко

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

В.Н. Волков

(И.О. Фамилия)

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

(институт)

**«Теплогасоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»**

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ТГВВиВ

М.Н. Кучеренко

(подпись)

(И.О. Фамилия)

«    » 20 г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН  
выполнения бакалаврской работы**

Студента Волкова Владимира Николаевича  
по теме п. Приморский. Индивидуальный жилой дом. Инженерные сети.

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Теплотехнический расчет	18.04.2016- 22.04.2016	18.04.2016- 22.04.2016	Выполнено	
Теплоснабжение	23.04.2016- 04.05.2016	23.04.2016- 04.05.2016	Выполнено	
Вентиляция	04.05.2016- 11.05.2016	04.05.2016- 11.05.2016	Выполнено	
Водоснабжение и водоотведение	11.05.2016- 18.05.2016	11.05.2016- 18.05.2016	Выполнено	
Газоснабжение	18.05.2016- 21.05.2016	18.05.2016- 21.05.2016	Выполнено	
Контроль и автоматизация	18.05.2016- 21.05.2016	18.05.2016- 21.05.2016	Выполнено	
Организация монтажных работ	21.05.2016- 25.05.2016	21.05.2016- 25.05.2016	Выполнено	
Безопасность и экологичность проекта	21.05.2016- 31.05.2016	21.05.2016- 31.05.2016	Выполнено	

Руководитель выпускной  
квалификационной работы  
Задание принял к исполнению

(подпись)

М.Н. Кучеренко

(И.О. Фамилия)

В.Н. Волков

(подпись)

(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

В данной выпускной квалификационной работе был произведен теплотехнический расчет ограждающих конструкций, конструирование, гидравлический расчет и подбор оборудования системы отопления, определение требуемых воздухообменов и расчет системы вентиляции, конструирование и подбор оборудования системы водоснабжения и водоотведения, расчет системы газоснабжения, описание системы автоматизации, рассчитаны объемы монтажных работ системы отопления. Так же произведено описание безопасности и экологичности технологического объекта.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ВВЕДЕНИЕ

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ .....	7
1.1 Архитектурно-планировочное решение объекта .....	7
1.2 Климатические данные района строительства .....	7
1.3 Параметры внутреннего микроклимата помещений .....	8
1.4 Описание технологического процесса .....	9
1.5 Источники тепло- и холодоснабжения .....	9
2. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ .....	10
2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций .....	10
2.2 Определение теплопотерь здания .....	16
3. ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ .....	23
3.1 Система отопления.....	23
3.2 Расчет теплых полов».....	31
3.3 Горячее водоснабжение.....	35
3.4 Расчет и подбор оборудования теплогенераторной.....	40
4. ВЕНТИЛЯЦИЯ.....	43
4.1 Определение требуемых воздухообменов.....	43
4.2 Аэродинамический расчет.....	43
5. ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ.....	46
5.1 Холодное водоснабжение.....	46
5.2 Водоотведение.....	49
6. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ.....	51
6.1 Конструирование системы газоснабжения.....	51
6.2 Гидравлический расчет внутренней системы газоснабжения.....	51
7. КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ .....	53
8. ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ .....	55
9. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	58
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	60
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	63

## ВВЕДЕНИЕ

Сети инженерно-технического обеспечения (инженерные сети, системы или коммуникации) — совокупность сооружений и коммуникаций, непосредственно используемых в процессе тепло-, газо-, водоснабжения, водоотведения и вентиляции. Без этих систем сегодня невозможно представить жизнь современного человека.

# 1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

## 1.1 Архитектурно-планировочное решение объекта

Объект – жилой многоквартирный дом, расположенный в Самарской области, Ставропольский р-н, пос. Приморский. Ориентация главного фасада на юг. Размеры в осях – 15 x 16,3 м.

Жилой дом имеет основной, мансардный и цокольный этажи, кровля скатная. Цоколь заглублен в землю на 1 метр. Высота помещения цокольного этажа 2,4, основного и мансардного 2,7 метра.

Наружные стены выполнены из керамического кирпича, пенополистирола и штукатурки по металлической сетке.

Скатная кровля выполнена из деревянного бруса и утеплена пенополистиролом. С внутренней стороны кровля зашита деревянными плитами, уложена пароизоляция и гидроизоляция. Верхний слой кровли металлочерепица.

Полы цокольного этажа уложены по грунту. Состоят из железобетонной плиты, гидроизоляции и керамзитовой засыпки. Отделка производится в зависимости от назначения помещения линолеумом или керамической плиткой.

## 1.2 Климатические данные района строительства

Климатологические данные для города Самара приняты по СП [1] и сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Параметры наружного воздуха

Период года	Параметр А			Параметр Б		
	$t, ^\circ\text{C}$	$I, \text{кДж/кг}$	$v, \text{м/с}$	$t, ^\circ\text{C}$	$I, \text{кДж/кг}$	$v, \text{м/с}$
Теплый	24,6	52,8	3,2	28,5	55,3	3,2
Холодный	—	—	—	-30	-29,8	5,4

Продолжительность отопительного периода –  $z_{\text{от}} = 203$  суток.

Средняя температура за отопительный период –  $t_{\text{от}} = -5,2^\circ\text{C}$ .

### 1.3 Параметры внутреннего микроклимата помещений

Выбор параметров внутреннего микроклимата осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ [2, табл. 4.1] и СП [3].

Таблица 2 – Параметры внутреннего микроклимата

№ помещения	Наименование помещения	Температура, $t$ , °С	Влажность воздуха не более, $\varphi$ , %	Подвижность воздуха не более, $v$ , м/с
1	2	3	4	5
Цокольный этаж (-2,700)				
01	Бильярдная	20	50	0,15
02	Кладовая	20	50	0,15
03	Лестница	20	50	0,15
04	Теплогенераторная	20	50	0,15
05	Гараж	20	50	0,15
06	Постирочная	20	50	0,15
07	Холл	20	50	0,15
1 этаж (0,000)				
101	Гостиная	20	50	0,15
102	Тамбур	20	50	0,15
103	Лестница	20	50	0,15
104	Тамбур	20	50	0,15
105	Кухня	20	50	0,15
106	Столовая	20	50	0,15
2 этаж (3,000)				
201	Детская 1	20	50	0,15
202	Детская 2	20	50	0,15
203	Сан. узел	24	50	0,15
204	Лестница	20	50	0,15
205	Холл	20	50	0,15
206	Гардеробная	20	50	0,15
207	Спальня	20	50	0,15



## 1.4 Описание технологического процесса

Данный жилой дом поделен на две зоны: жилая и вспомогательная. К жилой зоне относятся гостиная, детская, столовая, спальня. К вспомогательной части можно отнести складские помещения, теплогенераторную, кухню, коридоры и помещения, где располагается оборудование инженерных систем.

В жилой зоне из вредностей выделяется только тепло от людей.

## 1.5 Источники тепло- и холодоснабжения

Источником теплоснабжения являются встроенная котельная, расположенная на цокольном этаже. С параметрами теплоносителя для отопления – вода с параметрами 95°С/70°С, для горячего водоснабжения – вода с параметрами 60°С.

## 2 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

### 2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Выполняется согласно СП [4].

Расчет конструкции выполняется из условия, что фактическое сопротивление теплопередачи будет не меньше нормируемого, то есть:

$$R_{\phi} \geq R_{н} \quad (2.1)$$

где  $R_{\phi}$  – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ;

$R_{н}$  – нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , определяется в зависимости от градусо-суток района строительства ГСОП,  $\text{°C} \cdot \text{сут}$ , по СП [4, табл. 3].

Градусо-сутки отопительного периода (ГСОП),  $\text{°C} \cdot \text{сут}$ , рассчитываются по формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_{в} - t_{от}) \cdot z_{от}, \text{ГСОП} = (20 - (-5,2)) \cdot 203 = 5116 \text{ °C} \cdot \text{сут} \quad (2.2)$$

где,  $t_{в}$  – расчетная температура внутреннего воздуха, принимаемая в соответствии с ГОСТ [2] и СП [2],  $\text{°C}$ ;

$t_{от}$  – средняя температура наружного воздуха отопительного периода,  $\text{°C}$ , принимаемая по СП [1, табл. 3.1];

$z_{от}$  – продолжительность отопительного периода, сут., принимаемая по СП [1, табл. 3.1];.

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций,  $R_0^{\text{норм}}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , определяется интерполяцией по СП [4, табл. 4].

$$R_{НС}^{\text{норм}} = 3,19 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт};$$

$$R_{ПТ}^{\text{норм}} = 4,76 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт};$$

$$R_{ОК}^{\text{норм}} = 0,534 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт};$$

$$R_{\text{пл}}^{\text{норм}} = 4,202 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции  $R_k$ , ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ), определяют по формуле:

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n, \quad (2.4)$$

где  $R_1, R_2, R_n$  – сопротивление теплопередаче отдельных слоев ограждающей конструкции, ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ).

Сопротивление теплопередаче  $i$ -го однородного слоя ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (2.5)$$

где  $\delta_i$  – толщина  $i$ -го слоя ограждающей конструкции, м;

$\lambda_i$  – расчетный коэффициент теплопроводности материала  $i$ -го слоя ограждающей конструкции,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ , определяется по СП [4, прил. Т, табл. Т.1] согласно условиям эксплуатации.

Условия эксплуатации А, определяются по СП [4, табл. 2], согласно влажностному режиму помещений, определяемый по СП [4, табл. 1], и зоне влажности района строительства, определяемой по СП [1, прил. А, рис. А1].

После определения приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций  $R_0$ , ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ), определяют коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций  $k$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$  по формуле:

$$k = \frac{1}{R_0}, \quad (2.6)$$

где  $R_0$  – сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ).

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \geq R_{\text{норм}}, \quad (2.7)$$

## Теплотехнический расчет наружных стен

Состав наружной стены представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Состав наружных стен

№ слоя	Слой	Толщина, δ, м	Теплопроводность, λ, Вт/(м°С)
1	Кирпичная кладка из керамического пустотного кирпича плотностью 1000 кг/м <sup>3</sup> на цементно-песчаном растворе	0,38	0,485
2	Плиты из пенополистирола, ρ = 30 кг/м <sup>3</sup>	x	0,038
3	Раствор цементно-песчаный по металлической сетке	0,02	0,76

$$3,19 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,485} + \frac{x}{0,038} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23}$$

$$x = 0,038 \cdot \left( 3,19 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,38}{0,485} - \frac{0,02}{0,76} - \frac{1}{23} \right) = 0,084 \text{ м.}$$

Округляем толщину утеплителя до ближайшего номенклатурного в большую сторону – 0,1 м.

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,485} + \frac{0,1}{0,038} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23} = 3,6 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}$$

Полученное значение удовлетворяет неравенству  $R_0^{\text{норм}} \leq R_0^{\text{пр}}$ , так как  $3,19 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт} \leq 3,6 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}$ .

По формуле (2.6) найдем  $k$ :

$$k = \frac{1}{3,6} = 0,278 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}.$$

## Теплотехнический расчет бесчердачного покрытия

Состав бесчердачного покрытия представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Состав бесчердачного покрытия

№ слоя	Слой	Толщина, $\delta$ , м	Теплопроводность, $\lambda$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)
1	Плиты древесно-волокнистые	0,012	0,07
2	Пароизоляция Svitap 110N	-	-
3	Плиты из пенополистирола, $\rho = 30$ кг/м <sup>3</sup>	$x$	0,038
4	Гидробарьер Технониколь	-	-
5	Металлочерепица	-	-

$$4,76 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,012}{0,07} + \frac{x}{0,038} + \frac{1}{23}$$

$$x = 0,038 \cdot \left( 4,76 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,012}{0,07} - \frac{1}{23} \right) = 0,168 \text{ м.}$$

Округляем толщину утеплителя до ближайшего номенклатурного в большую сторону – 0,18 м.

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,012}{0,07} + \frac{0,18}{0,038} + \frac{1}{23} = 5,08 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт.}$$

Полученное значение удовлетворяет неравенству  $R_0^{\text{норм}} \leq R_0^{\text{пр}}$ , так как  $4,76 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт} \leq 5,08 \text{ (м}^2 \cdot \text{°С)/Вт}$ .

По формуле (2.6) найдем  $k$ :

$$k = \frac{1}{5,08} = 0,197 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)}.$$

#### Теплотехнический расчет полов по грунту

Состав перекрытия над неотапливаемым подвалом представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Состав перекрытия над неотапливаемым подвалом

№ слоя	Слой	Толщина, $\delta$ , м	Теплопроводность, $\lambda$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)
1	Керамогранитная плитка	0,01	0,2
3	Стяжка из цементно-песчаного раствора	0,03	0,76
4	Керамзитобетон	0,05	0,24
5	Железобетонное перекрытие	0,2	1,92
6	Минераловатная плита	$x$	0,04

$$2,948 = \frac{1}{8,7} + \frac{x}{0,04} + \frac{0,2}{1,92} + \frac{0,05}{0,24} + \frac{0,03}{0,76} + \frac{0,01}{0,2} + \frac{1}{12}$$

Из уравнения выводится толщина утеплителя:

$$x = \left( 2,948 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,01}{0,2} - \frac{0,2}{1,92} - \frac{0,05}{0,24} - \frac{0,03}{0,76} - \frac{1}{12} \right) \cdot 0,04 = 0,091 \text{ м.}$$

Округляем толщину утеплителя до ближайшего номенклатурного в большую сторону – 0,1 м.

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{0,04} + \frac{0,2}{1,92} + \frac{0,05}{0,24} + \frac{0,03}{0,76} + \frac{0,01}{0,2} + \frac{1}{12} = 3,184 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Полученное значение удовлетворяет неравенству  $R_0^{\text{норм}} \leq R_0^{\text{пр}}$ , так как  $2,948 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт} \leq 3,184 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$ .

