

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

(наименование института полностью)

Кафедра «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

(наименование кафедры)

08.03.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Теплогазоснабжение и вентиляция

(направленность (профиль)/специализация)

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему г. о. Тольятти. Двухэтажный жилой дом с гаражом.  
Инженерные сети

Студент

Я.Ю. Кучукас

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Е.А. Усманова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

П.А. Корчагин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

И.Ю. Амирджанова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

И.о. заведующего кафедрой

к.т.н., доцент, И.А. Лушкин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

«    » 20      г.

Тольятти 2019

## АННОТАЦИЯ

Разработан проект двухэтажного частного дома с гаражом в г. Тольятти. Самарской области.

В данном выпускной квалифицированной работе представлены проектирование и расчеты системы холодного и горячего водоснабжения, системы отопления, вентиляции, кондиционирования, водоотведение и газоснабжения для жилого дома. Произведен теплотехнический расчет ограждающих конструкций. Посчитан гидравлический расчет системы отопления и подобраны соответствующие отопительные приборы. Проведен аэродинамический расчет вентиляции и подобрано оборудование. Расчитаны гидравлические расчеты холодного и горячего водоснабжения, канализации, внутреннего газоснабжения. Рассчитаны теплопоступления от солнечной радиации и людей. Подобрано соответствующее оборудование на систему кондиционирования. Представлена схема котельной. Выполнен расчет объемов и трудоемкости по системе водоснабжения. Выполнен раздел «Безопасность и экологичность технического объекта».

Проект выполнен на основании утвержденного задания и архитектурно-строительных чертежей.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....	6
1.1 Параметры наружного воздуха.....	6
1.2 Параметры внутреннего воздуха.....	6
1.3 Архитектурно-планировочное описание здания .....	6
1.4 Источник теплоснабжения.....	8
2 ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЯ .....	9
2.1 Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций .....	9
2.2 Определение теплотерь здания .....	14
3 ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ .....	20
3.1 Система отопления .....	20
3.2 Горячее водоснабжение.....	31
3.3 Подбор оборудования.....	36
4 ВЕНТИЛЯЦИЯ.....	40
4.1 Выбор и конструирование принципиальных решений .....	40
4.2 Определение требуемых воздухообменов.....	40
4.3 Аэродинамический расчёт .....	40
5 КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ .....	43
5.1 Конструирование и обоснование системы .....	43
5.2 Теплопоступления.....	43
5.3 Подбор оборудования.....	45
6 ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ.....	47
6.1 Холодное водоснабжение.....	47
6.2 Водоотведение.....	49
7 ГАЗОСНАБЖЕНИЕ .....	52
7.1 Проектирование системы газоснабжения .....	52
8 АВТОМАТИЗАЦИЯ.....	54
9 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ .....	56
10 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.....	58

10.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта .....	58
10.2 Идентификация профессиональных рисков.....	58
10.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков .....	59
10.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	60
10.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	61
10.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» выпускной квалификационной работы бакалавра .....	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	63
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	64
Приложение А .....	67
Приложение Б.....	68
Приложение В.....	72
Приложение Г .....	73
Приложение Д.....	74
Приложение Е.....	76

## **ВВЕДЕНИЕ**

Для поддержания теплового режима в здании и комфортных условий запроектирована система отопления. Так же в доме необходимо холодное и горячее водоснабжение с определенными параметрами. Вода поступает через систему водоснабжения, а удаление осуществляется с помощью системы канализации.

Для комфортных условий людей была запроектирована система кондиционирования с целью поддержания определенных параметров в летний период.

Целью данного проекта является проектирование систем отопления, вентиляции, кондиционирования, водоснабжение и водоотведения жилого двухэтажного дома в г.Тольятти.

# 1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

## 1.1 Параметры наружного воздуха

Проектируемый объект – г.о. Тольятти, Самарской области.

Климатические данные города Тольятти с рекомендуемыми нормами определяем по СП [1] .

Температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92:  $t_n = - 30$  °С.

Средняя температура отопительного периода при температуре наружного воздуха  $< 8$  °С:  $t_{от} = - 5,2$  °С.

Продолжительность отопительного периода:  $Z_{от} = 203$  сут.

Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца:  $\varphi = 84$  %.

Условия эксплуатации ограждений в зонах влажности : А.

Таблица 1 – Параметры наружного воздуха

Период	Расчетная географическая широта, °с.ш	Барометрическое давление, Гпа	Температура, °С	Удельная энтальпия, кДж/кг	Скорость ветра, м/с
Теплый	52	990	24,3	52,8	3,2
Холодный			-30	-29,8	5

## 1.2 Параметры внутреннего воздуха

Параметры внутреннего воздуха определяются по ГОСТ 30494 [2] и сводятся в таблицу 2.

Таблица 2 – Параметры внутреннего воздуха

Наименование помещения	Температура воздуха, °С
Жилая комната	20
Кухня-столовая	20
Ванная, совмещенный санузел	24
Коридор	20
Гостиная	20
Гараж	12
Котельная	16
Кладовая	16

## 1.3 Архитектурно-планировочное описание здания

Проектируемый объект расположен в городе Тольятти, Самарской области. Здание предназначено для проживания семьи из 3-х человек.

Общая площадь застройки 324 м<sup>2</sup>. Высота помещений на 1 этаже 2,80 м, на 2 этаже 3,1 м.

Главный фасад ориентирован на север. На первом этаже расположены помещения прихожей, гардеробной, коридора, кабинета, кухни-столовой, санузла, котельной и кладовой. На втором этаже, расположены коридор, спальни, гардеробы, постирочная, санузел, кладовая. Чердак неотапливаемый.

Канализационная система- местная в выгребной колодец. В качестве водоснабжения выступает централизованная сеть с гарантированным напором в здании 30 метров водяного столба.

Конструкция пластиковых окон: двухкамерный стеклопакет.

Таблица 3 – Конструкция наружных стен

№	Наименование материала	Толщина, δ, м	Коэффициент теплопроводности, λ, Вт/(м·°С)
1	Штукатурка гипсовая	0,02	0,19
2	Блок керамзитобетонный	0,4	0,2
3	Утеплитель Технониколь	δ <sub>ут</sub>	0,038

Таблица 4 – Конструкция чердачного перекрытия

№	Наименование материала	Толщина, δ, м	Коэффициент теплопроводности, λ, Вт/(м·°С)
1	Железобетонная пустотная плита	0,22	1,92
2	Цементно-песчаная стяжка	0,05	0,76
3	Утеплитель керамзит	δ <sub>ут</sub>	0,11

Таблица 5 – Конструкция пола

№	Наименование материала	Толщина , $\delta$ ,м	Коэффициент теплопроводности, $\lambda$ , Вт/(м·°С)
1	Керамогранитная плитка	0,01	0,2
2	Цементно-песчаная стяжка	0,1	0,76
3	Бетон	0,2	1,74

Таблица 6 – Конструкция межэтажного перекрытия

№	Наименование материала	Толщина , $\delta$ ,м	Коэффициент теплопроводности, $\lambda$ , Вт/(м·°С)
1	Ж/б плита	0,25	1,92
№	Наименование материала	Толщина , $\delta$ ,м	Коэффициент теплопроводности, $\lambda$ , Вт/(м·°С)
2	Цементно-песчаная стяжка	0,05	0,76
3	Линолеум на тканевой основе	0,003	0,35

#### 1.4 Источник теплоснабжения

Источником тепла является газовый котел, установленный на первом этаже в котельной. Так же в котельной предусмотрен водоподогреватель, циркуляционные насосы, необходимая регулирующая арматура, запорная арматура. На отопление температура теплоносителя  $t_r = 80$  °С,  $t_0 = 60$  °С. На горячее водоснабжение температура теплоносителя  $t_r = 65$  °С.

Холодная вода поступает из водопровода села. Сточные воды транспортируются в выгребную яму (септик). Источником газа является газопровод села.



## 2 ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЯ

### 2.1 Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций выполняется, если приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкция должно быть не меньше или равно нормируемого значения, то есть

$$R_0^{пр} \geq R_0^{тр} , \quad (1)$$

где  $R_0^{пр}$ -приведенное сопротивление передачи ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , которое определяется по формуле 4;

$R_0^{тр}$ -требуемое сопротивление передачи ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , определяется в зависимости от градусо-суток района строительства.

Градусо-сутки ГСОП,  $\text{°C} \cdot \text{сут}/\text{год}$ , определяется по формуле:

$$\text{ГСОП} = t_{в} - t_{от} \cdot z_{от} . \quad (2)$$

Обозначение символов и переменных величин дается в нормативной литературе, согласно которой выполняются нижеприведённые расчеты. Методика расчёта системы отопления, также описана в справочнике проектировщика [16].

Вычисляем требуемое условное сопротивление теплопередаче по формуле:

$$R_0^{усл.тр} = \frac{R_0^{тр}}{r} , \quad (3)$$

Приведенное сопротивление теплопередаче  $R_0^{пр}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , ограждающих конструкций, , определяемых по формуле:

$$R_0^{пр} = r \cdot R_0^{усл} , \quad (4)$$

где  $r$ - коэффициент теплотехнической однородности, определяемый по формуле 5;

$R_0^{усл}$ -условное сопротивление теплопередачи однородной конструкции ,определяется по формуле 6.

$$r = r_1 \cdot r_2 , \quad (5)$$

где  $r_1$ -коэффициент оценки внутренних ограждений;

$r_2$ - коэффициент оценки примыкания других ограждений к расчетному.