По формуле (2.6) найдем  $k$ :

$$k = \frac{1}{3,184} = 0,314 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

#### Теплотехнический расчет окон

По СП [1, таб. К.1] конструкция окна из профиля ПВХ с двухкамерным стеклопакетом из стекла без покрытий с заполнением воздухом. Расстояние между стеклами 10 мм и 10 мм

Приведенное сопротивление теплопередаче таких окон составляет

$$R_{\text{до}}^{\text{пр}} = 0,46 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

По формуле (2.6) найдем  $k$ :

$$k = \frac{1}{0,46} = 2,174 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

#### Теплотехнический расчет наружных дверей

Приведенное сопротивление теплопередаче наружных дверей определяется по формуле:

$$R_0 = 0,6 \cdot R_{\text{req}}^{\text{HC}}, \quad (2.8)$$

где  $R_0$  – то же, что в (2.6);

$R_{req}^{HC}$  - сопротивление теплопередаче наружных стен,  $(\text{м}^2\text{°C})/\text{Вт}$ , отвечающее санитарно-гигиеническим и комфортным условиям, определяют по формуле:

$$R_{req}^{HC} = \frac{n \cdot (t_B - t_H)}{\alpha_B \cdot \Delta t_n}, \quad (2.9)$$

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

$t_B$  – то же, что в (2.2);

$t_H$  – то же, что в (2.2);

$\alpha_B$  – то же, что в (2.3);

$\Delta t_n$  – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха  $t_B$  и температурой внутренней поверхности  $\tau_B$  ограждающей конструкции,  $^{\circ}\text{C}$ , определяется по СП [4, таб.5],  $4,5^{\circ}\text{C}$ ;

Подставив все данные в формулу (2.9) получим:

$$R_{req}^{HC} = \frac{1 \cdot (18 - (-30))}{8,7 \cdot 4,5} = 1,226 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}.$$

Вычисляем приведенное сопротивление теплопередаче наружных дверей, подставив в (2.8) соответствующие значения исходных величин:

$$R_0 = 0,6 \cdot 1,226 = 0,736 (\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})/\text{Вт}.$$

По формуле (2.6) найдем  $k$ :

$$k = \frac{1}{0,736} = 1,359 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}).$$

Результаты теплотехнического расчета сведены в таблицу 6.

Таблица 6– Результаты теплотехнического расчета

Наименование ограждающей конструкции	Толщина ограждающей конструкции, $\delta$ , м	Приведенное сопротивление теплопередаче, $R_0$ , (м <sup>2</sup> · °С)/Вт	Коэффициент теплопередачи, $k$ , Вт/(м <sup>2</sup> · °С)
Наружная стена	0,512	4,325	0,231
Бесчердачное покрытие	0,412-0,552	4,258	0,235
Перекрытие над подвалом	0,39	3,184	0,314
Окно	из профиля ПВХ с двухкамерным стеклопакетом	0,46	2,174
Наружная дверь	Двойные двери с тамбуром между ними	0,736	1,359

## 2.2 Определение теплотерь в здание

Уравнение теплового баланса:

$$Q_0 = Q + Q_{\text{инф}} - Q_{\text{быт}} \quad (2.10)$$

где  $Q$  – потери тепла, Вт, через наружные ограждающие конструкции, Вт;  
 $Q_{\text{инф}}$  – потери тепла за счет инфильтрации, Вт, определяются по формуле (2.11);  
 $Q_{\text{быт}}$  – выделения тепла в помещении, Вт, в расчете 10 Вт/м<sup>2</sup>

Теплопотери через наружные ограждения, Вт, находятся в соответствии с нормативной литературой по формуле:

$$Q = k \cdot F \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot n \cdot \left(1 + \sum \beta\right), \quad (2.11)$$

где  $k$  – коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций, Вт/(м<sup>2</sup> · °С);  
 $F$  – расчётная площадь ограждающей конструкции, м<sup>2</sup>;  
 $t_{\text{в}}$  – то же, что в (2.2);  
 $t_{\text{н}}$  – то же, что в (2.2);



$n$  – то же, что в (2.9);

$\beta$  – добавочные потери теплоты в долях от основных потерь.

Потери тепла, затраченные на подогрев инфильтрационного воздуха, вычисляются по формуле:

$$Q_{\text{инф}} = 0,28 \cdot L \cdot c \cdot \rho_{\text{в}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot \bar{k} \quad (2.11)$$

где  $c$  – теплоемкость воздуха,  $c = 1,005$  кДж/(кг · °С);

$L$  – количество воздушного притока в расчете  $3 \text{ м}^3/\text{м}^2$ ;

$\rho_{\text{в}}$  – удельный вес внутреннего воздуха, Н/м<sup>3</sup>, определяется по формуле (2.12);

$t_{\text{в}}$  – то же, что в (2.2);

$t_{\text{н}}$  – то же, что в (2.2);

$\bar{k}$  – коэффициент влияния встречного теплового потока в наружных ограждающих конструкциях, (учитывается для окон). Для окон и балконных дверей с двойными раздельными переплетами  $\bar{k} = 0,8$ .

$$\rho_{\text{в}} = \frac{353}{t_{\text{в}} + 273} \quad (2.11)$$

где  $t_{\text{в}}$  – то же, что в (2.2);

Расчет теплотерь оформлен в таблицу 7.

Таблица 7 – Теплопотери через ограждающие конструкции и на нагрев инфильтрирующегося воздуха

д.№ помещения	Наименование помещения	Ограждающие конструкции					Q, Вт	Добавки			$Q \cdot (1 + \Sigma\beta)$	$Q_{инф}$	$Q_{быт}$	$Q_0$
		Наименование конструкции	Ориентация конструкции	F, м <sup>2</sup>	k, Вт/(м <sup>2</sup> · °С);	$\Delta t, ^\circ\text{C}$		на ориентацию	прочее	$\Sigma\beta$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Цокольный этаж (-2,700)														
01	Бильярдная	НС	С	13,82	0,278	50	192	0,1	0,05	0,15	221	1246	571	2627
		НС 1 зона	С	11,3	0,476	50	269				269			
		ОК	С	2	1,887	50	189	0,1	0,05	0,15	217			
		НС	В	6,42	0,278	50	89	0,1	0,05	0,15	103			
		НС 1 зона	В	5,3	0,476	50	126				126			
		ОК	В	1	1,887	50	94	0,1	0,05	0,15	108			
		ПЛ 1 зона		23,7	0,476	50	564				564			
		ПЛ 2 зона		25,7	0,233	50	299				299			
		ПЛ 3 зона		7,7	0,116	50	45				45			
									Сумма	1952				
02	Кладовая	НС	В	7,42	0,278	48	99	0,1	0,05	0,15	114	419	0	607
		НС 1 зона	В	5,3	0,476	48	121		0,05	0,05	127			
		НС	Ю	1,54	0,278	48	21	0	0,05	0,05	22			
		НС 1 зона	Ю	1,1	0,476	48	25		0,05	0,05	26			
		ПЛ 1 зона		9,1	0,476	48	208				208			
		ПЛ 2 зона		9,6	0,233	48	107				107			
		ПЛ 3 зона		0,5	0,116	48	3				3			
											Сумма			

Продолжение табл. 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
03	Лестница	НС	В	2,36	0,278	50	33	0,1	0,05	0,15	38	507	214	1196
		ОК	В	1	1,887	50	94	0,1	0,05	0,15	108			
		НС 1 зона	В	2,4	0,476	50	57				57			
		НС	Ю-В	2,36	0,278	50	33	0,05	0,05	0,1	36			
		ОК	Ю-В	1	1,887	50	94	0,05	0,05	0,1	104			
		НС 1 зона	Ю-В	2,4	0,476	50	57				57			
		НС	Ю	2,36	0,278	50	33	0	0,05	0,05	34			
		ОК	Ю	1	1,887	50	94	0	0,05	0,05	99			
		НС 1 зона		2,4	0,476	50	57				57			
		ПЛ 1 зона		5,2	0,476	50	124				124			
		ПЛ 2 зона		16,2	0,233	50	188				188			
									Сумма	903				
04	Теплогенера- торная	НС	Ю	7,42	0,278	50	103	0	0,05	0,05	108	1351	150	1800
		ОК	Ю	0,3	1,887	50	28	0	0,05	0,05	30			
		НС 1 зона	Ю	5,3	0,476	50	126				126			
		НС	В	1,54	0,278	50	21	0,05	0,05	0,1	24			
		НС 1 зона	В	1,1	0,476	50	26				26			
		ПЛ 1 зона		9,1	0,476	50	217				217			
		ПЛ 2 зона		5,9	0,233	50	69				69			
									Сумма	599				
05	Гараж	ВР	Ю	14,4	0,463	42	280	0	1,35	1,35	658	2926	620	4451
		НС	3	14,44	0,278	42	168	0,1	0,05	0,15	194			
		ОК	3	0,4	1,887	42	32	0,1	0,05	0,15	36			
		НС 1 зона	3	10,6	0,476	42	212				212			
		НС	С	8,4	0,278	42	98	0,1	0,05	0,15	113			
		НС 1 зона	С	6	0,476	42	120				120			
		ПЛ 1 зона		24,7	0,476	42	494				494			

Продолжение табл. 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		ПЛ 2 зона		27,8	0,233	42	272				272			
		ПЛ 3 зона		9,5	0,116	42	46				46			
										Сумма	2145			
06	Постирочная	ПЛ 1 зона		1	0,476	50	24				24	0	266	0
		ПЛ 2 зона		16,1	0,233	50	187				187			
		ПЛ 3 зона		9,5	0,116	50	55				55			
										Сумма	266			
07	Холл	ПЛ 2 зона		3	0,233	50	35				35	0	163	-51
		ПЛ 3 зона		13,3	0,116	50	77				77			
										Сумма	112			
1 этаж (0,000)														
101	Гостиная	НС	С	33,9	0,278	50	471	0,1	0,05	0,15	541	2443	479	3730
		ОК	С	6	1,887	50	566	0,1	0,05	0,15	651			
		НС	В	15,9	0,278	50	221	0,1	0,05	0,15	254			
		НС	З	15,9	0,278	50	221	0,1	0,05	0,15	254			
		НД	З	2,457	0,463	50	57	0,1	0,05	0,15	65			
											Сумма			
102	Тамбур	НС	В	15,9	0,278	50	221	0,1	0,05	0,15	254	653	128	876
		ОК	В	0,5	1,887	50	47	0,1	0,05	0,15	54			
		ДН	В	1,62	0,463	50	38	0,1	0,05	0,15	43			
											Сумма			
103	Лестница	НС	В	7,2	0,278	50	100	0,1	0	0,1	110	1091	214	1490
		ОК	В	1	1,887	50	94	0,1	0	0,1	104			
		НС	Ю-В	7,2	0,278	50	100	0,05	0	0,05	105			
		ОК	Ю-В	1	1,887	50	94	0,05	0	0,05	99			
		НС	Ю	7,2	0,278	50	100	0	0	0	100			
		ОК	Ю	1	1,887	50	94	0	0	0	94			
											Сумма			

Продолжение табл. 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
104	Тамбур	НС	Ю	15,9	0,278	50	221	0	0,05	0,05	232	265	52	537
		ДН	Ю	1,62	0,463	50	38	0	0,05	0,05	39			
		НС	В	3,3	0,278	50	46	0,1	0,05	0,15	53			
										Сумма	324			
105	Кухня	НС	Ю	15,9	0,278	50	221	0	0,05	0,05	232	1132	222	1649
		ОК	Ю	2,7	1,887	50	255	0	0,05	0,05	267			
		НС	З	15	0,278	50	208	0,1	0,05	0,15	240			
										Сумма	739			
106	Столовая	НС	З	16,8	0,278	50	233	0,1	0,05	0,15	268	1285	252	1945
		ОК	З	3	1,887	50	283	0,1	0,05	0,15	325			
		НС	Ю	2,1	0,278	50	29	0	0,05	0,05	31			
		НС	С	18	0,278	50	250	0,1	0,05	0,15	288			
										Сумма	912			
2 этаж (3,000)														
201	Детская 1	НС	С	15,9	0,278	50	221	0,1	0,05	0,15	254	1132	222	1915
		ОК	С	2,7	1,887	50	255	0,1	0,05	0,15	293			
		НС	З	15	0,278	50	208	0,1	0,05	0,15	240			
		ПТ		22,2	0,197	50	219				219			
										Сумма	1005			
202	Детская 2	НС	С	18	0,278	50	250	0,1	0,05	0,15	288	1285	252	1868
		ОК	С	2,7	1,887	50	255	0,1	0,05	0,15	293			
		НС	В	15,9	0,278	50	221	0,1	0,05	0,15	254			
		ПТ		25,2	0,197	50					0			
										Сумма	834			
203	Сан. узел	НС	В	15,9	0,278	54	239	0,1	0,05	0,15	274	914	166	1251
		НС	Ю	3,3	0,278	54	50	0	0,05	0,05	52			
		ПТ		16,6	0,197	54	176				176			
										Сумма	503			

Продолжение табл. 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
204	Лестница	НС	В	7,2	0,278	50	100	0,1		0,1	110	1091	214	1700
		ОК	В	1	1,887	50	94	0,1		0,1	104			
		НС	Ю-В	7,2	0,278	50	100	0,05		0,05	105			
		ОК	Ю-В	1	1,887	50	94	0,05		0,05	99			
		НС	Ю	7,2	0,278	50	100	0		0	100			
		ОК	Ю	1	1,887	50	94	0		0	94			
		ПТ		21,4	0,197	50	211				211			
										Сумма	823			
205	Холл	НС	В	3,3	0,278	50	46	0,1	0,05	0,15	53	0	0	821
		НС	Ю	15,9	0,278	50	221	0	0,05	0,05	232			
		ПТ		54,5	0,197	50	536				536			
										Сумма	821			
206	Гардеробная	НС	Ю	15,9	0,278	50	221	0	0,05	0,05	232	1132	222	1893
		НС	З	15	0,278	50	208	0,1	0,05	0,15	240			
		ОК	З	2,7	1,887	50	255	0,1	0,05	0,15	293			
		ПТ		22,2	0,197	50	219				219			
										Сумма	983			
207	Спальня	НС	З	16,8	0,278	50	233	0,1	0,05	0,15	268	1285	252	1863
		НС	Ю	1,8	0,278	50	25	0	0,05	0,05	26			
		НС	С	18	0,278	50	250	0,1	0,05	0,15	288			
		ПТ		25,2	0,197	50	248				248			
										Сумма	830			

## 3 ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

### 3.1 Система отопления

В данном жилом доме запроектирована тупиковая горизонтальная двухтрубная система отопления.

Подающая и обратная магистрали системы отопления прокладываются по периметру здания на каждом этаже в штрабе, расположенной в полу.

Приборы установлены открыто под окнами, либо у наружной стены. Температура теплоносителя 95-70°C. На каждый прибор установлены балансировочный клапаны для увязки с системой. Материал труб полимер.

Для удаления воздуха из системы на всех приборах установлены автоматические воздухоотводчики.

#### 3.1.1 Гидравлический расчет горизонтальной двухтрубной системы

Целью гидравлического расчета является определение требуемых диаметров трубопроводов, а также потерь давления воды в них.

Гидравлический расчет двухтрубной системы отопления ведется методом по удельным потерям по длине.

Главное циркуляционное кольцо проходит через самый удаленный прибор мансардного этажа.

Тепловая нагрузка участка, Вт, состоит из тепловых нагрузок приборов, обслуживаемых протекающей по участку водой и определяется по формуле (3.1).

$$Q_{\text{уч}} = \sum Q_{\text{пр}} \quad (3.1)$$

где  $Q_{\text{пр}}$  – тепловая нагрузка прибора, относящимися к данному участку, Вт.

Расход воды на участке, кг/ч, определяется по формуле (3.2).

$$G_{\text{уч}} = \frac{0,86 \cdot Q_{\text{уч}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot (t_{\text{г}} - t_{\text{о}})} \quad (3.2)$$

где  $\beta_1$  – коэффициент учета дополнительного расхода теплового потока устанавливаемых отопительных приборов за счет округления сверх расчетной величины, равный 1,04;

$\beta_2$  – коэффициент учета дополнительных потерь теплоты отапливаемыми приборами у наружных ограждений, равный 1,02;

$c$  – удельная массовая теплоемкость воды, равная 1 кДж/кг·°С;

$(t_r - t_o)$  – расчетная разность температур воды в системе отопления, °С.

Располагаемое давление в системе отопления, Па, определяется по формуле (3.3).

$$\Delta P_p = \Delta P_n + 0,4 \cdot \Delta P_e \quad (3.3)$$

где  $\Delta P_n$  – циркуляционное давление насоса, Па, определяемое по формуле (3.4).

$\Delta P_e$  – естественное циркуляционное давление, которое возникает в расчетном кольце от охлаждения воды в нагревательных приборах и в трубах, Па, которое находится по формуле (3.5).

$$\Delta P_n = 100 \cdot \sum l_{ГЦК} \quad (3.4)$$

где  $\sum l_{ГЦК}$  – общая длина последовательно соединенных участков, составляющих главное циркуляционное кольцо, м;

$\Delta P_e$  – то же, что в формуле (3.3).

$$\Delta P_e = \beta_t \cdot g \cdot h \cdot (t_r - t_o) \quad (3.5)$$

где  $\beta_t$  – среднее приращение плотности (объемной массы) при понижении температуры воды на 1°С. При разности  $t_r - t_o = 95 - 70 = 25$ °С,  $\beta_t = 0,64$ ;

$g$  – ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с<sup>2</sup>;

$h$  – вертикальное расстояние между условным центром охлаждения и условным центром нагрева, м;



$(t_r - t_o)$  – то же что в (3.2).

Среднее ориентировочное значение удельной потери давления по длине, Па/м, определяется по формуле:

$$R_{\text{ср}} = \frac{\Delta P_p \cdot 0,65}{\sum l_{\text{ГЦК}}} \quad (3.6)$$

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

$\Delta P_p$  – то же что в (3.3);

$\sum l_{\text{ГЦК}}$  – то же что в (3.4).

Общие потери давления в расчетном кольце, Па, определяются по формуле (3.7):

$$\Delta P_{\text{уч}} = R \cdot l + Z \quad (3.7)$$

где  $R$  – удельные потери давления по длине, Па/м;

$l$  – длина участка, м;

$Z$  – потери давления в местных сопротивлениях, Па, определяемое по формуле (3.8).

$$Z = \sum \xi \cdot P_{\text{дин}} \quad (3.8)$$

где  $\sum \xi$  – сумма коэффициентов местного сопротивления на участке;

$P_{\text{дин}}$  – динамическое давление, Па, рассчитываемое по формуле (3.9).

$$P_{\text{дин}} = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \quad (3.9)$$

где  $\rho$  – плотность воды, принимаемая 1000 кг/м<sup>3</sup>;

$v$  – скорость воды, м/с.

Результаты расчетов сводятся в таблицу 8.

Таблица 8 – Гидравлический расчет системы отопления

№ участка	G, кг/ч	l, м	R <sub>ср</sub> , Па/м	d, мм	R <sub>ф</sub> , Па/м	v, м/с	Rl, Па	v <sup>2</sup> ·ρ/2	Σξ	Z, Па	Rl+Z, Па	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ГЦК, P <sub>p</sub> = 10853 Па												
1	1164	2	58,6	32	45	0,311	90	48,36	3	145,08	235,08	Котел, отвод на 90°
2	1056	0,5		25	150	0,483	75	116,64	1	116,65	191,65	Тройник на проход
3	778	3		25	85	0,36	255	64,80	1,5	97,2	352,2	Тройник на ответвление
4	409	3		20	90	0,312	270	48,67	2	97,34	367,34	Крестовина на проход
5	318	12		20	55	0,241	660	29,04	4,2	121,97	781,97	Тройник на поворот, 2 отвода на 45°, отвод на 90°
6	273	7,6		15	190	0,346	1444	59,86	2,5	149,65	1593,65	Отвод, тройник на проход
7	205	5,5		15	110	0,282	605	39,76	1	39,76	644,76	Тройник на проход
8	136	15,1		15	50	0,186	755	17,30	5,5	95,14	850,14	Тройник на проход, 3 отвода на 90°
9	68	11		15	14	0,093	154	4,32	14	60,5	215,00	Радиатор, КРД, 4 отвода на 90°, 2 тройника на проход
8'	136	15,1		15	50	0,186	755	17,30	5,5	95,14	850,14	Тройник на проход, 3 отвода на 90°
7'	205	5,5		15	110	0,241	605	29,04	1	29,04	634,04	Тройник на проход
6'	273	7,6		15	190	0,346	1444	59,86	2,5	149,65	1593,65	Отвод на 90°, тройник на проход
5'	318	12		20	55	0,241	660	29,04	4,2	121,97	781,97	Тройник на поворот, 2 отвода на 45°, отвод на 90°
4'	409	3		20	90	0,214	270	22,90	2	45,79	315,79	Крестовина на проход
3'	778	3		25	85	0,36	255	64,80	1,5	97,2	352,20	Тройник на ответвление
2'	1056	0,5		25	150	0,483	75	116,64	1	116,65	191,65	Тройник на проход
1'	1164	2	32	45	0,311	90	48,36	3	145,08	235,08	Котел, отвод на 90°	
Σ l = 108,4 м									Σ Rl + Z = 10186 Па			

Продолжение табл. 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3 этаж, P <sub>p</sub> = 7944,85 Па												
10	91	5		15	24	0,125	120	7,8125	12	93,75	213,75	Радиатор, КРД, 4 отвода на 90°
Невязка = $\frac{7944,85 - 213,75}{7944,85} \cdot 100\% = 97\%$ , ΔP = 7944,85 – 213,75 = 7731,1 Па, Broen Ballorex Ду15 положение 3												
2 этаж (1 прибор), P <sub>p</sub> = 8628 Па												
11	46	5		15	5	0,063	25	1,9845	12	23,814	48,81	Радиатор, КРД, 4 отвода на 90°
Невязка = $\frac{8628 - 48,81}{8628} \cdot 100\% = 99\%$ , ΔP = 8628 – 48,81 = 8579,18 Па, Broen Ballorex Ду15 положение 2												
2 этаж, P <sub>p</sub> = 8628 Па												
12	323	12		20	60	0,252	720	31,75	2,7	85,73	805,73	2 отвода на 45°, отвод на 90°
13	265	7,6		15	170	0,269	1292	36,18	2,5	90,45	1382,45	Отвод на 90°, тройник на проход
14	197	5,5		15	100	0,269	550	36,18	1	36,18	586,18	Тройник на проход
15	130	15,1		15	45	0,176	679,5	15,49	5,5	85,18	764,68	Тройник на проход, 3 отвода на 90°
16	60	11		15	10	0,081	110	3,28	14	45,93	155,93	Радиатор, КРД, 4 отвода на 90°, 2 тройника на проход
15'	130	15,1		15	45	0,176	679,5	15,49	5,5	85,18	764,68	Тройник на проход, 3 отвода на 90°
14'	197	5,5		15	100	0,269	550	36,18	1	36,18	586,18	тройник на проход
13'	265	7,6		15	170	0,355	1292	63,013	2,5	157,53	1449,53	Отвод на 90°, тройник на проход
12'	323	12		20	60	0,252	720	31,75	2,7	85,73	805,73	2 отвода на 45°, отвод на 90°
∑ l = 91,4м										∑ Rl + Z = 7301,1 Па		
Невязка = $\frac{8628 - 7301,1}{8628} \cdot 100\% = 15\%$ , ΔP = 8628 – 7301,1 = 1326,89 Па, Broen Ballorex Ду20 положение 2												
1 этаж, P <sub>p</sub> = 9332 Па												
17	278	12		20	45	0,216	540	23,328	2,7	62,9856	602,9856	2 отвода на 45°, отвод на 90°
18	225	7,6		20	29	0,17	220,4	14,45	2,5	36,125	256,525	Отвод на 90°, тройник на проход

Продолжение табл. 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
19	208	5,5		15	110	0,223	605	24,86	5,5	136,75	741,75	Тройник на проход, 3 отвода на 90°
20	160	31		15	70	0,223	2170	24,9	14	348,10	2518,10	Радиатор, КРД, 4 отвода на 90°, 2 тройника на проход
19'	208	5,5		15	110	0,282	605	39,76	5,5	218,69	823,69	Тройник на проход, 3 отвода на 90°
18'	225	7,6		20	29	0,17	220,4	14,45	2,5	36,13	256,53	Отвод на 90°, тройник на проход
17'	278	12		20	45	0,216	540	23,33	2,7	62,99	602,99	2 отвода на 45°, отвод на 90°
$\sum l = 81,2\text{м}$									$\sum Rl + Z = 5802,57 \text{ Па}$			
Невязка = $\frac{9332 - 5802,57}{9332} \cdot 100\% = 38\%$ , $\Delta P = 9332 - 5802,57 = 3529,82 \text{ Па}$ , Broen Ballorex Ду20 положение 2												
1 этаж (1 прибор), $P_p = 9555,79 \text{ Па}$												
21	108	1		15	32	0,146	32	10,66	12	127,89	159,89	Радиатор, КРД, 4 отвода на 90°
Невязка = $\frac{9555,79 - 159,89}{9555,79} \cdot 100\% = 98\%$ , $\Delta P = 9555,79 - 159,89 = 9555,79 \text{ Па}$ , Broen Ballorex Ду15 положение 2												

### 3.1.2 Подбор отопительных приборов

Необходимая теплопередача отопительного прибора в помещении, Вт:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{пом}} - \beta_{\text{тр}} \cdot Q_{\text{тр}} \quad (3.10)$$

где,  $\beta_{\text{тр}}$  – коэффициент, зависящий от месторасположения и изоляции труб, равный 0,9.

$Q_{\text{тр}}$  – теплоотдача открыто расположенных в пределах помещения труб стояка и подводок, к которым непосредственно присоединен прибор, Вт, поскольку трубы проложены скрыто и выполнены они из полимера у которого низкий коэффициент теплопередачи, то этим можно пренебречь.

Расчетная площадь нагревательной поверхности приборов определяется по формуле:

$$F_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{q_{\text{пр}}} \quad (3.11)$$

где  $Q_{\text{пр}}$  – то же что и в (3.10);

$q_{\text{пр}}$  – расчетная плотность теплового потока с одного метра прибора, Вт/м<sup>2</sup>, определяемая по формуле (3.12).

$$q_{\text{пр}} = q_{\text{ном}} \cdot \left(\frac{\Delta t_{\text{ср}}}{70}\right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{\text{пр}}}{360}\right)^p \quad (3.12)$$

где  $q_{\text{ном}}$  – номинальная плотность теплового потока, Вт/м<sup>2</sup>, при стандартных условиях работы для радиатора Rifar Monolit 500 равна 588 Вт/м<sup>3</sup>;

$n$ ,  $p$ , – коэффициенты, показывающие влияние гидравлических и конструктивных особенностей на коэффициент теплоотдачи прибора, которые равны  $n = 0,3$   $p = 0,02$  – для секционного радиатора с подачей воды сверху вниз;

$\Delta t_{\text{cp}}$  – средний температурный перепад между средней температурой теплоносителя в приборе и температурой окружающего воздуха, °С, который определяется по формуле (3.13).

$G_{\text{пр}}$  - расход воды в приборе, кг/час, определяемый по формуле (3.2).

$$\Delta t_{\text{cp}} = \frac{t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}}}{2} - t_{\text{пом}} \quad (3.13)$$

где  $t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}}$  – разница температур на входе и на выходе из отопительного прибора, °С;

$t_{\text{пом}}$  – температура окружающего воздуха, °С.

Далее находится число секций радиатора по формуле:

$$N = \frac{F_{\text{пр}} \cdot \beta_4}{f_{\text{сек}} \cdot \beta_3} \quad (3.14)$$

где  $F_{\text{пр}}$  – то же что в (3.12);

$\beta_4$  – коэффициент, учитывающий способ установки прибора, равный 1,02, так как установка свободная, под подоконником;

$\beta_3$  – коэффициент, учитывающий взаимное облучение секций в приборе, равный 1;

$f_{\text{сек}}$  – площадь одной секции, м<sup>2</sup>, принимаемая по паспорту прибора  $f_{\text{сек}} = 0,46 \text{ м}^2$ .