Условное сопротивление теплопередаче однородной конструкции определяется по формуле:

$$R_0^{усл} = \frac{1}{\alpha_B} + R + \frac{1}{\alpha_H}, \quad (6)$$

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

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (7)$$

где  $\delta$ -толщина слоя, м;

$\lambda$ -теплопроводность материала слоя, Вт/(м·°С).

Коэффициент теплопередачи  $k$ , Вт/(м<sup>2</sup>·°С) рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{1}{R_0^{пр}} \quad (8)$$

Приведенное сопротивления теплопередаче входных дверей должно соответствовать условию:

$$R_{0,нд}^{пр} \geq 0,6R_{0,нс}^{тр} \quad (9)$$

где  $R_{0,нс}^{тр}$ -требуемое сопротивление теплопередаче наружных стен определяемое по формуле:

$$R_{0,нс}^{тр} = \frac{t_B - t_H}{\Delta t^H \cdot \alpha_B}, \quad (10)$$

$\Delta t^H$  -нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции,°С, определяемый по СП [3,табл.5].

Пол считается утепленным , если в конструкции пола, расположенного на грунте, есть утепляющие слои  $\lambda \leq 1,2$  Вт/(м·°С), и определяется по формуле :

$$R = R_{н.п} + \frac{\delta}{\lambda}, \quad (11)$$

где  $R_{н.п}$ -сопротивление теплопередачи не утепленного пола, м<sup>2</sup>·°С/Вт .

Подставив в формулу 2 ,получим :

$$\text{ГСОП} = 20 - (-5,2 \cdot 203 = 5115,6 \text{ С}\cdot\text{сут/год}$$

Требуемое сопротивление теплопередачи,  $R_0^{\text{TP}}$ ,  $\text{м}^2\cdot\text{°C/Вт}$  определяется интерполяцией :

1. Для стены :  $R_0^{\text{TP}} = 3,19 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$

2. Для окна и балконной двери:  $R_0^{\text{TP}} = 0,53 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$

3. Для чердачного перекрытия :  $R_0^{\text{TP}} = 4,2 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$

Определение толщины утеплителя в конструкции наружной стены

1 . Определяем требуемое сопротивление по формуле 3:

$$R_0^{\text{усл.тр}} = \frac{3,19}{0,96} = 3,32 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$$

2. Определяем условное сопротивление теплопередаче по формуле 5:

$$\frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,19} + \frac{0,4}{0,2} + \frac{\delta_{\text{ут}}}{0,038} + \frac{1}{23} = 3,32$$

$$\frac{\delta_{\text{ут}}}{0,038} = 3,32 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,02}{0,19} - \frac{0,4}{0,2} - \frac{1}{23}$$

$$\frac{\delta_{\text{ут}}}{0,038} = 1,06$$

$$\delta_{\text{ут}} = 0,04 \text{ м}$$

С целью уменьшения теплопотерь здания принимаем утеплитель технониколь со следующими характеристиками:  $\lambda = 0,038 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{°C})$ ,  $\delta_{\text{ут}} = 0,1 \text{ м}$ .

3. Определяем условное сопротивление теплопередачи конструкции по формуле 5:

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,002}{0,19} + \frac{0,4}{0,2} + \frac{0,1}{0,038} + \frac{1}{23} R_0^{\text{усл}} = 4,79 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$$

$$R_0^{\text{TP}} = 4,59 \text{ м}^2\cdot\text{°C/Вт}$$

Условие 1 выполняется.

4. Коэффициент теплопередачи определяем по формуле 8:

$$k = \frac{1}{4,59} = 0,22 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{°C})$$

Определение сопротивление теплопередачи внутренней стены

$$1. R_{bc} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,19} + \frac{0,4}{0,2} + \frac{0,02}{0,19} + \frac{1}{8,7}$$

$$2. R_{bc} = 2,44 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

$$3. k = \frac{1}{2,44} = 0,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Определение толщины утеплителя в конструкции чердачного перекрытия

1. Определяем требуемое сопротивление по формуле 3:

$$R_0^{\text{усл.тр}} = \frac{4,2}{1} = 4,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

2. Определяем условное сопротивление теплопередаче по формуле 5:

$$\frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,05}{0,76} + \frac{\delta_{yt}}{0,11} + \frac{1}{12} = 4,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

$$\frac{\delta_{yt}}{0,11} = 4,2 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,22}{1,92} - \frac{0,05}{0,76} - \frac{1}{12}$$

$$\frac{\delta_{yt}}{0,11} = 3,82$$

$$\delta_{yt} = 0,42 \text{ м}$$

3. Определяем условное сопротивление передаче конструкции по формуле 5:

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,05}{0,76} + \frac{0,42}{0,11} + \frac{1}{12}$$

$$R_0^{\text{усл}} = 4,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

Из условия 1 можно сделать вывод, что  $R_0^{\text{нр}} = R_0^{\text{тр}} = 4,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ .

4. Коэффициент теплопередачи определяем по формуле 8:

$$k = \frac{1}{4,2} = 0,24 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Определение толщины утеплителя в конструкции пола

1. Так, как пол считается утепленным  $\lambda \leq 1,2 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ , определяем сопротивление теплопередаче по формуле 11:

$$R_I = 2,1 + \frac{0,01}{0,2} + \frac{0,1}{0,76} = 3,56 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

$$R_{II} = 4,3 + \frac{0,01}{0,2} + \frac{0,1}{0,76} = 5,76 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

$$R_{III} = 8,6 + \frac{0,01}{0,2} + \frac{0,1}{0,76} = 10,06 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

$$R_{IV} = 14,2 + \frac{0,01}{0,2} + \frac{0,1}{0,76} = 15,66 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

2. По формуле 8 определяем коэффициент теплопередачи :

$$k_I = \frac{1}{3,56} = 0,28 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

$$k_{II} = \frac{1}{5,76} = 0,17 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

$$k_{III} = \frac{1}{10,06} = 0,09 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

$$k_{IV} = \frac{1}{15,66} = 0,06 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Фактическое сопротивление теплопередач в межэтажном перекрытии:

$$R_0^\phi = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{1,92} + \frac{0,05}{0,76} + \frac{0,02}{0,35} + \frac{1}{23} = 0,41 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

$$k = \frac{1}{0,41} = 2,43 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Приведенное сопротивление теплопередачи окон

Конструкцию окон принимаем по СП [4] . За конструкцию принято тройное остекление в раздельно-спаренных пластиковых переплетах с  $R_0 = 0,55 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ .

1. Определяем коэффициент теплопередачи по формуле 8:

$$k = \frac{1}{0,55} = 1,82 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Приведенное сопротивление теплопередачи наружных дверей

1. Определяем требуемое сопротивление наружных дверей по формуле

10:

$$R_{0,нд}^{тр} = \frac{20 - (-30)}{4 \cdot 8,7} = 1,44 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

$$2. R_0 = 0,6 \cdot 1,44 = 0,862 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

3. По формуле 8 определяем коэффициент теплопередачи:

$$k = \frac{1}{0,862} = 1,16 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

Результаты теплотехнического расчета сводятся в таблицу 6.

Таблица 6 – Теплотехнические характеристики ограждающих конструкций

Наименование ограждающей конструкции	Толщина утепляющего слоя, $\delta_{ут}$ , м	Толщина ограждающей конструкции, $\delta$ , м	Приведенное сопротивление теплопередаче, $R_0^{np}$ , $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$	Коэффициент теплопередачи, $k$ , $Вт / (m^2 \cdot ^\circ C)$
Наружная стена	0,1	0,50	4,59	0,22
Чердачное перекрытие	0,42	0,69	4,2	0,24
Межэтажное перекрытие		0,40	0,41	2,43
Полы по зонам	I зона		3,56	0,28
	II зона		5,76	0,17
	III зона		10,06	0,09
	IV зона		15,66	0,06
Окно	Двойное остекление в пластиковых переплетах		0,55	1,82
Наружная дверь	Наружная дверь		0,862	1,16

## 2.2 Определение теплотерь здания

Теплопотери рассчитываются по уравнению теплового баланса:

$$Q = k \cdot F \cdot t_{в} - t_{н} \cdot n \cdot (1 + \Sigma\beta), Вт \quad (12)$$

где  $\beta$ - коэффициент, учитывающий добавочные теплопотери:

а) в помещениях любого назначения через стены, двери и окна, обращенные на: -север, восток, северо-восток, северо-запад – 0,1

-юго-восток, запад – 0,05

-юг – 0

б) в угловых помещениях дополнительно на каждую стену, дверь и окно, если одно из ограждений ориентировано на:

-север, восток, северо-запад, северо-восток – 0,05

-в остальных случаях – 0,1

в) добавка на врывание холодного воздуха через наружные двери, м:

-для одинарных – 0,22Н;

k-определяется из теплотехнического расчета по формуле (8);

n-определяется по учебному пособию [5,табл.16];

Добавка на ориентацию приведены в [5,пункт 7.2];

F- расчетная площадь ограждающей конструкции,м<sup>2</sup>;

t<sub>в</sub>-расчетная температура внутреннего воздуха, °С;

t<sub>н</sub>-расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °С.