Результаты расчета сводятся в таблицу 9.

Таблица 9 - Подбор приборов системы отопления

№ помещения	Q <sub>пом</sub>	G <sub>пр</sub>	t <sub>вх</sub>	t <sub>вых</sub>	Δt <sub>cp</sub>	q <sub>пр</sub>	Q <sub>пр</sub>	F	β <sub>3</sub>	β <sub>4</sub>	N
1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13
01	2627	47	95	70	62,5	510,3	2627	5	0,982	1,02	6
01/2		47	95	70	62,5	510,3				1,02	6
02	607	23	95	70	62,5	510,3	607	1	1,020	1,02	3
04	2996	108	95	70	62,5	510,3	2996	6	0,980	1,02	5
05	4451	160	95	70	62,5	510,3	4451	9	0,977	1,02	20
101/1	3730	68	95	70	62,5	510,3	3730	7	0,978	1,02	9
101/2		68	95	70	62,5	510,3				1,02	8

1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13
102	1621	58	95	70	62,5	510,3	1621	3	0,989	1,02	7
104	1282	46	95	70	62,5	510,3	1282	3	0,994	1,02	6
105	1649	60	95	70	62,5	510,3	1649	3	0,989	1,02	7
106	1949	70	95	70	62,5	510,3	1949	4	0,986	1,02	9
201	1915	69	95	70	62,5	510,3	1915	4	0,986	1,02	8
202	1868	68	95	70	62,5	510,3	1868	4	0,986	1,02	8
203	1251	45	95	70	58,5	469,8	1251	3	0,993	1,02	6
205	2521	91	95	70	62,5	510,3	2521	5	0,982	1,02	11
206	1893	68	95	70	62,5	510,3	1893	4	0,986	1,02	8
207	1863	68	95	70	62,5	510,3	1863	4	0,986	1,02	8

### 3.2 Расчет теплых полов

Система «теплый пол» установлена на всем первом этаже и в санитарных узлах 2-го этажа. Параметры теплоносителя 50-30°C. Контуры укладываются на теплоотражающую поверхность, а сверху заливается стяжкой.

Расчет теплых полов ведется согласно [7]

Расчетная плотность теплового потока  $q_A$ , Вт/м<sup>2</sup> находится по формуле (3.15).

$$q_A = \frac{Q_{от}}{A_F} \quad (3.15)$$

где  $Q_{от}$  – расчетные теплотери помещения, Вт;

$A_F$  – отапливаемая площадь пола, м<sup>2</sup>.

Тепловое сопротивление покрытия пола,  $R_\lambda$ , принимается в зависимости от помещения. Для ванной комнаты и санитарного узла это значение принимается 0,05 м<sup>2</sup> К/Вт, для жилых помещений (гостиная, спальня) равно 0,1 м<sup>2</sup> К/Вт.

Расчетная температура в подающем трубопроводе и расстояние между прокладываемыми трубами определяется по таблице [7, табл. 6.3].

Разность температур между помещением и теплоносителем определяется по формуле (3.16).

$$\Delta t = 2 \cdot (t_1 - t_{\text{пом}} - \Delta t_{\text{max}}) \quad (3.16)$$

где  $t_1$  – температура в подающем трубопроводе;

$t_{\text{пом}}$  – температура воздуха в помещении;

$\Delta t_{\text{max}}$  – максимальное увеличение температуры теплоносителя.

Расчет плотности теплового потока, направленного вниз  $q_{\text{низ}}$ , Вт/м<sup>2</sup> ведется по формуле (3.17)

$$q_{\text{низ}} = q \left( \frac{R_{\text{в}}/R_{\text{н}} + t_{\text{пом}}}{q \cdot R_{\text{н}}} \right) \quad (3.17)$$

где  $q$  – плотность теплового потока;

$R_{\text{в}}$  – термическое сопротивление верха конструкции;

$R_{\text{н}}$  – термическое сопротивление низа конструкции.

Общая тепловая мощность контура  $Q_F$ , Вт определяется по формуле (3.18).

$$Q_F = A_F \cdot (q + q_{\text{низ}}) \quad (3.18)$$

Определение расчетного потока теплоносителя  $G$ , кг/ч для отдельных контуров ведется по формуле (3.19).

$$G = \frac{0,86 \cdot Q_F}{\Delta t} \quad (3.19)$$

Длина прокладываемых труб отопительного контура  $L_k$ , м, определяется, на основании таблицы 9.



Таблица 9 – Зависимость длины отопительного контура от интервала прокладки

Интервал между трубами в см	Расход труб в погонных метрах, м/м <sup>2</sup>
5,5	16,7
11	8,4
16,5	5,6
22	4,2
27,5	3,3
33	2,8

Общая длина труб  $L_{\text{общ}}$ , м, определяется по формуле (3.20).

$$L_{\text{общ}} = L_{\text{к}} + L_{\text{подв}} \quad (3.20)$$

где  $L_{\text{подв}}$  – длина труб подсоединения контура к распределительной гребенке, м.

Потери давления в контуре и в вентиле определяется по диаграммам, приведенным в [7].

Таблица 10 – Расчет теплого пола

п/п	Ед. изм.									
1	2	3	4	5	6	7	8		9	
1	№ помещения		101	105	106	102	103		203	
2	Назначение помещения		Гостиная	Кухня	Столовая	С/у + холл	коридор		Су	
3	№ контура		Контур 1   Контур 1'	контур 2	контур 3	Контур 4	контур 5	контур 5'	контур 6	
4	Температура в помещении	°С	20		20	20	20	20		24
5	Отапливаемая площадь	м <sup>2</sup>	24,5	24,5	24,7	26,2	18,3	30,8	24,8	15,2
6	Теплопотери	Вт	735	735	741	655	640,5	770	744	608
7	Плотность теплового потока	Вт/м <sup>2</sup>	30	30	30	25	35	25	30	40
8	Тепловое сопротивление	м <sup>2</sup> ·К/Вт	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1	0,1	0,05
9	Температура в подающем трубопроводе	°С	35							
10	Температура на поверхности пола	°С	29							
11	Интервал между труб	см	22	22	22	22	22	22	22	12

Продолжение табл. 10

1	2	3	4		5	6	7	8		9
12	Превышение температуры теплоносителя	°С	12	12	12	13	10	12	12	8
13	Разница температур	°С	6	6	6	4	10	6	6	6
14	Термическое сопротивление верха пола	м <sup>2</sup> ·К/Вт	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231
15	Термическое сопротивление низа пола	м <sup>2</sup> ·К/Вт	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86
16	Разница температур расчетного помещения и помещение, находящееся ниже	°С	0	0	0	0	0	0	0	4
17	Плотность теплового потока, направленная вниз	Вт/м <sup>2</sup>	7	7	7	7	7	7	7	7
18	Общая тепловая мощность контура	Вт	907	907	914	839	769	986	918	715
19	Расход теплоносителя	кг/ч	130	130	131	180	66	141	132	102
20	Длина трубопровода	м	102,9	102,9	103,7	110,0	102,5	101,6	104,2	85,1
21	Длина подсоединения	м	9,5	14,5	1	5,5	10,5	5,5	1,5	11
22	Общая длина труб	м	112,4	117,4	104,7	115,5	113,5	107,1	105,7	96,1
23	Потери давления в контуре	кПа	11,2	11,7	10,5	23,1	5,6	5,4	10,6	8,7
24	Скорость теплоносителя	м/с	0,25	0,25	0,25	0,4	0,15	0,17	0,2	0,3
25	Потери давления в вентиле	кПа	0,2	0,2	0,2	0,5	0,1	0,1	0,2	0,15
26	Общие потери давления	кПа	11,4	11,9	10,7	23,6	5,7	5,5	10,8	8,8

### 3.3 Горячее водоснабжение

В проектируемом доме находятся 4 водоразборных прибора и проживают 5 человек.

В жилом доме проходят подающие и циркуляционные магистрали, с температурой теплоносителя 60°C. К подающей магистрали производится подключение водоразборных приборов, а к циркуляционной – полотенцесушители.

Трубы выполнены из металлопластика. Прокладка труб – скрытая – с уклоном в сторону источника тепла, газового котла, для слива воды из системы. В самой верхней точке производится удаление воздуха. У основания стояка расположен кран для слива воды из системы.

#### 3.3.1 Определение расходов воды и тепла

Максимальный секундный расход воды, л/с, определяется по формуле (3.21)

$$q^h = 5 \cdot q_0^h \cdot \alpha, \quad (3.21)$$

где  $q_0^h$  – секундный расход самого водоразборного прибора, для ванны со смесителем - 0,18 л/с;

$\alpha$  – коэффициент, зависящий от числа приборов и вероятности их действия, определяется интерполяцией по [8, прил.4, табл.2].

Вероятность одновременного действия приборов в секунду, определяется по формуле (3.22).

$$P = \frac{q_{u,hr}^h \cdot U}{3600 \cdot N \cdot q_0^h}, P = \frac{8 \cdot 5}{3600 \cdot 4 \cdot 0,18} = 0,015 \quad (3.22)$$

где  $q_{u,hr}^h$  – часовой расход воды потребителем, л/ч, согласно [8, прил. А, табл. А.1] равно 8 л/ч;

$U$  – число жителей дома, шт.;

$N$  – количество приборов, шт.;

$q_0^h$  – то же что и в (3.21).

Максимальный секундный расход согласно формулам равен:

$$\alpha = f(4 \cdot 0,015) = f(0,06) = 0,289;$$

$$q^h = 5 \cdot 0,18 \cdot 0,289 = 0,26 \text{ л/с};$$

Максимальный часовой расход воды, л/ч, определяется по формуле (3.23).

$$q^h = 5 \cdot q_{o.hr}^h \cdot \alpha, \quad (3.23)$$

где  $q_{o.hr}^h$  – часовой расход прибора с наибольшим водоразбором, л/ч, для ванны со смесителем согласно [8, прил. А, табл. А.1] равно 200 л/с;

$\alpha$  – то же что и в (3.21).

Часовая вероятность одновременного действия приборов определяется по формуле:

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0^h}{q_{0,hr}^h}, P_{hr} = \frac{3600 \cdot 0,015 \cdot 0,18}{200} = 0,049 \quad (3.24)$$

где  $P$  – вероятность одновременного действия приборов в секунду, определяется по формуле (3.22);

$q_{0,hr}^h$  – то же что и в (3.21);

$q_{o.hr}^h$  – то же что в (3.23).

Максимальный часовой расход согласно формулам:

$$\alpha = f(0,049 \cdot 4) = f(0,195) = 0,44;$$

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot 0,44 \cdot 200 = 0,44 \text{ л/ч}.$$

Среднесуточный расход горячей воды, м<sup>3</sup>/сут определяется по формуле (3.25).

$$q_u = \frac{q_h^u \cdot U}{1000}, q_u = \frac{90 \cdot 5}{1000} = 0,49 \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (3.25)$$

где  $q_h^u$  – суточный расход горячей воды потребителем по [8, прил. А, табл. А.2], равно 90 л/сут;

$U$  – то же что и в (3.22).

Средний расход теплоты  $Q_T^h$ , кВт, на нужды горячего водоснабжения определим по формуле (3.26).

$$Q_T^h = 1,16 \cdot \frac{q_u}{24} \cdot (65 - t^c) + Q^{ht}, Q_T^h = 1,16 \cdot \frac{0,49}{24} \cdot (65 - 5) + 10\% = 1,56 \text{ кВт} \quad (3.26)$$

где  $q_u$  – среднесуточный расход горячей воды, м<sup>3</sup>/сут определяется по формуле (3.25);

$t^c$  – температура холодной воды, °С;

$Q^{ht}$  – потери теплоты в системе горячего водоснабжения, кВт, принимаем равным 10%;

Максимальный часовой расход теплоты, кВт, на нужды горячего водоснабжения определяется по формуле:

$$Q_{hr}^h = 1,16 \cdot q_{hr}^h \cdot (65 - t^c) + Q^{ht}, Q_{hr}^h = 1,16 \cdot 0,44 \cdot (65 - 5) + 10\% = 34 \text{ кВт} \quad (3.27)$$

где  $q_{hr}^h$  – максимальный часовой расход воды, л/ч, определяется по формуле (3.23);

$t^c$  – то же что в (3.26);

$Q^{ht}$  – то же что в (3.26).

### 3.3.2 Гидравлический расчет подающих трубопроводов

Целью гидравлического расчёта водопровода является определение требуемых диаметров участков трубопроводов по общему секунднему расходу на данном участке

Определение диаметров труб производится по таблицам гидравлического расчета в соответствии с расчетными секундными расходами воды на участках по допустимым скоростям движения воды в трубах.

Допустимые скорости воды в подающих трубопроводах не должны превышать 1,5 м/с, а в подводках к водоразборным приборам - 3 м/с.

Потери давления на участке, м, определяются:

$$\Delta p = R \cdot l \cdot (1 + K_M) \quad (3.28)$$

где  $R$  – удельные потери на трение при расчетном расходе воды на участке, м/м, принимаются согласно [9, прил. I, табл. 1.3];

$l$  – длина расчетного участка, м;

$K_M$  – коэффициент, учитывающий потери давления в местных сопротивлениях.

Гидравлический расчет сведен в таблицу 11.

Таблица 11 – Гидравлический расчет системы горячего водоснабжения

№ участка	Длина участка	Число приборов	NP	$\alpha$	qh	Dy	v	R	K <sub>M</sub>	$\Delta p$	$\Sigma \Delta p$
1	1,2	1	0,015	0,202	0,1818	15	0,89	0,104	0,2	0,125	
2	4,5	2	0,03	0,237	0,2133	15	1,04	0,505	0,2	0,606	0,7308
3	18	3	0,045	0,265	0,2385	15	1,18	2,502	0,2	3,002	3,7332
4	2,5	4	0,06	0,289	0,26	20	0,83	0,143	0,5	0,2145	3,9477

### 3.3.3 Определение потерь теплоты в трубопроводах

В подающих трубопроводах теряется определенное количество теплоты.