Потери тепла на нагревание инфильтрующегося воздуха в жилых помещениях определяются по формуле :

$$Q = 0,28 \cdot L \cdot c \cdot \rho \cdot t_v - t_n \cdot k, \text{ Вт} \quad (13)$$

где L- расход удаляемого воздуха м<sup>3</sup>/ч, принимается равный 3 м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>2</sup>;

c- удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/кг °С;

ρ - плотность воздуха в помещении кг/м<sup>3</sup>;

t<sub>в</sub>- расчетная температура внутреннего воздуха , °С;

t<sub>н</sub>- расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °С.

k- коэффициент учета влияния встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях.

Тепловыделение Q<sub>быт</sub> в помещении кухни от бытовых приборов согласно справочной литературе принимается 10 Вт/м<sup>2</sup>.

Составляется уравнение теплового баланса :

$$Q_{отп} = Q_{ог} + Q_{инф} - Q_{быт} \quad (14)$$

Расчёт теплотерь здания сводится в таблицу 7.

Таблица 7 – Теплотери здания

наименование помещения и $t_{в}, ^\circ\text{C}$	характеристика ограждающих конструкций						n	$(t_{в} - t_{н}) * n$	добавочные теплотери				общий добавочный множитель m	Q*, Вт	Q <sub>инф</sub> , Вт	Q <sub>быт</sub> , Вт	Q <sub>расч</sub> , Вт	
	наименование	ориентация	размер, м			площадь, м <sup>2</sup>			коэффициент теплопередачи k, Вт/м <sup>2</sup> *°C	основные теплотери Q, Вт	на ориентацию	прочие						сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
1 этаж																		
1	НС	С	4,300	X	3,100	8,36	0,22	1	50	92	0,1		0,1	1,1	101	355	119	
Прихожая	О	С	0,700	X	1,800	1,26	1,82	1	50	115	0,1		0,1	1,1	126			
	О	С	0,700	X	1,800	1,26	1,82	1	50	115	0,1		0,1	1,1	126			
	ВД в гараж	З	0,900	X	2,230	2,01	1,16	1	8	19	0,05		0,05	1,1	20			
	НД	С	1,100	X	2,230	2,45	1,16	1	50	142	0,1	2,00	2,10	3,10	441			
	ВС	-	2,200	X	3,100	6,82	0,4	1	8	22				1	22			
	ПЛ	I зона	1,800	X	3,900	7,02	0,28	1	50	98				1	98			
								<b>итого:</b>		<b>602</b>				<b>итого:</b>	<b>934</b>		<b>итого:</b>	<b>1170</b>
2	ВС	-	1,900	X	3,100	5,89	0,4	1	8	19				1	19			
Гардеробная	ПЛ	II зона	1,800	X	3,900	7,02	0,17	1	50	60				1	60			
		III зона	3,900	X	0,100	0,39	0,17	1	50	3				1	3			
								<b>итого:</b>		<b>82</b>				<b>итого:</b>	<b>82</b>		<b>итого:</b>	<b>82</b>
3	НС	С	1,420	X	3,100	3,14	0,22	1	50	35	0,1		0,1	1,1	38			
ЛК	О	С	0,700	X	1,800	1,26	1,82	1	50	115	0,1		0,1	1,1	126			
	НС	З	2,400	X	3,100	7,44	0,22	1	50	82	0,05		0,05	1,05	86			
	НС, 2эт	З	1,420	X	2,100	2,98	0,22	1	50	33	0,05		0,05	1,05	34			
	ВС	-	2,500	X	3,100	7,75	0,4	1	32	99				1	99			
	ПТ	-	11,560	X	3,100	35,84	0,24	1	50	430				1	430			
	ПЛ	II зона	3,060	+	4,400	7,46	0,17	1	50	63				1	63			
		III зона	5,610	+	7,310	12,9	0,09	1	50	58				1	58			
								<b>итого:</b>		<b>915</b>				<b>итого:</b>	<b>935</b>		<b>итого:</b>	<b>935</b>
4	НС	С	5,520	X	3,100	12,07	0,22	1	50	133	0,1		0,1	1,1	146			
Кабинет	НС	З	2,200	X	3,100	4,30	0,22	1	50	47	0,05		0,05	1,05	50			
	НС	В	4,400	X	3,100	13,64	0,22	1	50	150	0,1		0,1	1,1	165			
	О	С	1,400	X	1,800	2,52	1,82	1	50	229	0,1		0,1	1,1	252	861	289	
	О	С	1,400	X	1,800	2,52	1,82	1	50	229	0,1		0,1	1,1	252			
	ПЛ	I зона	15,84	X	8	126,7	0,28	1	50	1 774				1	1774			
		II зона	1,600	X	0,720	1,15	0,17	1	50	10				1	10			
								<b>итого:</b>		<b>2573</b>				<b>итого:</b>	<b>2649</b>		<b>итого:</b>	<b>3221</b>



наименование помещения и $t_{в}, ^\circ\text{C}$	характеристика ограждающих конструкций							n	$(t_{в} - t_{н}) * n$	добавочные теплопотери				общий добавочный множитель m	$Q^*, \text{Вт}$	$Q_{\text{инф}}, \text{Вт}$	$Q_{\text{быт}}, \text{Вт}$	$Q_{\text{расч}}, \text{Вт}$
	наименование	ориентация	размер, м			площадь, м <sup>2</sup>	коэффициент теплопередачи k, Вт/м <sup>2</sup> *°C			основные теплопотери Q, Вт	на ориентацию	прочие	сумма					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
5	ВС	-	2,200	X	3,100	6,82	0,4	1	4	11		1	11					
С/у	ВС	-	2,580	X	3,100	8,00	0,4	1	4	13		1	13					
	ПЛ	II зона	1,296	X	4,000	5,18	0,17	1	54	48		1	48					
		III зона	0,710	X	0,400	0,28	0,09	1	54	1		1	1					
								<b>Итого:</b>		<b>73</b>			<b>Итого:</b>	<b>73</b>		<b>Итого:</b>	<b>73</b>	
6	ПЛ	II зона	1,860	X	2,280	4,24	0,17	1	54	39		1	39					
Кладовая		III зона	0,720	X	2,280	1,64	0,09	1	54	8		1	8					
								<b>Итого:</b>		<b>47</b>			<b>Итого:</b>	<b>47</b>		<b>Итого:</b>	<b>47</b>	
7	НС	З	1,700	X	3,100	5,27	0,22	1	50	58	0,05		0,05	1,05	61			
Кухня-столовая	НС	Ю	4,700	X	3,100	10,97	0,22	1	50	121				1	121			
	НС	З	1,700	X	3,100	5,27	0,22	1	50	58	0,05		0,05	1,05	61			
	НС	Ю	4,040	X	3,100	10,07	0,22	1	50	111				1	111			
	НС	В	1,700	X	3,100	5,27	0,22	1	50	58	0,1		0,1	1,1	64			
	НС	Ю	5,120	X	3,100	12,27	0,22	1	50	135				1	135			
	НС	В	4,600	X	3,100	14,26	0,22	1	50	157	0,1		0,1	1,1	173			
	О	Ю	2,000	X	1,800	3,60	1,82	1	50	328			0	1	328			
	О	Ю	2,000	X	1,800	3,60	1,82	1	50	328			0	1	328			
		ПЛ	I зона	32 X 16		512,0	0,28	1	50	7 168				1	7168			
			II зона	12,31+1		13,31	0,17	1	50	113				1	113			
	НД	Ю	1,100	X	2,230	2,45	1,16	1	50	142			0,00	1,00	142			
								<b>Итого:</b>		<b>8776</b>			<b>Итого:</b>	<b>8803</b>		<b>Итого:</b>	<b>10331</b>	
8	НС	В	5,400	X	3,100	12,24	0,22	1	50	135	0,1		0,1	1,1	148			
Гостиная	НС	С	2,560	X	3,100	7,94	0,22	1	50	87	0,1		0,1	1,1	96			
	НС	Ю	2,560	X	3,100	7,94	0,22	1	50	87			0	1	87			
	О	В	2,500	X	1,800	4,50	1,82	1	50	410	0,1		0,1	1,1	450			
	ПЛ	I зона	16,84 X 8		134,72	0,28	1	50	1 886				1	1886				
		II зона	1,900	X	0,592	1,12	0,17	1	50	10				1	10			
								<b>Итого:</b>		<b>2614</b>			<b>Итого:</b>	<b>2678</b>		<b>Итого:</b>	<b>3280</b>	
9	НС	С	6,800	X	2,260	10,87	0,22	1	42	100	0,1		0,1	1,1	110			
Гараж	НС	З	7,900	X	2,260	14,97	0,22	1	42	138	0,05		0,05	1,05	145			
	О	З	1,200	X	0,800	0,96	1,82	1	42	73	0,05		0,05	1,05	77			

наименование помещения и $t_{в}, ^\circ\text{C}$	характеристика ограждающих конструкций						n	$(t_{в} - t_{н}) * n$	добавочные теплотери				общий добавочный множитель m	$Q^*, \text{Вт}$	$Q_{\text{инф}}, \text{Вт}$	$Q_{\text{быт}}, \text{Вт}$	$Q_{\text{расч}}, \text{Вт}$	
	наименование	ориентация	размер, м			площадь, м <sup>2</sup>			коэффициент теплопередачи k, Вт/м <sup>2</sup> *°C	основные теплотери Q, Вт	на ориентацию	прочие						сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
	О	З	1,200	X	0,800	0,96	1,82	1	42	73	0,05		0,05	1,05	77			
	О	З	1,200	X	0,800	0,96	1,82	1	42	73	0,05		0,05	1,05	77			
	ПЛ	I зона	24,4 X 8		195,20	0,28		1	42	2 296				1	2296			
		II зона	14,971	+	2,200	17,17	0,17	1	42	123				1	123			
		III зона	1,700	X	2,000	3,40	0,09	1	42	13				1	13			
	НД	С	2,500	X	1,800	4,50	1,16	1	42	219	0,1	3,05	3,15	4,15	910			
<b>итого:</b>										<b>3109</b>				<b>итого:</b>	<b>3828</b>		<b>итого:</b>	<b>5674</b>
10	НС	З	3,300	X	3,100	9,27	0,22	1	46	94	0,05		0,05	1,05	99			
Котельная	НС	Ю	6,800	X	3,100	18,11	0,22	1	46	183			0	1	183			
	О	Ю	1,200	X	0,800	0,96	1,82	1	46	80			0	1	80			
	О	З	1,200	X	0,800	0,96	1,82	1	46	80	0,05		0,05	1,05	84	760	255	
	НД	Ю	0,900	X	2,230	2,01	1,16	1	46	107		2,00	2,002	3,00	321			
	ПЛ	I зона	13 X 4		52,00	0,28		1	46	670				1	670			
		II зона	4,000	X	0,500	2,00	0,17	1	46	16				1	16			
<b>итого:</b>										<b>1230</b>				<b>итого:</b>	<b>1453</b>		<b>итого:</b>	<b>1958</b>
Всего по 1 этажу :														26771				
<b>2 этаж</b>																		
2	НС	З	1,700	X	3,790	6,44	0,22	1	50	71	0,05		0,05	1,05	74			
Спальня 1	НС	Ю	4,200	X	3,790	12,32	0,22	1	50	135				1	135			
	НС	В	1,300	X	3,790	4,93	0,22	1	50	54	0,1		0,1	1,1	60			
	НС	Ю	4,040	X	3,790	11,71	0,22	1	50	129				1	129			
	НС	В	4,600	X	3,790	17,43	0,22	1	50	192	0,1		0,1	1,1	211	1 601	537	
	О	Ю	2,000	X	1,800	3,60	1,82	1	50	328			0	1	328			
	О	Ю	2,000	X	1,800	3,60	1,82	1	50	328			0	1	328			
	ПТ	-	31,240	+	5,250	36,49	0,24	0,9	45	394				1	394			
	<b>итого:</b>										<b>1630</b>				<b>итого:</b>	<b>1659</b>		<b>итого:</b>
3	НС	Ю	4,700	X	3,790	14,21	0,22	1	50	156				1	156			
Гардероб 1	НС	З	4,600	X	3,790	17,43	0,22	1	50	192	0,05		0,05	1,05	201	674	226	
	О	Ю	2,000	X	1,800	3,60	1,82	1	50	328				1	328			
	ПТ	-	4,200	X	3,900	16,38	0,24	0,9	45	177				1	177			
<b>итого:</b>										<b>853</b>				<b>итого:</b>	<b>862</b>		<b>итого:</b>	<b>1310</b>
4	НС	С	2,560	X	3,790	9,70	0,22	1	50	107	0,1		0,1	1,1	117	1 555	522	
Спальня 2	НС	В	5,400	X	3,790	15,97	0,22	1	50	176	0,1		0,1	1,1	193			

наименование помещения и $t_{в}, ^\circ\text{C}$	характеристика ограждающих конструкций						n	$(t_{в} - t_{н}) * n$	добавочные теплопотери				общий добавочный множитель m	$Q^*, \text{Вт}$	$Q_{инф}, \text{Вт}$	$Q_{быт}, \text{Вт}$	$Q_{расч}, \text{Вт}$	
	наименование	ориентация	размер, м			площадь, м <sup>2</sup>			коэффициент теплопередачи k, Вт/м <sup>2</sup> *°C	основные теплопотери Q, Вт	на ориентацию	прочие						сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
	НС	Ю	2,560	X	3,790	9,70	0,22	1	50	107			1	107				
	О	В	2,500	X	1,800	4,50	1,82	1	50	410	0,1		0,1	1,1	450			
	ПТ	-	5,000	X	7,230	36,15	0,24	0,9	45	390				1	390			
<b>итого:</b>										<b>1189</b>				<b>итого:</b>	<b>1258</b>		<b>итого:</b>	<b>2291</b>
5	ПТ	-	2,580	X	2,200	5,68	0,24	0,9	48,6	66				1	66			
С/у																		
<b>итого:</b>										<b>66</b>				<b>итого:</b>	<b>66</b>		<b>итого:</b>	<b>66</b>
6	НС	З	2,200	X	3,790	8,34	0,22	1	54	99	0,05		0,05	1,05	104			
Спальня	НС	С	5,520	X	3,790	17,68	0,22	1	54	210	0,1		0,1	1,1	231			
	НС	В	4,400	X	3,790	16,68	0,22	1	54	198	0,1		0,1	1,1	218	947	289	
	ПТ	-	5,120	X	4,400	22,53	0,24	0,9	48,6	263				1	263			
	О	С	1,800	X	1,800	3,24	1,82	1	54	318	0,1		0,1	1,1	350			
<b>итого:</b>										<b>1088</b>				<b>итого:</b>	<b>1166</b>		<b>итого:</b>	<b>1824</b>
7	НС	С	4,700	X	3,790	13,31	0,22	1	50	146	0,1		0,1	1,1	161			
Постирочная	НС	З	2,600	X	3,790	9,85	0,22	1	50	108	0,05		0,05	1,05	114			
	О	С	2,500	X	1,800	4,50	1,82	1	50	410	0,1		0,1	1,1	450	375	126	
	ПТ	-	4,700	X	2,600	12,22	0,24	0,9	45	132				1	132			
<b>итого:</b>										<b>796</b>				<b>итого:</b>	<b>857</b>		<b>итого:</b>	<b>1106</b>
8	НС	С	1,820	X	3,790	6,90	0,22	1	50	76	0,1		0,1	1,1	83			
Тамбур	ПТ	-	1,420	X	1,800	2,56	0,24	0,9	45	28				1	28			
<b>итого:</b>										<b>103</b>				<b>итого:</b>	<b>111</b>		<b>итого:</b>	<b>111</b>
9	НС	З	2,100	X	3,790	7,96	0,22	1	50	88	0,05		0,05	1,05	92			
Гардеробная 2	ПТ	-	4,300	X	1,900	8,17	0,24	0,9	45	88				1	88			
<b>итого:</b>										<b>176</b>				<b>итого:</b>	<b>180</b>		<b>итого:</b>	<b>180</b>
													Всего по 2 этажу :		9611			
													Итого по зданию :		36382			

## 3 ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

### 3.1 Система отопления

В данном дипломном проекте была разработана система отопления горизонтальная двухтрубная, с тупиковым движением теплоносителя с нижней разводкой.

Источник теплоты является индивидуальная котельная на первом этаже. «Теплоноситель - вода с температурой  $t_1 = 80^\circ\text{C}$ ,  $t_2 = 60^\circ\text{C}$ » [12].

По требованию заказчика должны соблюдаться нормы:

1. Сантарно-гигиенические
2. Архитектурно-строительные
3. Стоимость

В системе отопления применяются полипропиленовые трубы [9]. Трубопроводы прокладываются в полу в изоляции. Подающая и обратная магистраль прокладываются параллельно друг к другу. В качестве отопительных приборов применяются панельные радиаторы Kermi.

Выпуск воздуха из системы отопления осуществляется с помощью крана Маевского размещаемые сбоку прибора.

Магистральные трубопроводы и стояки систем отопления покрываются тепловой изоляцией из вспененного каучука K-Flex ST.

Эксплуатационные параметры панельных радиаторов Kermi (способны работать при давлении в системе 10 атмосфер и температуре теплоносителя включительно до  $110^\circ\text{C}$ ), их совместимость с трубами из различных материалов, - пластиком, медью, металлопластиком, сталью и других, возможность эксплуатации в одно- и двухтрубных системах отопления характеризуют универсальность устройств этого бренда.

Установка панельных стальных радиаторов предусматривается под оконными проемами.

Панельные радиаторы имеют ряд преимуществ :

1. Срок службы (до 25 лет)

2. Возможность функционирования с любыми котлами.
3. Простота в монтаже
4. Дизайн

Наглядное изображение панельных радиаторов Kermi представлен на рисунке

1.



Рисунок 1 – Панельные радиаторы Kermi

#### Гидравлический расчёт системы отопления

Расчет заключается в подборе диаметра труб, достаточных для подачи нужного количества воды в приборы системы.

Задача гидравлического расчета главного циркуляционного кольца состоит в подборе диаметров его отдельных участков таким образом, чтобы суммарные потери давления по кольцу были меньше величины расчетного циркуляционного давления на 5-10%.

В системе отопления главное циркуляционное кольцо проходит через наиболее удаленный отопительный прибор.

Насосное циркуляционное давление принимается по предварительно подобранному расходу насоса марки UPS 25-60 180 GRUNDFOS в положение второй скорости. Характеристика циркуляционного насоса представлена на рисунке

2.

$$\Delta P_{\text{н}} = 20000 \text{ Па}$$

Естественное давление  $\Delta P_e$  расчетного кольца системы не учитываем в расчетах, так как их доля не велика по сравнению с потерями системы.