Потери теплоты на каждом расчетном участке, Вт определяются по формуле:

$$\Delta Q = \pi \cdot d_H \cdot l \cdot k \cdot \left( \frac{t_H + t_K}{2} - t_{\text{окр}} \right) \cdot (1 - \eta) \quad (3.29)$$

где  $d_n$  - наружный диаметр трубопровода, м;

$l$  – то же что в (3.9);

$k$  - коэффициент теплопередачи, Вт/м<sup>2</sup>°С, для металлопластиковых труб принимается 0,45;

$t_n$  - температура горячей воды на выходе из котла, °С;

$t_k$  - температура у наиболее удаленного водоразборного прибора, °С.

$t_{окр}$  - температура окружающей среды, принимается в зависимости от месторасположения участка трубопровода;

$\eta$  - КПД теплоизоляции, принимаемый равным 80%.

Расчет потерь теплоты подающими теплопроводами приведен в таблице 12.

Таблица 12 – Расчет потерь теплоты подающими трубопроводами

№ участка	Длина участка	$D_n$ , м	$K$	$t_{окр}$ ,	( $t_n - t_{окр}$ ),	потери тепла	сумма Q	Прим.
1	1,2	0,02	0,45	24	38,5	1,3		
2	1,5	0,02	0,45	24	38,5	1,6	102,9	На полотенцесушитель 100 Вт
2'	3	0,02	0,45	20	42,5	3,6	206,5	На полотенцесушитель 100 Вт
3	7,5	0,02	0,45	20	42,5	9,0	215,5	
3'	10,5	0,02	0,45	12	50,5	15,0	230,5	
4	2,5	0,026	0,45	20	42,5	3,9	234,4	

### 3.3.4 Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов

Гидравлический расчёт циркуляционных трубопроводов производится аналогично расчёту подающих трубопроводов. Диаметры циркуляционных трубопроводов запроектированы на 1–2 калибра меньше диаметров соответствующих участков подающих трубопроводов.

Циркуляционные стояки рассчитаны на разность давлений в местах соединения их с подающими стояками и циркуляционной магистралью, разность потерь давления в различных циркуляционных кольцах не более 10%.

Требуемый циркуляционный расход воды в системе горячего водоснабжения  $q^{cir}$ , кг/ч рассчитывается по формуле:

$$q^{cir} = \beta \cdot \frac{\Sigma Q^{ht} \cdot 3600}{c \cdot \Delta t} \quad (3.30)$$

где  $\Sigma Q^{ht}$  – суммарные теплотери, Вт;

$c$  – то же, что в (3.2);

$\Delta t$  – разность температур горячей воды в подающих трубопроводах и у самой удалённой водоразборной точки, °С.

Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов сведен в таблицу 13.

Таблица 13 – Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов

№ участка	Длина участка	$q^{cir}$ , кг/час	л/с	$D_y$	$v$	R	$K_m$	$\Delta p$	$\Sigma \Delta p$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1,2	40	0,01	15	0,05	0,012	0,5	0,018	
2	4,5	40	0,01	15	0,05	0,045	0,5	0,0675	0,086
3	18	40	0,01	15	0,05	0,18	0,5	0,27	0,356
4	2,5	40	0,01	15	0,05	0,025	0,5	0,0375	0,393

### 3.4 Расчет и подбор оборудования теплогенераторной

По общему количеству тепла, кВт, подбираем газовый котел. Общее количества тепла определяется по формуле (3.31).

$$Q_{общ} = Q_{т.п.} + Q_{г.в.}, Q_{общ} = 32,2 + 1,56 = 33,76 \text{ кВт}, \quad (3.31)$$

где  $Q_{т.п.}$  – суммарные теплотери дома, кВт, взятые из расчета теплотерьерь;

$Q_{г.в.}$  – среднее количество тепла необходимое на нужды горячего водоснабжения, кВт.

По данному значению подбираем газовый котел мощностью 35 кВт Protherm Gepard 35KTV.



Требуемый напор  $H_{\text{тр}}$  в системе горячего водоснабжения определяется по формуле (3.32).

$$H_{\text{тр}} = \Delta H_{\text{тр}} + \Delta H_{\text{цир}} + \Delta H_{\text{г}} + H_{\text{св}}, H_{\text{тр}} = 3,95 + 0,39 + 5,9 + 3 = 13,24 \text{ м (3.32)}$$

где  $\Delta H_{\text{тр}}$  – потери напора в подающем трубопроводе системы горячего водоснабжения, принимаемое согласно гидравлическому расчету;

$\Delta H_{\text{цир}}$  – потери напора в циркуляционном трубопроводе системы горячего водоснабжения, принимаемое согласно гидравлическому расчету;

$\Delta H_{\text{г}}$  – геометрическая высота подъема воды: расстояние по вертикали от оси насоса котла до верхнего водоразборного прибора;

$H_{\text{св}}$  – свободный напор на излив для ванны со смесителем равное 3 м.

Для подбора насоса расходы воды на ГВС, отопление и теплый пол принимается с 10%-ным запасом.

Требуемый напор  $H_{\text{тр}}$  в системе отопления определяется аналогично ГВС.

$$H_{\text{тр}} = 10,18 + 45 = 55,2 \text{ кПа.}$$

Требуемый напор для системы теплого пола  $H_{\text{тр}} = 55,2 \text{ кПа.}$

Сравнивая эти значения с графиком встроенного в котел насоса, делаем вывод, что для нужд ГВС этого насоса хватает, а для отопления и теплых полов требуется установить дополнительный насос. Так как отопление и теплый пол работают по зависимой схеме, то данные для подбора насоса:  $G = 1280 \text{ л/ч}$ ;  $\Delta H = 55,2 - 15 = 40,2 \text{ кПа}$ . Рабочая характеристика насоса Grundfos ALPHA2 25-60 130, приведенная на рисунке 1, Пересекает рабочую точку системы.

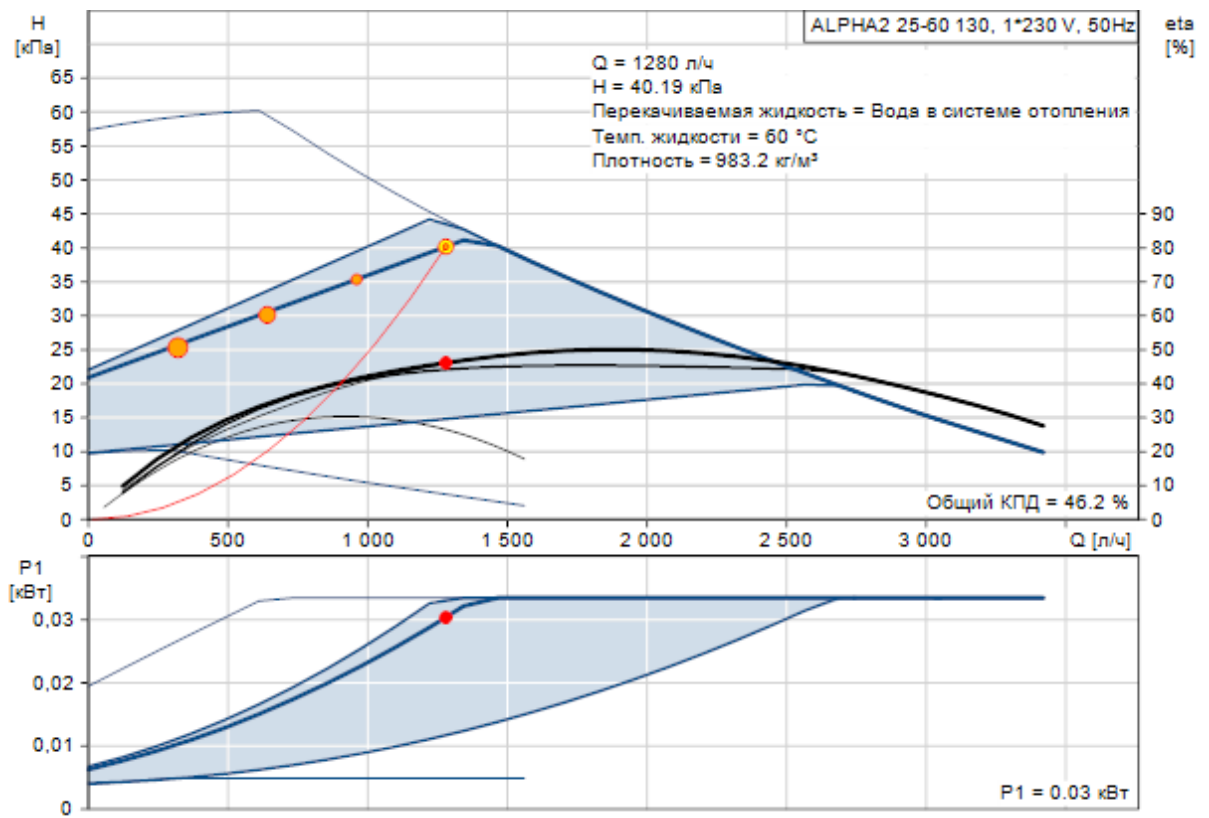


Рисунок 1 – Рабочая характеристика насоса Grundfos ALPHA2 25-60 130

## 4. ВЕНТИЛЯЦИЯ

В данном жилом доме запроектирована только вытяжная вентиляция из таких помещений как теплогенераторная, кухня и санузлы. Следовательно воздухообмен остальных помещений нужно прибавить к помещениям где есть вытяжной канал.

Приток воздуха осуществляется за счет разрежения и вследствие подсоса из других помещений и улицы.

### 4.1 Определение требуемых воздухообменов

Расход вентилируемого воздуха, м<sup>3</sup>/ч, определяется по СП [3].

Результаты расчета воздухообменов сводят в таблицу 14.

Таблица 14 – Воздушный баланс

№	Наименование помещения	L, м <sup>3</sup> /ч
1	2	3
Цокольный этаж		
1	Бильярдная	80
2	Кладовая	10
3	Теплогенераторная	60
5	Гараж	80
6	Постирочная	80
7	Гостиная	40
8	Кухня	320
9	Столовая	40
10	Туалет	40
11	Детская 1	40
12	Детская 2	40
13	Ванна	40
14	Гардеробная	10
15	Спальня	40

### 4.2 Аэродинамический расчет

Целью аэродинамического расчёта систем вентиляции является подбор диаметров воздуховодов и расчет потерь давления в сети.

Рассчитывают действительную скорость воздуха на участках, м/с, по формуле (4.2).

$$v = \frac{L}{3600 \cdot F} \quad (4.2)$$

где  $L$  – то же что в (4.1);

$F$  – площадь поперечного сечения воздуховода, м<sup>2</sup>.

Потери давления на местные сопротивления определяются, по формуле (4.3).

$$Z = \Sigma \xi \cdot P_d \quad (4.3)$$

где  $\Sigma \xi$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений на рассматриваемом участке;

$P_d$  – динамическое сопротивление на рассматриваемом участке, Па.

Определяются полные потери давления.

Аэродинамический расчет механической системы вентиляции сведен в таблицу 15

Таблица 15 – аэродинамический расчет механической вентиляции

№ уч.	L м <sup>3</sup> /ч	l м	d мм	f м <sup>2</sup>	V м/с	R Па/м	Rl Па	$\Sigma \xi$	P <sub>д</sub> Па	Z Па	Rl+Z Па	Примечание
B1												
1	170	1,5	150	0,018	2,67	0,58	0,87	2,75	4,29	11,79	12,66	Отвод 90°, решетка.

Подбираем бытовой вентилятор Ballu classic BN-120T, с таймером отсрочки выключения.

Аэродинамический расчет систем естественной вентиляции аналогичен расчету механической системы вентиляции. Их отличие состоит в малых скоростях движения воздуха и в заданном значении располагаемого давления.

Располагаемое давление определяется по формуле (4.4).

$$P_{расп} = h \cdot (\rho_{нар} - \rho_{вн}) \cdot g \quad (4.4)$$

где  $h$  – высота воздушного столба, м. Принимается в зависимости от наличия притока в помещения: при наличии только вытяжки – от середины вытяжного отверстия до устья вытяжной шахты, при наличии притока – от середины высоты помещения до устья вытяжной шахты;  
 $g$  – ускорение свободного падения, равное  $9,81 \text{ м/с}^2$ ;  
 $\rho_{\text{нар}}, \rho_{\text{вн}}$  – плотность наружного и внутреннего воздуха,  $\text{кг/м}^3$ .

Соответственно принятому сечению и заданному количеству воздуха по той же таблице определяем аэродинамические потери на преодоление сил трения и на местные сопротивления. Выявляем суммарные фактические аэродинамические потери, при этом должно соблюдаться условие (4.5).

$$5\% \leq \frac{P_{\text{расп}} - (R \cdot l + Z)_{\text{сист}}}{P_{\text{расп}}} \cdot 100\% \leq 10 \quad (4.5)$$

Аэродинамический расчет естественной системы вентиляции сведен в таблицу 16.

Таблица 16 – аэродинамический расчет естественной вентиляции

№ уч.	L м <sup>3</sup> /ч	l м	d мм	f м <sup>2</sup>	V м/с	R Па/м	Rl Па	$\Sigma \xi$	P <sub>л</sub> Па	Z Па	Rl+Z Па	Примечание
BE1, P <sub>расп</sub> =4,78Па												
1	310	7,5	250	0,049	1,76	0,187	1,4	1,65	1,85	3,05	4,45	Отвод 90°, решетка.
Запас=7%												
BE2, P <sub>расп</sub> =2,87Па												
1	320	4,5	300	0,071	1,26	0,132	0,59	2,15	0,95	2,04	2,64	Отвод 90°, решетка.
Запас=8%												
BE3, P <sub>расп</sub> =2,87Па												
1	120	4,5	200	0,0314	1,31	0,139	0,63	1,95	1,03	2,0	2,64	Отвод 90°, решетка.
Запас=8%												

## 5 ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ

### 5.1 Холодное водоснабжение

В данном доме запроектирована система холодного водоснабжения, рассчитанная на 5 человек и 6 водоразборных приборов. Трубы полимерные, прокладка скрытая.

Водоснабжение централизованное. Разводка магистралей нижняя.