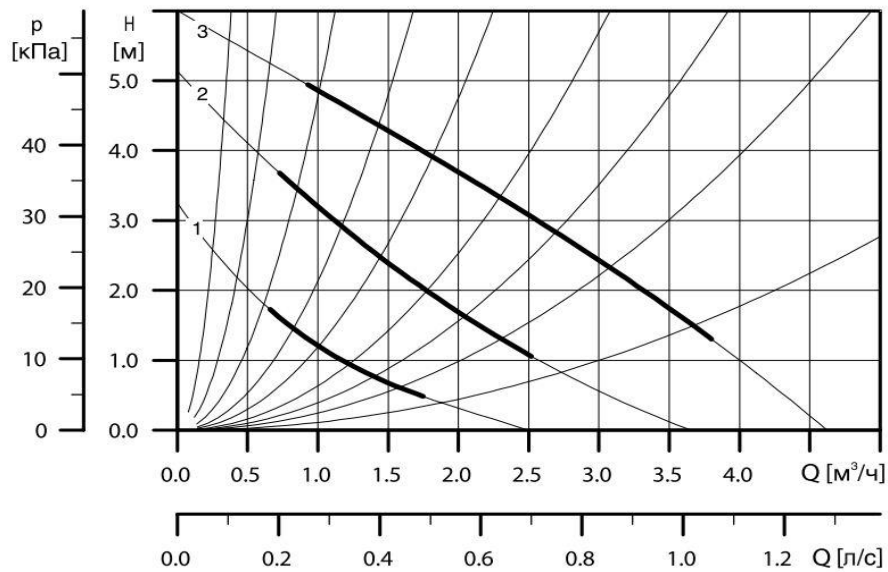


Рисунок 2 - Характеристика циркуляционного насоса GRUNDFOS UPS 25-60

Расход воды на участке  $G_{уч}$ , кг/ч определяем по формуле:

$$G_{уч} = \frac{3,6 \cdot Q_{уч}}{c \cdot (t_r - t_0)} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \quad , \quad (14)$$

где  $Q_{уч}$ - тепловая нагрузка участка, Вт;

$\beta_1$ -поправочный коэффициент, учитывающий теплопередачу через дополнительную площадь приборов, принятых к установке, для конвекторов равный 1,03;

$\beta_2$ - поправочный коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери вследствие размещения отопительных приборов у наружных ограждений, равный при установке конвекторов 1,02;

$c$ - удельная массовая теплоемкость воды, равная 4,19 кДж/(кг·°С);

$t_r$ -расчетная температура горячей воды, поступающей в систему отопления,  $t_r=80^\circ\text{C}$ ;

$t_0$ - расчетная температура обратной воды,  $t_0 = 60^\circ\text{C}$ .

Находим средние удельные потери давления, Па/м на трение по формуле :

$$R_{ср} = \frac{0,65 \cdot \Delta P_{рц}}{\Sigma l} \quad (15)$$

$$R_{ср} = \frac{0,65 \cdot 20000}{102,73} = 127 \text{ Па/м}$$

Увязка приборов по ветке производится балансировочным клапаном RTD-N [13]. Характеристика балансировочного клапана RTD-N представлена на рисунке 3.

Гидравлический расчет системы отопления представлены в таблице 8. Эпюры циркуляционных давлений изображены на рисунках 4,5,6.

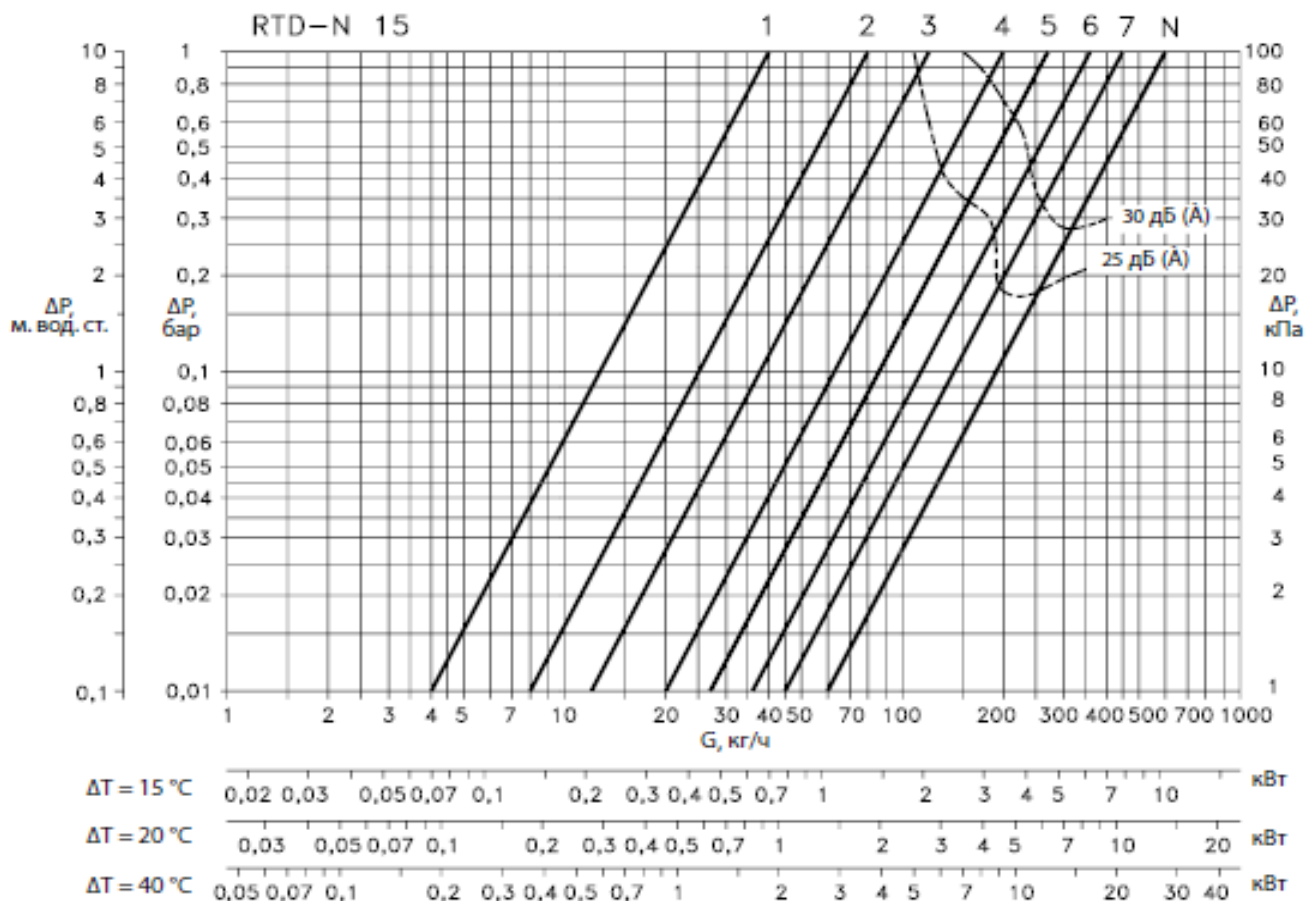


Рисунок 3-Потери давления балансировочного клапана RTD-N «Danfoss»

Расчётная схема системы отопления представлена в приложении А, рисунок 1.

Таблица 8 – Гидравлический расчет системы отопления

№ участка	Qуч,Вт	Gуч,кг/ч	Gуч,л/с	L,м	d,мм	w,м/с	Rф,Па/м	RфL,Па	Σξ	z,Па	Pдин,Па	RфL+z,Па	
Через прибор 2 этажа ,Ветка А,ΔPp=ΔPн=20000Па													
1-2	36003	1625	0,451	0,65	40x6,7	0,80	274	178,10	2	640	320,00	818	
2-3	28371	1280	0,356	1,06	40x6,7	0,61	170,00	180,20	1,5	279,075	186,05	459	
3-4	9434	426	0,118	6,08	25x4,2	0,60	238,00	1447,04	3	540	180,00	1987	
4-5	8124	367	0,102	5,07	25x4,2	0,50	183,79	931,82	3	375	125,00	1307	
5-6	6763	305	0,085	4,90	25x4,2	0,40	132,5	649,25	3	240	80,00	889	
6-7	5402	244	0,068	9,09	20x3,4	0,49	82,2	747,20	5,5	660,275	120,05	1407	
7-8	3111	140	0,039	11,49	20x3,4	0,32	114,2	1312,16	5,5	281,6	51,2	1594	
8-9	1287	58	0,016	8,31	20x3,4	0,1	27,9	231,85	4	20	5	252	
9-10	180	8	0,002	5,16	20x3,4	0,22	1,8	9,29	3	72,6	24,20	82	
10-11	180	8	0,002	0,8	20x3,4	0,1	1,8	1,44	32	160	5,00	1161	
11-12	180	8	0,002	5,09	20x3,4	0,22	1,8	9,16	2,5	60,5	24,20	70	
12-13	1287	58	0,016	8,25	20x3,4	0,1	27,9	230,18	4	20	5,00	250	
13-14	3111	140	0,039	9,27	20x3,4	0,32	114,2	1058,63	5,5	281,6	51,20	1340	
14-15	5402	244	0,068	9,18	20x3,4	0,49	82,2	754,60	5,5	660,275	120,05	1415	
15-16	6763	305	0,085	4,90	25x4,2	0,4	132,5	649,25	3	240	80,00	889	
16-17	8124	367	0,102	5,02	25x4,2	0,5	183,79	922,63	3	375	125,00	1298	
17-18	9434	426	0,118	7,20	25x4,2	0,6	238	1713,60	3	540	180,00	2254	
18-19	28371	1280	0,356	0,78	40x6,7	0,61	170	132,60	1,5	279,075	186,05	412	
19-1	36003	1625	0,451	0,48	40x6,7	0,8	274	131,52	1	320	320	452	
											Σ	18336	
Невязка: —————·100%=8,32%													
через прибор 1 этажа ,Ветка Б,ΔPp=16654 Па													
3-20	18937	855	0,237	2,99	32x5,4	0,67	263,7	788,46	2	449	224,45	1237	
20-21	16354	738	0,205	4,47	32x5,4	0,61	198,1	885,51	1,5	279,075	186,05	1165	
21-22	13771	622	0,173	2,59	32x5,4	0,5	144	372,96	3	375	125,00	748	
22-23	11188	505	0,140	3,60	25x4,2	0,6	323	1162,80	2	360	180,00	1523	
23-24	8605	388	0,108	9,20	25x4,2	0,3	62,4	574,08	4	180	45,00	754	
24-25	5325	240	0,067	10,16	25x4,2	0,37	111	1127,76	4	273,8	68,45	1402	
25-26	3714	168	0,047	2,22	20x3,4	0,37	140	310,80	1	68,45	68,45	379	