#### 5.1.1 Определение расчетных расходов воды.

Расчетные расходы воды определяются аналогично горячему водоснабжению.

Максимальный секундный расход:

$$P^c = \frac{5 \cdot 5}{3600 \cdot 0,18 \cdot 6} = 0,017;$$

$$\alpha = f(6 \cdot 0,017) = f(0,1) = 0,343;$$

$$q^c = 5 \cdot 0,18 \cdot 0,343 = 0,31 \text{ л/с.}$$

Максимальный часовой расход:

$$P_{hr}^c = \frac{3600 \cdot 0,017 \cdot 0,18}{200} = 0,055;$$

$$\alpha_{hr} = f(6 \cdot 0,055) = f(0,33) = 0,558;$$

$$q_{hr}^c = 0,05 \cdot 0,558 \cdot 200 = 5,58 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Средний суточный расход:

$$Q_u^c = 100 \cdot \frac{5}{1000} = 0,5 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

#### 5.1.2 Гидравлический расчет водопровода

Гидравлический расчёт внутреннего водопровода имеет цель определить диаметры труб и потери напора в системе водоснабжения здания.

Результаты расчета представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Гидравлический расчет системы холодного водоснабжения

Расчетный участок	Длина участка L, м	Число водоразборных приборов, установленных на участке N	Вероятность одновременного действия водоразборных устройств P	N*P	Значение $\alpha$	Расчетный расход $q$ , л/с	Диаметр d, мм	Скорость V, м/с	Потери напора					Примечание
									на единицу длины i, м	на участке $h = i*L$ , м	$\Sigma \zeta$	местные потери	Общие потери	
1	1,3	1	0,017	0,017	0,207	0,1863	15	0,95	0,135	0,175	0,5	0,023	0,198	отвод 90°
2	0,9	2		0,034	0,245	0,2205	15	1,09	0,171	0,154	0	0	0,154	
3	3,5	3		0,051	0,275	0,2475	15	1,2	0,21	0,74	0,5	0,039	0,779	отвод 90°
4	17,9	5		0,085	0,325	0,2925	20	0,92	0,126	1,73	1	0,04	1,77	2 отвода на 90°
5	2,5	6		0,102	0,343	0,3087	20	0,99	0,11	0,27	1	0,05	0,32	2 отвода на 90°

### 5.1.2 Подбор оборудования

Подбор счётчиков воды следует производить с таким расчётом, чтобы потеря напора в них, определяемая по формуле (5.1), не превышала для крыльчатого – 5 м, для турбинного – 2,5 м. Счетчик подбирается по среднему часовому расходу воды, который не должен превышать эксплуатационный.

Потери напора в счётчике, м, следует определять по формуле:

$$h = S \cdot q^2 \quad (5.1)$$

где  $S$  – сопротивление счётчика;

$q$  – расчётный расход воды на участке установки счетчика, л/с.

Так как для нужд горячего водоснабжения вода берется из холодного водопровода и подогревается в теплогенераторной, то на участке установки счетчика будет проходить количество воды нужное на ГВС и ХВС.

Подбираем счетчик ВСГд-20 Ø20.

#### Определение требуемого напора

Требуемый напор в сети водопровода для хозяйственно-питьевых нужд определяется как сумма величин из равенства:

$$H_{тр} = H_{геом} + \Delta H_{сч} + \Delta H_{сети} + H_{св}, \text{ м}, \quad (5.2)$$

где  $H_{геом}$  – геометрическая высота, м, расположения диктующей точки. Эта высота вычисляется как разность в абсолютных отметках принятой расчётной точки и верха трубы городского водопровода;

$\Delta H_{сч}$  – потери напора в счётчике воды, м;

$\Delta H_{сети}$  – сумма потерь напора в сети;

$H_{св}$  – свободный напор у самой высокой точки водопотребления (диктующего прибора).



$$H_{\text{тр}} = 7,1 + 0,75 + 3,22 + 3 = 14,07 \text{ м} < 20 \text{ м}$$

Так как  $H_{\text{тр}} > H_{\text{зар}}$  менее, чем на 2,0 м, установка повысительного насоса не требуется.

## 5.2 Водоотведение

### 5.2.1 Определение расчетных расходов

Расчетные расходы определяются аналогично горячему и холодному водоснабжению.

Максимальный секундный расход:

$$P^c = \frac{13 \cdot 5}{3600 \cdot 0,25 \cdot 6} = 0,012;$$

$$\alpha = f(6 \cdot 0,012) = f(0,072) = 0,307;$$

$$q^c = 5 \cdot 0,25 \cdot 0,307 = 0,38 \text{ л/с.}$$

Максимальный часовой расход:

$$P_{hr}^c = \frac{3600 \cdot 0,012 \cdot 0,18}{300} = 0,026$$

$$\alpha_{hr} = f(6 \cdot 0,026) = f(0,16) = 0,553;$$

$$q_{hr}^c = 0,05 \cdot 0,553 \cdot 300 = 7,9 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

$$\text{Средний суточный расход: } Q_u^c = 300 \cdot \frac{5}{1000} = 1,5 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

### 5.2.2 Гидравлический расчёт

Гидравлический расчет канализации заключается в определении уклонов и диаметров участков горизонтальных трубопроводов по общему секунднему расходу на данном участке при условии обеспечения самоочищающей скорости  $v = 0,7 \text{ м/с}$  и условия наполнения трубопровода  $0,3 \leq \frac{h}{d} \leq 0,6$ . Все данные гидравлического расчета сводятся в таблицу 18.

Таблица 18 – Гидравлический расчет канализации

№ участка	Число приборов N	Вероятность действий устройств, Р	N*P	Значение $\alpha$	Расчетный расход сточных вод $q^s$	Диаметр d, мм	Скорость V, м/с	Наполнение h/d	Уклоны i
1	1	0,072	0,072	0,307	0,38375	50	0,77	0,59	0,03
2	2	0,036	0,072	0,307	0,38375	50	0,71	0,54	0,03
3	3	0,024	0,072	0,307	0,38375	110	0,8	0,57	0,03
4	5	0,014	0,072	0,307	0,38375	110	0,78	0,6	0,03
5	6	0,012	0,072	0,307	0,38375	110	0,78	0,59	0,03

## 6 ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

### 6.1 Конструирование системы газоснабжения

Система газоснабжения была запроектирована для подключения плиты газовой четырехконфорочной и настенного газового котла.

Согласно паспортным данным максимальный расход газа котлом 3,5 м<sup>3</sup>/ч, плитой 1,2 м<sup>3</sup>/ч, суммарный расход составляет 4,7 м<sup>3</sup>/ч – к установке принят счетчик ВК-G4 (максимальный расход 6 м<sup>3</sup>/ч).

Подключение предусмотрено от существующего надземного газопровода Ду76, проложенного вдоль улицы на границе земельного участка. Давление в точке присоединения составляет 150 мм.вод.ст.

### 6.2 Гидравлический расчет внутренней системы газоснабжения

Гидравлический расчёт внутренней сети производится для расчётного направления движения газа, за которое принимаем направление движения газа от места врезки до наиболее удалённого или наиболее нагруженного прибора.

Целью расчёта сети является подбор диаметров труб и определение потерь давления в участках расчётного направления. Причём суммарные потери давления в участках расчётного направления должны быть меньше допустимого падения давления.

Расчётные длины участков, м, определяются по формуле:

$$l = l_1 + \sum \xi \cdot ld \quad (6.1)$$

где  $l_1$  – действительная длина участка, м;

$\sum \xi$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений участка;

$ld$  – эквивалентная длина прямолинейного участка газопровода, м, потери давления, на котором равны потерям давления в местном сопротивлении со значением коэффициента  $\xi = 1$ .

Коэффициенты местных сопротивлений участка суммируем.

Расчет сети газоснабжения приведен в таблице 19.

Таблица 19 – гидравлический расчет системы газоснабжения

№	L	Q	d	Сопротивления	$\Sigma\xi$	Ld	L	R	RL, Па
1	22,5	4,7	25	г/кран-4 САКЗ-4 КТЗ-4 7отводов-0,3x7=2,1	14,1	0,7	32,37	7	227
2	0,5	3,5	20	подводка-2,2 г/кран-4 отвод-0,3 Тройник поворотный-1,5	8	0,55	4,9	3	15
Плита									
3	5,5	1,2	15	подводка-2,2 г/кран-4 3 отвода-3x0,3=0,9 тройник проходной-1	8,1	0,58	10,198	0,7	7

Давление на горелке котла составляет 1258 Па, а на плите 1266 Па, что соответствует паспортным значениям (котел 13 миллибар).

## 7 КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

### Назначение системы

Система автоматического контроля загазованности САКЗ-МК-2-1 предназначена для непрерывного автоматического контроля атмосферы помещений потребителей газа и оповещения об опасных концентрациях природного газа, ГОСТ 5542-87 или сжиженного газа, ГОСТ Р 52087-2003 и оксида углерода. Система обнаруживает содержание природного газа и оксида углерода и служит для управления запорным клапаном газоснабжения.

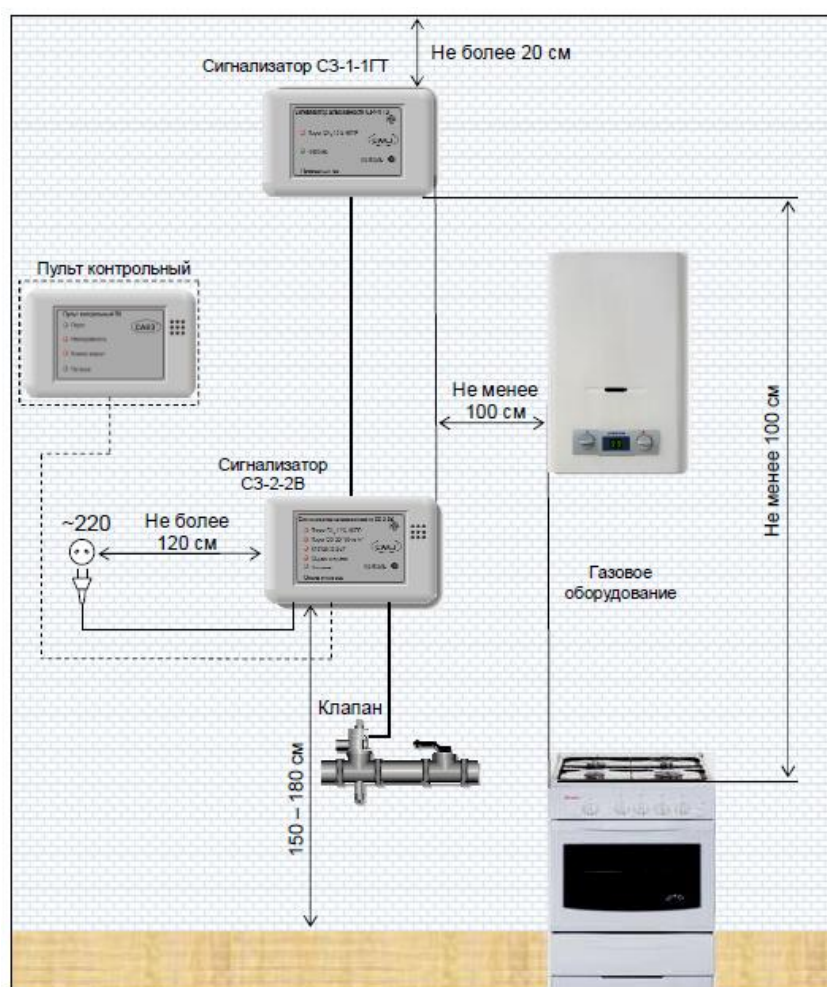


Рисунок 2 – схема подключения САКЗ-МК-2

Принцип действия:

При повышении концентрации оксида углерода до уровня  $20 \text{ мг/м}^3$  сигнал подается на блок системы управления и срабатывает предупредительная сигнализация. При концентрации оксида углерода до  $100$

мг/м<sup>3</sup> или концентрация природного газа превышает 10% от объема помещения, то сигнал поступает на блок системы управления и далее на клапан, который в свою очередь перекрывает подачу газа.

Таблица 20 – Технические характеристики

Наименование параметра или характеристики	Значение
Напряжение питания переменного тока частотой (50±1) Гц, В	от 187 до 242
Потребляемая мощность, ВА, не более	15
Концентрация горючего газа, вызывающая срабатывание системы, % НКПР:	10±5
Концентрация оксида углерода, вызывающая срабатывание системы, мг/м <sup>3</sup> :	
а) по уровню «Порог 1»	20
б) по уровню «Порог 2»	100
Время установления рабочего режима, мин:	
а) по горючему газу	5
б) по оксиду углерода	60
Время срабатывания системы, с, не более:	
а) по горючему газу	15
б) по оксиду углерода	60
Уровень звукового давления по оси звукового излучателя на расстоянии 1 м при уровне постороннего шума не более 50 дБ, дБ, не менее	70
Максимальная длина кабеля, м, не более:	
между сигнализаторами	50
между СЗ-2 и клапаном	20
Степень защиты оболочки по ГОСТ 14254-96:	
сигнализаторов и пульта контроля	IP 20
клапана	IP 54
Класс защиты от поражения электрическим током по ГОСТ 12.2.007.0-75:	
сигнализаторов	II
клапана и пульта контроля	III
Габаритные размеры сигнализаторов, пульта контроля, мм	120 x 75 x 45
Масса, кг, не более	0,7
сигнализаторов	0,5
пульта контроля	0,2

Область применения:

В невзрывоопасных зонах жилых домов, коттеджей и квартир многоквартирных домов, в других бытовых и коммунально-бытовых помещениях, где установлено газоиспользующее оборудование.

## 8 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Организация монтажных работ системы отопления запроектирована в соответствии с нормативной литературой [11], [12].

Монтаж внутренних санитарно-технических систем следует производить в соответствии с требованиями настоящих правил, а также с требованиями СП 48.13330.2011, СП 43.13330.2013, стандартов и инструкций заводов - изготовителей оборудования [11].

Объем монтажных работ системы отопления выполняется за одну захватку.