№ участка	Qуч,Вт	Гуч,кг/ч	Гуч,л/с	L,м	d,мм	w,м/с	Rф,Па/м	RфL,Па	Σξ	z,Па	Rдин,Па	RфL+z,Па	
26-27	2103	95	0,026	3,92	20x3,4	0,16	49,2	192,86	4	51,2	12,80	244	
27-28	1168	53	0,015	1,79	20x3,4	0,1	19,5	34,91	1	5	5,00	40	
28-29	585	26	0,007	2,53	20x3,4	0,1	6,3	15,94	1,5	8	5,00	23	
29-30	585	26	0,007	0,8	20x3,4	0,1	6,3	5,04	20	100	5,00	1105	
30-31	585	26	0,007	2,53	20x3,4	0,1	6,3	15,94	1	5	5,00	21	
31-32	1168	53	0,015	1,79	20x3,4	0,1	19,5	34,91	1	5	5,00	40	
32-33	2103	95	0,026	3,93	20x3,4	0,16	49,2	193,36	4	51	12,80	245	
33-34	3714	168	0,047	2,22	20x3,4	0,37	140	310,80	1	68	68,45	379	
34-35	5325	240	0,067	8,12	25x4,2	0,37	111	901,32	4	274	68,45	1175	
35-36	8605	388	0,108	9,25	25x4,2	0,3	62,4	577,20	4	180	45,00	757	
36-37	11188	505	0,140	3,52	25x4,2	0,6	323	1136,96	2	360	180,00	1497	
37-38	13771	622	0,173	4,08	32x5,4	0,5	144	587,52	3	375	125,00	963	
38-39	16354	738	0,205	3,17	32x5,4	0,61	198,1	627,98	1,50	279	186,05	907	
39-18	18937	855	0,237	4,080	32x5,4	0,670	263,700	788,463	2	449	224,45	1237	
											Σ	15841	
Невязка: —————·100%=4,88%													
через прибор 1 этажа ,Ветка В,ΔP=17066Па													
2-40	7632	344	0,096	5,83	20x3,4	0,70	498	2903,34	2	490	245,00	3393	
40-41	5674	256	0,071	2,90	20x3,4	0,5	289,6	839,84	1	125	125,00	965	
41-42	3783	171	0,047	2,46	20x3,4	0,37	140	344,40	1	68,45	68,45	413	
42-43	1892	85	0,024	2,39	20x3,4	0,14	42,8	102,29	2,5	24,5	9,80	127	
43-44	1891	85	0,024	0,8	16x2,7	0,24	123,8	99,04	32	921,6	28,80	6021	
44-45	1891	85	0,024	2,38	20x3,4	0,14	42,8	101,86	2,5	24,5	9,80	126	
45-46	3783	171	0,047	2,45	20x3,4	0,37	140	343,00	1	68,45	68,45	411	
46-47	5674	256	0,071	2,88	20x3,4	0,5	289,6	834,05	1	125	125,00	959	
47-19	7632	344	0,096	4,73	20x3,4	0,7	498	2355,54	2	490	245,00	2846	
											Σ	15261	
Невязка: —————·100%=10%													

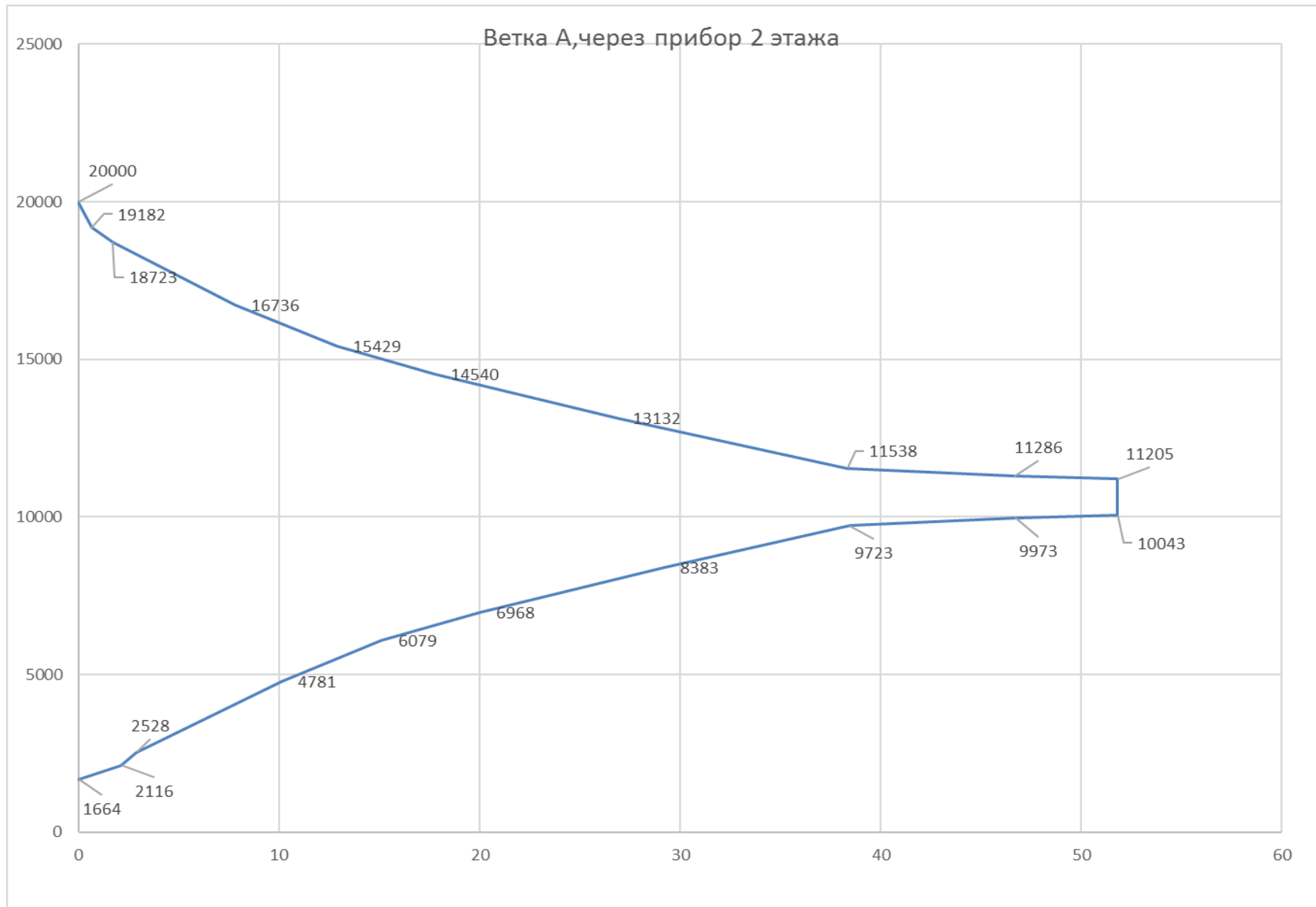


Рисунок 4 – Эпюра циркуляционного давления Ветки А

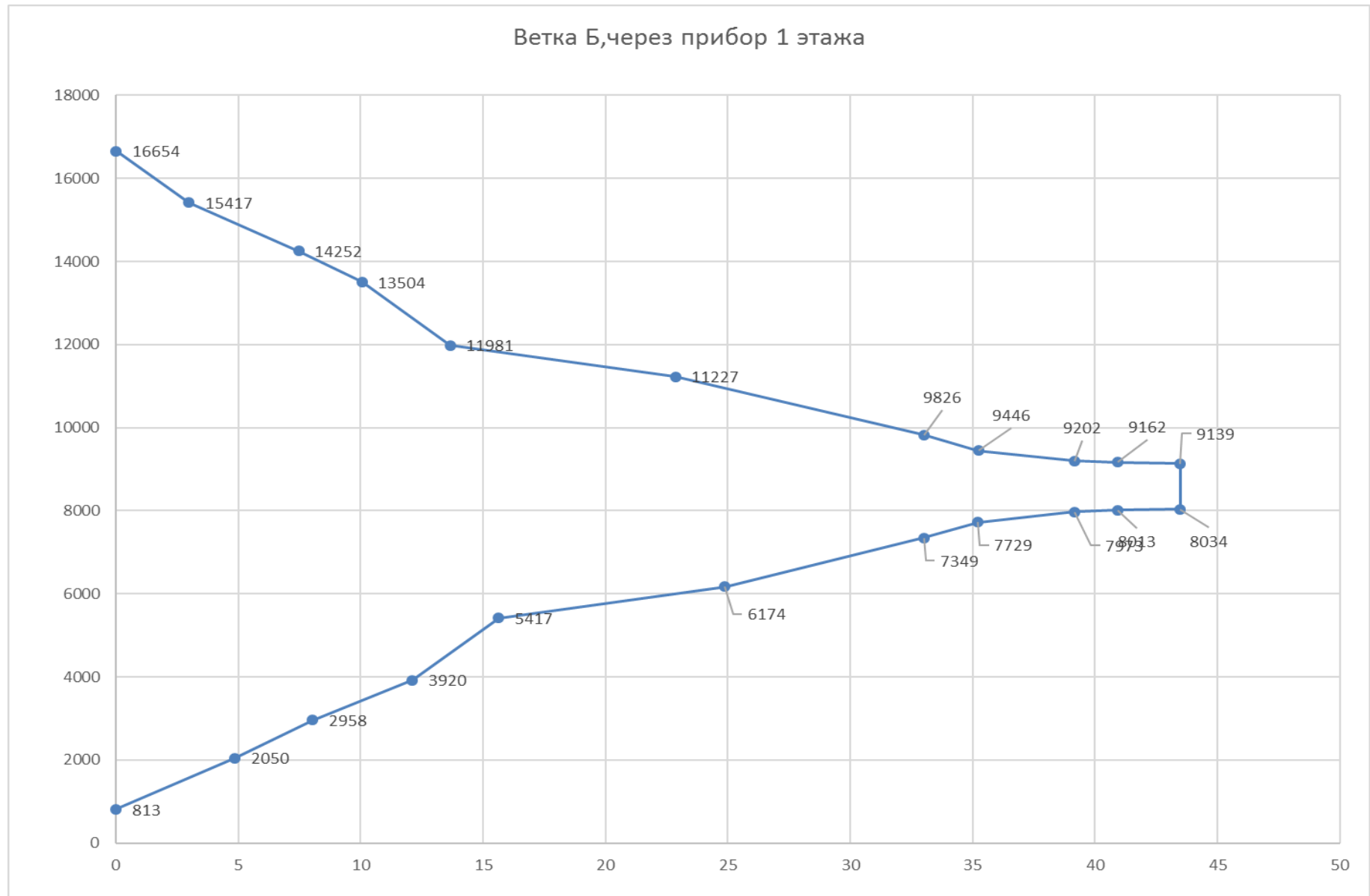


Рисунок 5 –Эпюра циркуляционного давления Ветки Б

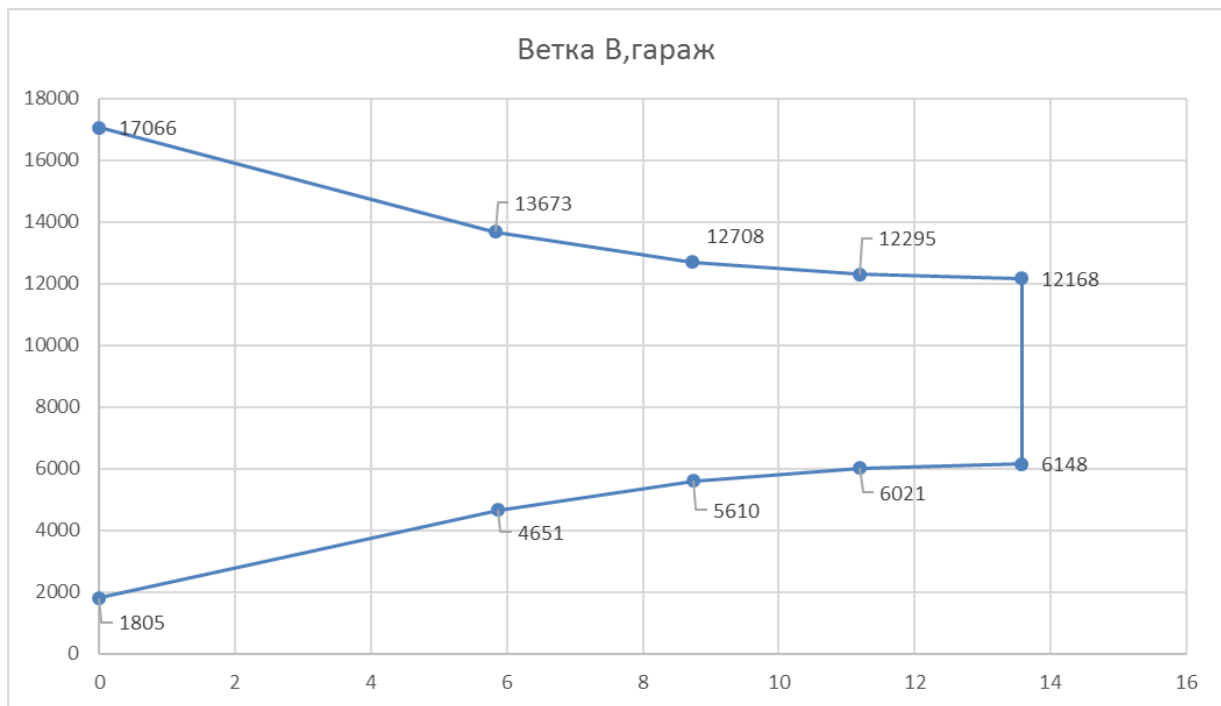


Рисунок 6 – Эпюра циркуляционного давления Ветки В

### Подбор отопительных приборов

В качестве отопительных приборов используются панельные радиаторы Kermi 33-600; Kermi 33-300; Kermi 11-300; Kermi 12-300; Kermi 12-500; Kermi 12-600.

Фактическая теплоотдача одной секции  $Q_{np}$ , определяется по формуле:

$$Q_{np} = Q_{ном} \left( \frac{\Delta t_{cp}}{70} \right)^{1+n} \cdot \left( \frac{G_{np}}{360} \right)^P \quad (16)$$

где  $Q_{ном}$  - номинальная теплоотдача одной секции прибора отопления.

$\Delta t_{cp}$  - температурный градиент прибора и внутреннего воздуха, °С;

$G_{np}$  - расход воды, кг/ч;

$n, P$  - эмпирические коэффициенты  $n=0,3, P=0,01$ ;

Температурный градиент прибора определяется по формуле :

$$\Delta t_{cp} = 0,5 \cdot (t_{вх} + t_{вых}) - t_{в} \quad (17)$$

Расчёт отопительных приборов представлен в таблицы 9.

Таблица 9-Расчет отопительных приборов

№пом	№ гр	Qгр,Вт	β1	β2	Gгр,кг/ч	tвх,0С	tвых,0С	Δtср,0С	$(\Delta t_{ср}/70)^{1+n}$	$(G_{гр}/360)^p$	n	P	Qфакт,Вт	Lок,мм	Lпр,мм	h пр,мм	Тип прибора
1 этаж,Ветка Б																	
1 прихожая	1б	585	1,0 3	1,02	26	80	60	50	0,64 6	0,97 4	0,3	0,0 1	672	700	600	50 0	Радиаторы Керми,тип 12
	2б	585	1,0 3	1,02	26				0,64 6	0,97 4	0,3	0,0 1	672	700	600	50 0	Радиаторы Керми,тип 12
3 ЛК	3б	935	1,0 3	1,02	42				0,64 6	0,97 9	0,3	0,0 1	106 4	700	700	50 0	Радиаторы Керми,тип 22
4 кабинет	4б	161 1	1,0 3	1,02	72				0,64 6	0,98 4	0,3	0,0 1	167 2	140	110	70 0	Радиаторы Керми,тип 22
	5б	161 1	1,0 3	1,02	72				0,64 6	0,98 4	0,3	0,0 1	167 2	140	110	70 0	Радиаторы Керми,тип 22
8 гостиная	6б	328 0	1,0 3	1,02	14 8				0,64 6	0,99 1	0,3	0,0 1	349 6	250	230	50 0	Радиаторы Керми,тип 22
	7б	258 3	1,0 3	1,02	11 6				0,64 6	0,98 9	0,3	0,0 1	260 7	200	200	60 0	Радиаторы Керми,тип 12
7 кухня-столовая	8б	258 3	1,0 3	1,02	11 6				0,64 6	0,98 9	0,3	0,0 1	260 7	200	200	60 0	Радиаторы Керми,тип 12
	9б	258 3	1,0 3	1,02	11 6				0,64 6	0,98 9	0,3	0,0 1	275 8		110	60 0	Радиаторы Керми,тип 33
	10б	258 3	1,0 3	1,02	11 6				0,64 6	0,98 9	0,3	0,0 1	275 8		110	60 0	Радиаторы Керми,тип 33
1этаж ,Ветка В																	
9 гараж	1в	189 1	1,0 3	1,02	85	80	60	58	0,78 3	0,98 6	0,3	0,0 1	190 0	120 0	120 0	60 0	Радиаторы Керми,тип 12
	2в	189 1	1,0 3	1,02	85				0,78 3	0,98 6	0,3	0,0 1	190 0	120 0	120 0	60 0	Радиаторы Керми,тип 12
	3в	189 1	1,0 3	1,02	85				0,78 3	0,98 6	0,3	0,0 1	190 0	120 0	120 0	60 0	Радиаторы Керми,тип 12