Монтаж системы отопления производить после того, как будут выполнены следующие работы:

монтаж междуэтажных перекрытий, стен и перегородок;

подготовка отверстий в стенах, перегородках, перекрытиях и покрытиях, необходимых для прокладки. Размеры отверстий и борозд для прокладки в перекрытиях, стенах и перегородках зданий и сооружений принимаются в соответствии с нормативной литературой [11], если другие размеры не предусмотрены проектом. Заделку отверстий в перекрытиях, стенах и перегородках после прокладки следует выполнять плотно, материалом по огнестойкости не ниже огнестойкости преграды;

оштукатуривание (или облицовка) поверхностей стен и ниш в местах прокладки;

обеспечение возможности включения электроинструментов, а также сварочных аппаратов на расстоянии не более 50 м один от другого [11].

По окончании основных строительного-монтажных работ производится пуск, испытание и наладка систем, а затем сдача систем в эксплуатацию.

Перед определением трудоемкости работ необходимо определить объемы работ. Объемы работ по монтажу системы отопления подсчитываются по перечню строительного-монтажных процессов операций в соответствии с технологической последовательностью их выполнения и

рабочих чертежей. Номенклатура работ и единицы измерения ее объемов соответствуют их перечню в единых нормах и расценках (ЕНиР). Результаты подсчета объемов работ сводятся в таблицу 21.

Таблица 21 – Ведомость объемов работ

№	Наименование работ	Объем работ	
		Ед. изм.	Кол-во.
1	Разметка мест прокладки трубопроводов	м	295
2	Монтаж распределительных гребенок	шт	3
3	Прокладка металлопластикового трубопровода Valtec PEX-AL-Pex 16x2,0 мм	м	220,8
4	Прокладка металлопластикового трубопровода Valtec PEX-AL-Pex 20x2,0 мм	м	63,2
5	Прокладка металлопластикового трубопровода Valtec PEX-AL-Pex 26x3,0 мм	м	7,0
6	Прокладка металлопластикового трубопровода Valtec PEX-AL-Pex 32x3,0 мм	м	4,0
7	Установка радиаторных узлов	шт	16
8	Установка теплоотражающего слоя	м <sup>2</sup>	189
9	Прокладка теплых полов	м	817,6
10	Заливка стяжки поверх трубопроводов	м <sup>3</sup>	4,0
11	Гидравлическое испытание трубопровода	м	1112,6
12	Пуско-наладочные работы	шт	1

Требуемые затраты труда и машинного времени устанавливаются с нормативной литературой [12]. Трудозатраты даны в человеко-часах и машино-часах. Трудозатраты на объемы работ по захваткам (в человеко-днях) определяют по формуле:

$$T_p = \frac{H_{ep} \cdot V}{8,2}, \quad (7.1)$$

где  $H_{ep}$  – норма времени на единицу объема работ, чел.-час, принимаемого по нормативной литературе [16];

$V$  фактический объем работ, принимаемый по таблице 11, раздела 7;

8,2 – продолжительность смены, час.

Результаты расчета трудоемкости сведены в таблицу 22.



Таблица 22 – Ведомость трудоемкости работ

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Обоснование (ЕНиР)	Норма времени чел.-час	Трудоемкость		Профессиональный, квалификационный и численный состав звена, рекомендуемый ЕНиР
					Захватка I		
					объем работ	чел.-дни.	
1	Разметка мест прокладки трубопроводов	м	Е9-1	0,12	2,95	0,04	4 разр. – 1 чел.
2	Монтаж распределительных гребенок	шт	Е9-1	2,2	3	0,8	4 разр. – 1 чел., 5 разр. – 1 чел.
2	Прокладка металлопластикового трубопровода Valtec PEX-AL-Pex 16x2,0 мм	м	Е9-1	0,26	2,208	0,7	4 разр. – 1 чел., 3 разр. – 1 чел.
3	Прокладка металлопластикового трубопровода Valtec PEX-AL-Pex 20x2,0 мм	м	Е9-1	0,26	0,632	0,2	4 разр. – 1 чел., 3 разр. – 1 чел.
4	Прокладка металлопластикового трубопровода Valtec PEX-AL-Pex 26x3,0 мм	м	Е9-1	0,26	0,07	0,02	4 разр. – 1 чел., 3 разр. – 1 чел.
5	Прокладка металлопластикового трубопровода Valtec PEX-AL-Pex 32x3,0 мм	м	Е9-1	0,26	0,04	0,01	4 разр. – 1 чел., 3 разр. – 1 чел.
6	Установка радиаторных узлов	шт	Е9-1	0,38	16	0,74	4 разр. – 1 чел., 5 разр. – 1 чел.
7	Установка теплоотражающего слоя	м <sup>2</sup>	Е9-1	0,21	1,89	0,05	4 разр. – 1 чел., 3 разр. – 1 чел.
8	Прокладка теплых полов	м	Е9-1	0,26	8,176	0,26	4 разр. – 1 чел., 3 разр. – 1 чел.
9	Заливка стяжки поверх трубопроводов	м <sup>3</sup>	Е9-1	0,54	4,0	0,26	4 разр. – 1 чел., 3 разр. – 1 чел.
10	Гидравлическое испытание трубопровода	м	Е9-1	5,3	1,1126	0,72	5 разр. – 1 чел.
11	Пуско-наладочные работы	шт		5,3	1	0,65	5 разр. – 1 чел.
Итого:						4,45	
Подготовительные работы (5% от итога):						0,22	
Неучтенные работы (10% от итога):						0,45	

## 9 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

В данном разделе приведена характеристика технологического процесса монтажа системы газоснабжения, перечислена технологическая операция, должности работников, оборудование и применяемые материалы (таблица 23).

Проведена идентификация профессиональных рисков по технологическому процессу монтажа системы газоснабжения, операциям, видам работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие: острые кромки, заусенцы, шерховатость на поверхности заготовки, повышенный уровень шума на рабочем месте.

Разработаны методы и средства снижения профессиональных рисков, а именно в состав спецодежды должны входить рукавицы, наушники для шумоглушения и т.д. Подобраны средства индивидуальной защиты для работников (таблица 25).

Соединение труб произвести на сварке, резьбовые соединения - лишь в местах установки арматуры и газовых приборов. Прочность сварного шва должна быть не менее прочности основного металла стенки трубы.

При параллельной прокладке от открыто проложенного электропровода, газопровод должен проходить на расстоянии не менее 400 мм. При пересечении газопровода с открыто проложенным электропроводом расстояние между ними в свету должно быть не менее 100 мм. Если расстояние между электропроводкой и газопроводом менее 250 мм электропроводку защитить дополнительно от механических повреждений на длине не менее 250 мм в каждую сторону от газопровода.

Монтаж, подключение и испытание газового оборудования произвести в соответствии с СП 62.13330.2011 и паспортами газового оборудования. Расстояния от строительных конструкций помещений газоиспользующего оборудования следует предусматривать в соответствии с паспортами или инструкциями по монтажу предприятий-изготовителей. При отсутствии требований в паспортах или инструкциях заводов-изготовителей газоиспользующее оборудование устанавливают исходя из условия удобства

монтажа, эксплуатации и ремонта, при этом рекомендуется предусматривать установку: настенного оборудования для отопления на расстоянии не менее 3см от стены из несгораемых материалов.

Таблица 23 – Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Монтаж системы газоснабжения	Сварка и резка водопроводных труб	Газосварщик 3 разряда	Газосварочный пост, угловая шлифовальная машина	Металл, кислород, ацетилен

Таблица 24 – Идентификация профессиональных рисков

№п/п	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
1	Сварка и резка водопроводных труб	Острые кромки, заусенцы, шерховатость на поверхности заготовки, повышенный уровень шума на рабочем месте	Газосварочный пост, угловая шлифовальная машина

Таблица 25 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и вредный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения, устранения опасного и вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Острые кромки, заусенцы, шерховатость на поверхности заготовки	Шлифование заготовки	Рукавицы
2	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Носить наушники противозумные	Наушники противозумные

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 131.13330.2012. - Строительная климатология: Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. Введ. 2013-01-01. М.: Минрегион России, 2012. – 113с.
2. ГОСТ 30494-96. - Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. МНТКС – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1999.- 10 с.
3. СП 31 - 106 - 2002 - Дома жилые одноквартирные. Инженерные сети. Актуализированная редакция СНиП 31-02-1991. Введ. 2011-05-20. М.: Минрегион России, 2011. – 22с.
4. СП 50.13330.2012. - Тепловая защита зданий: Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. Введ. 2013-07-01. М.: Минрегион России, 2012. – 100 с.
5. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. Введ. 2004-06-01. М.: Минрегион России, 2004. – 186 с.
6. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.1. Отопление / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканави и др.; Под ред. И.Г. Старовойтова и Ю.И. Шиллера.- М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.
7. Методика расчета теплых водяных полов [Электронный ресурс]. – М: Режим доступа: <http://avtonomnoeteplo.ru/teplye-poly/640-vodyanoy-teplyuy-pol-kermi.html>
8. СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85\*. Введ. 2013-01-01. М.: Минрегион России, 2012. – 65 с.
9. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.2. Водопровод и канализация / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканави и др.; Под ред. И.Г. Старовойтова и Ю.И. Шиллера.- М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.
10. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.2 / Б.В. Барклатов, Н.Н. Павлов,

С.С. Амирджанов и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера.- М.: Стройиздат, 1992. – 416 с.

11. СП 73.13330.2012. Внутренние санитарно-технические системы здания: Актуализированная редакция СНиП 3.05.01-85. Введ. 2013-01-01. М.: Минрегион России, 2012. – 46 с

12. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник К10 [Электронный ресурс] – М.: режим доступа: <http://dokipedia.ru/document/4276214>.

13. СанПиН 2.2.1 / 2.1.1.1278 – 03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий – М.: Минрегион России, 2003. – 26 с.

14. ГОСТ 24700 – 81. Окна и балконные двери деревянные со стеклопакетами и стеклами для жилых и общественных зданий: Государственный стандарт союза СССР – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1984. – 48 с.

15. Малявина Е.Г. Строительная теплофизика: уч. пособ. / МГСУ – М.: Типография МГСУ, 2011. – 152 с.

16. ГОСТ 31173-2003 – Блоки дверные стальные: Межгосударственная научно-техническая комиссия по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве (МНТКС) – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003. – 50 с.

17. Каталог компании «Ballorex» [Электронный ресурс]. – М.: Режим доступа: <http://www.ensys-ltd.ru/content/catalog/broen/ballorex.pdf/html>.

18. СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2 Строительное производство. – М.: Центр охраны труда в строительстве Госстроя России, 2003. – 34 с.

19. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 16 июля 2007 г. N 477 "Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, обуви и других средств индивидуальной защиты работникам, занятым на строительных, строительномонтажных и ремонтно-

строительных работах с вредными и (или) опасными условиями труда" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://ohranatruda.ru/ot\\_biblio.pdf](http://ohranatruda.ru/ot_biblio.pdf)

20. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с Изменением N 1). [Текст]. М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1976. – 3 с.

21. ЕНиР. Сборник 9. Сооружения систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Выпуск 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zvezda.lgg.ru/254/24.pdf>

22. Паспорт газового котла [Электронный ресурс]. – М.: Режим доступа: <http://www.viessmann.ru/ru/zilye-zdania/gazovye-vodogrejnye-kotly/gazovyj-kondensacionnyj-kotel/vitodens-100w.html>

23. Паспорт САКЗ-МК-2 [Электронный ресурс]. – М.: Режим доступа: [http://www.rizur.ru/uploads/data/file/pass\\_sakz\\_mk\\_2\\_digit.pdf](http://www.rizur.ru/uploads/data/file/pass_sakz_mk_2_digit.pdf)

24. Паспорт газовой плиты [Электронный ресурс]. – М.: Режим доступа: <https://instruccija.ru/gazovaya-plita-gefest-3100-instrukciya/>

25. СП 62.13330.2011\* «Газораспределительные системы». Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002 [Электронный ресурс]. – М.: режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200084535>

26. Программа подбора насосов фирма «Grundfos» [Электронный ресурс]. – М.: режим доступа: <http://ru.grundfos.com/documentation/gpc.html>

27. СП 40-107-2003 – Проектирование, монтаж и эксплуатация систем внутренней канализации из полипропиленовых труб [Электронный ресурс]. – Введ. 2003.-05. –01. – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data1/10/10903/>

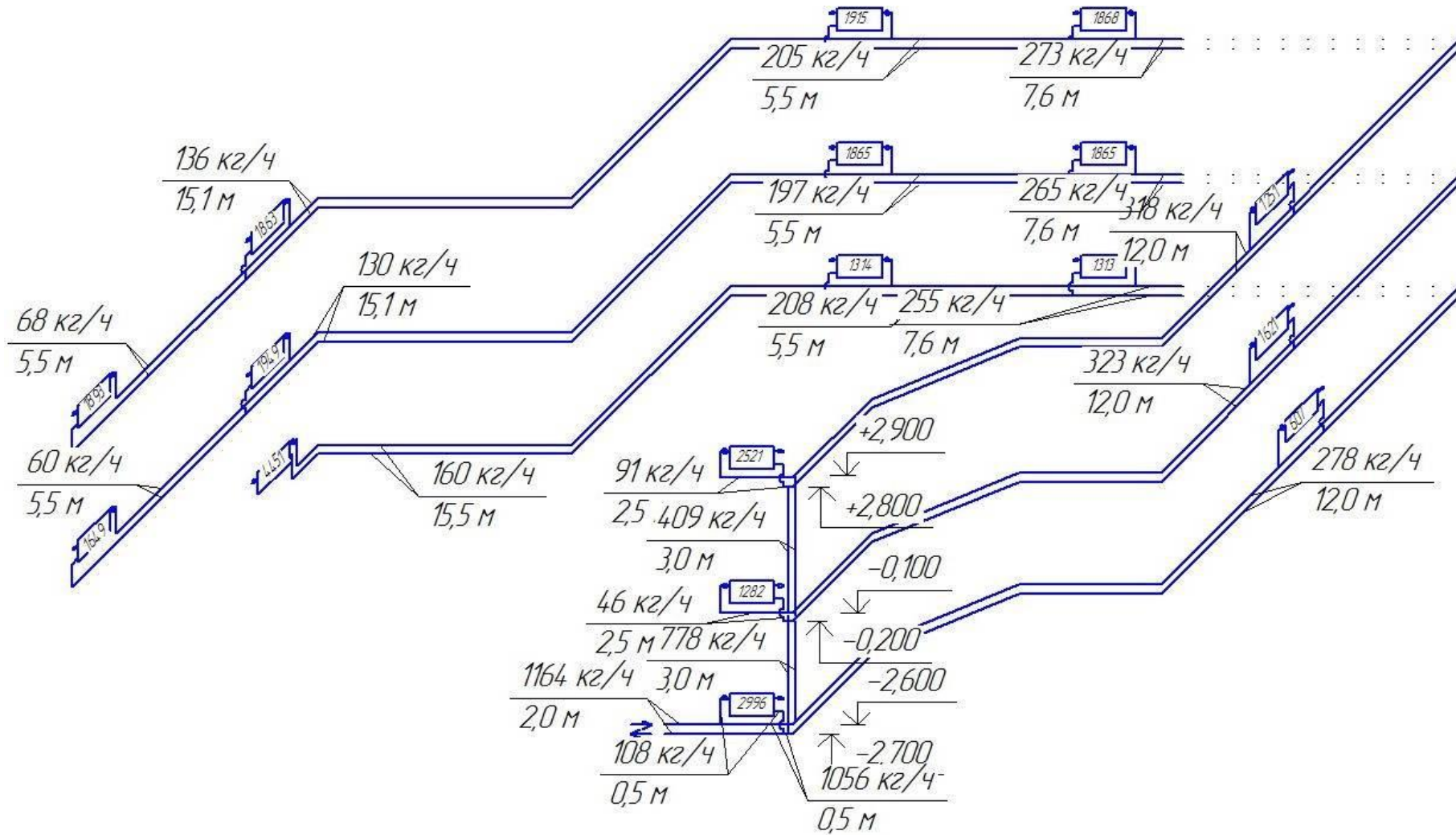
28. Внутренние санитарно-технические устройства. Часть 1. Отопление /Богословский В.Н., Крупнов Б.А., Сканави А.Н. – М.: Стройиздат, 1990 – 344 с.

29. ЕНиР сборник Е34 «Монтаж компрессоров, насосов и вентиляторов». – М.: ЦНИБ, 1989\*. – 41 с.

30. Промышленная безопасность при эксплуатации грузоподъемных кранов, сборник документов. Выпуск 7. – М.: НТЦ «Промышленная безопасность», 2009. – 59 с.

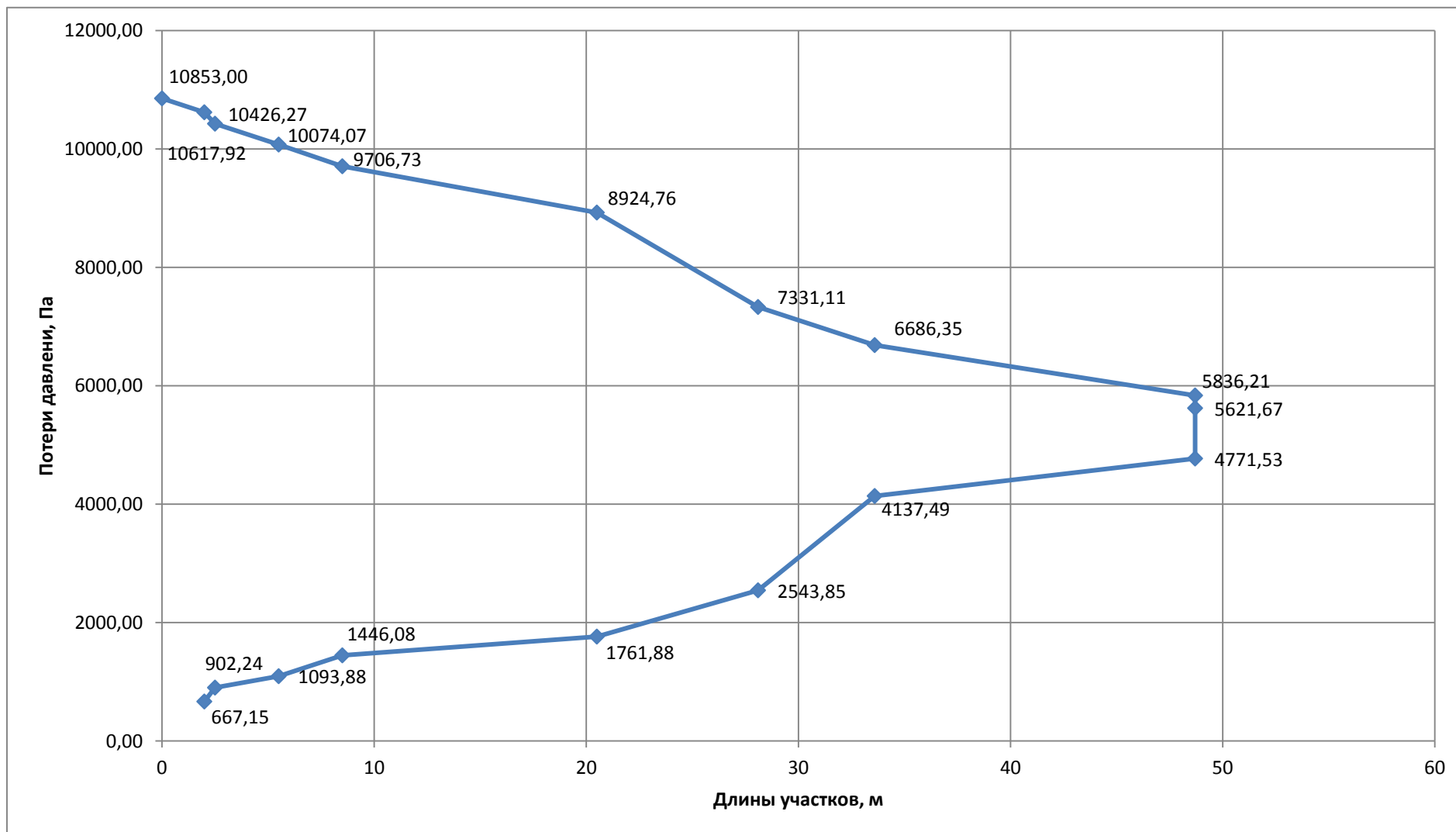
# ПРИЛОЖЕНИЕ А

## Расчетная схема системы отопления



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

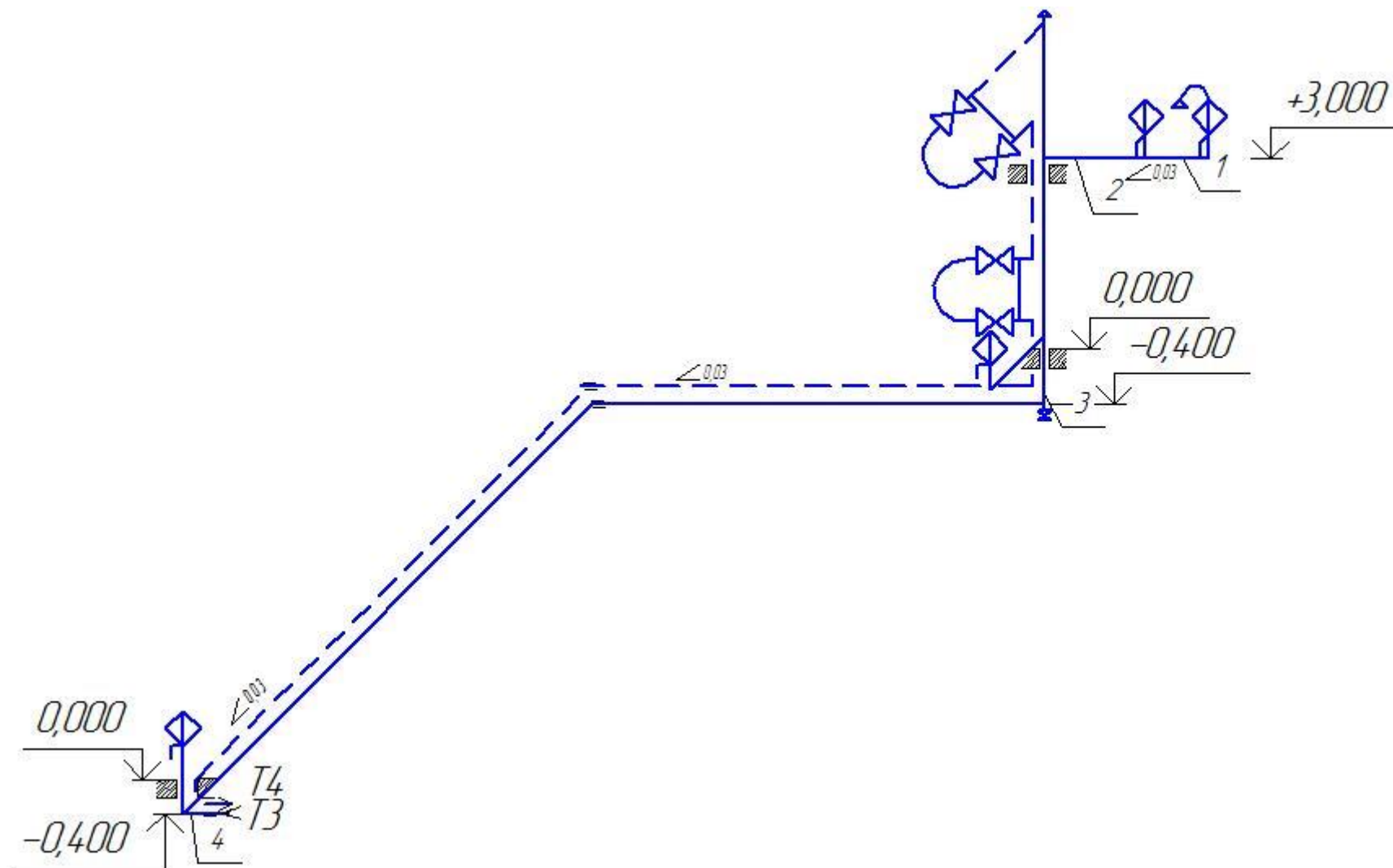
### Пьезометрический график системы отопления





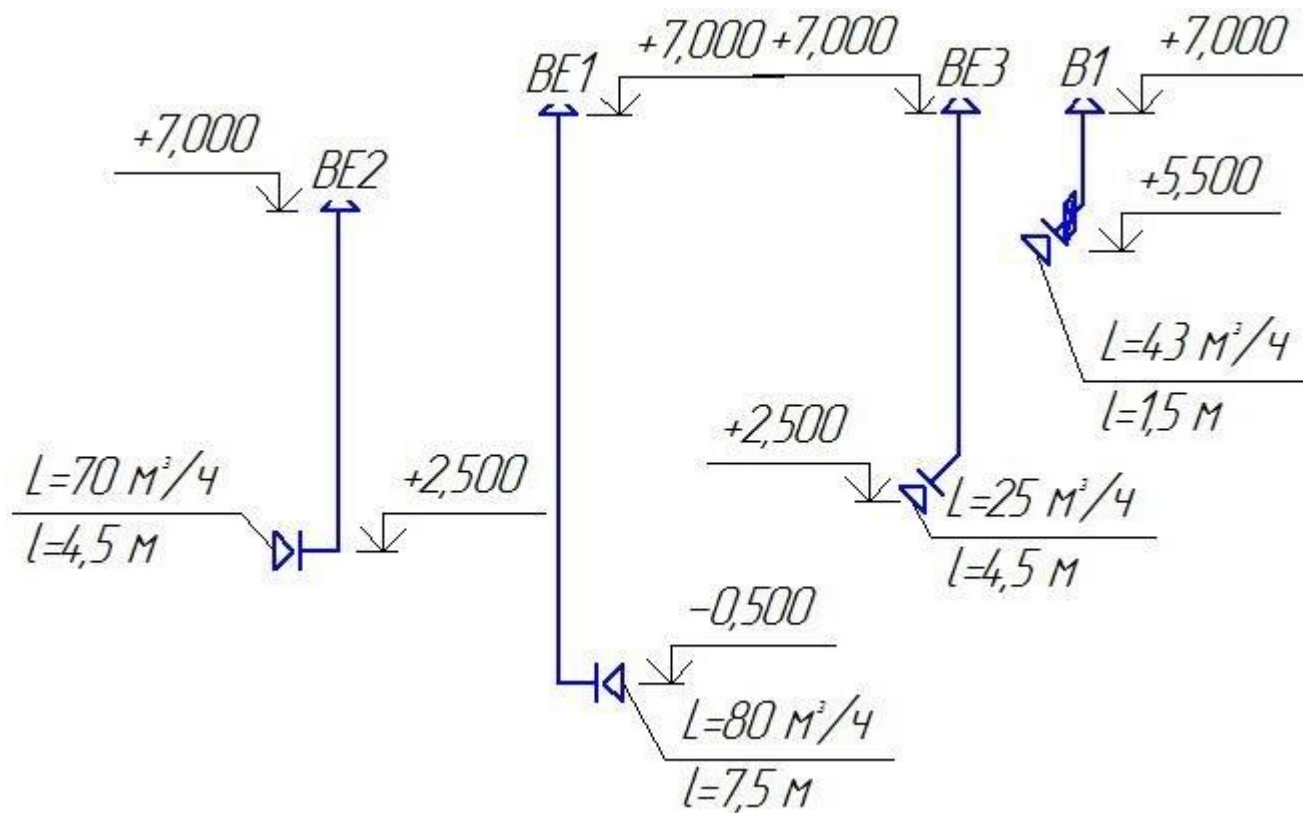
## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Расчетная схема горячего водоснабжения



# ПРИЛОЖЕНИЕ Г

## Расчетная схема вентиляции



# ПРИЛОЖЕНИЕ Д

## Расчетная схема газопровода