10 котельная	4в	195 8	1,0 3	1,02	88			54	0,71 4	0,98 6	0,3	0,0 1	201 8	120 0	120 0	50 0	Радиаторы Кермі,тип 22	
2 этаж,Ветка А																		
9 гардеробна я	1а	180	1,0 3	1,02	8	80	60	50	0,64 6	0,96 3	0,3	0,0 1	236		400	30 0	Радиаторы Кермі,тип 11	
7 постирочна я	2а	110 6	1,0 3	1,02	50			50	0,64 6	0,98 0	0,3	0,0 1	110 9	250 0	110 0	30 0	0	Радиаторы Кермі,тип 22
6 спальня	3а	182 4	1,0 3	1,02	82			50	0,64 6	0,98 5	0,3	0,0 1	182 4	180 0	120 0	50 0	0	Радиаторы Кермі,тип 22
4 спальня	4а	229 1	1,0 3	1,02	10 3			50	0,64 6	0,98 8	0,3	0,0 1	230 6	250 0	160 0	30 0	0	Радиаторы Кермі,тип 33
2 спальня	5а	136 1	1,0 3	1,02	61			50	0,64 6	0,98 2	0,3	0,0 1	156 9	200 0	140 0	50 0	0	Радиаторы Кермі,тип 12
	6а	136 1	1,0 3	1,02	61			50	0,64 6	0,98 2	0,3	0,0 1	156 9	200 0	140 0	50 0	0	Радиаторы Кермі,тип 12
3 гардеробна я	7а	131 0	1,0 3	1,02	59			50	0,64 6	0,98 2	0,3	0,0 1	133 8	200 0	180 0	30 0	0	Радиаторы Кермі,тип 12

### 3.2 Горячее водоснабжение

Запроектирована циркуляционная система с нижней разводкой с полотенцесушителями. Прокладка трубопроводов скрытая в полу в изоляции из вспененного каучука K-Flex ST. На стояках системы горячего водоснабжения предусматривается установка отключающей арматуры.

Полотенцесушитель присоединяется к циркуляционному трубопроводу.

Для системы горячего водоснабжения используются полипропиленовые трубы ЕКОPLASTIK PN 20 [9]. Температура теплоносителя 65°C. Расчетная схема горячего водоснабжения представлена в приложении Б, рисунок 2.

#### Определение расходов горячей воды

Количество жителей:  $U = 3$  чел; количество приборов :  $N = 6$  шт.

« $Q_0^h = 0,2$ - секундный расход прибора, л/с;  $q_{0,hr}^h = 200$ -часовой расход прибора ,л/час;  $q_{hr,u}^h = 8,5$ -норма расхода горячей воды, л/час» СП 30.13330.2016 [8]

«Максимальный секундный расход горячей воды:

$$q^h = 5 \cdot q_0^h \cdot \alpha, \text{ л/с} \quad (18)$$

где  $q_0^h$  - секундный расход горячей воды прибором, л/с;

$\alpha$  - коэффициент, определяем» СП 30.13330.2016 [8, табл Б.2]

«Вероятность действия санитарно-технических приборов

$$p^h = \frac{q_{hr,u}^h \cdot U}{3600 \cdot q_0^h \cdot N}, \quad (19)$$

где  $q_{hr,u}^h$ - норма расхода воды , л/час, одним потребителем в час наибольшего водопотребления;

$U$  - число жителей в здании;

$N$  - общее число приборов в здании» [8]

$$p^h = \frac{8,5 \cdot 3}{3600 \cdot 0,2 \cdot 6} = 0,0059$$

$$\alpha = f N \cdot P^c = f 6 \cdot 0,0059 = f(0,035)$$

$$\alpha = 0,247$$

$$q^h = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,247 = 0,247 \text{ л/с}$$

«Максимальный часовой расход горячей воды» СП 30.13330.2016 [8]

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot q_{0,hr}^h \cdot \alpha_{hr}, \text{ м}^3/\text{час} \quad (20)$$

где  $q_{0,hr}^h$  - расход воды одним прибором в час наибольшего водопотребления, л/час;

$\alpha_{hr}$  - коэффициент, определяем из [8, прил Б2].

«Вероятность одновременного действия приборов в час :

$$P_{hr}^h = \frac{3600 \cdot P^h \cdot q_0^h}{q_{0,hr}^h} \quad (21)$$

где  $P^h$  - вероятность одновременного действия санитарно-технических приборов;

$q_0^h$  - секундный расход горячей воды прибором л/с;

$q_{0,hr}^h$  - расход воды одним прибором в час наибольшего водопотребления, л/час» [8].

$$P_{hr}^h = \frac{3600 \cdot 0,0059 \cdot 0,2}{200} = 0,021$$

$$\alpha = f 6 \cdot 0,021 = f(0,127)$$

$$\alpha = 0,375$$

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot 200 \cdot 0,375 = 0,375 \text{ м}^3/\text{час}$$

«Средний часовой расход теплоты :

$$Q_T^h = 1,16 \cdot q_T^h \cdot 65 - t^c \cdot Q^{ht} \text{ кВт} \quad (22)$$

где  $t^c$  - температура холодной воды, °С;

$Q^{ht}$  - потери теплоты в системе горячего водоснабжения, кВт(принимаем 10%);

$q_T^h$  - средний часовой расход горячей воды, м<sup>3</sup>/час» [8] :

$$q_T^h = \frac{q_u}{24} \quad (23)$$

«Средний суточный расход горячей воды :



$$q_u = \frac{q_u^h \cdot U}{1000} \text{ м}^3/\text{сут} \quad (24)$$

где  $q_u^h$  - норма расхода воды потребителями в сутки наибольшего водопотребления, л/сут;

$U$  - число потребителей в здании» [8].

$$Q_u = \frac{72,3 \cdot 3}{1000} = 0,21 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$q_T^h = \frac{0,21}{24} = 0,009$$

$$Q_T^h = 1,16 \cdot 0,009 \cdot 65 - 5 \cdot 1,1 = 0,68 \text{ кВт}$$

«Максимальный часовой расход теплоты» [8] :

$$Q_{hr}^h = 1,16 \cdot q_{hr}^h \cdot 65 - t^c + Q^{ht} \text{ кВт} \quad (25)$$

где  $q_{hr}^h$  - см. формулу(20).

$$Q_{hr}^h = 1,16 \cdot 0,375 \cdot 65 - 5 \cdot 1,1 = 28,71 \text{ кВт}$$

#### Гидравлический расчет горячего водоснабжения

Определить потери давления на расчетных участках по формуле :

$$\Delta p = Rl(1 + K_M), \text{Па} \quad (26)$$

где  $R$  - удельные потери на трение при расчетном расходе воды на участке, Па/м;

$l$  - длина расчетного участка, м;

$K_M$  - коэффициент, учитывающий потери давления в местных сопротивлениях, согласно [8]:

Для закрытых систем :

$K_M=0,2$  - для подающих и циркуляционных магистральных трубопроводов;

$K_M=0,5$  - для трубопроводов в пределах котельной

Скорость горячей воды должна быть  $0,7 < W < 1,5$  м/с.

Гидравлический расчет сводится в таблицу в таблице 10.

Таблица 10 – Гидравлический расчет системы горячего водоснабжения

N,уч	L,м	N,шт	Pc	NP	$\alpha$	q,h,л/с	D,мм	Wt,м/с	Rt,Па/м	Км	$\Delta P$ ,Па	$\Sigma \Delta P$ ,кПа	
Магистраль													
1	1,13	1	0,006	0,006	0,200	0,200	25x4,2	0,90	617	0,1	766,93	0,77	
2	7,56	2	0,006	0,012	0,200	0,200	25x4,2	0,90	617	0,1	5130,97	5,90	
N,уч	L,м	N,шт	Pc	NP	$\alpha$	q,h,л/с	D,мм	Wt,м/с	Rt,Па/м	Км	$\Delta P$ ,Па	$\Sigma \Delta P$ ,кПа	
2*	3,86	2	0,006	0,012	0,200	0,200	32x5,4	0,90	188	0,1	798,25	6,70	
3	1,13	3	0,006	0,018	0,209	0,209	32x5,4	0,61	206	0,1	256,06	6,95	
4	10,2	4	0,006	0,024	0,223	0,223	32x5,4	0,64	234	0,1	2625,48	9,58	
5	3,19	6	0,006	0,035	0,247	0,247	32x5,4	0,69	283	0,5	1354,16	10,93	
$\Sigma$												10,93	
Ответвление													
6	4,26	1	0,006	0,006	0,200	0,200	20x3,4	1,50	1900	0,1	8903,40	8,90	
7	13,05	1	0,006	0,006	0,200	0,200	25x4,2	0,90	617	0,1	8857,04	8,86	
через участок 4 и участок 7													=———— 100=7,51%
участок 6 и участок 7													=———— 100=0,4%

#### Определение потерь теплоты подающими трубопроводами

Потери теплоты определяются для каждого участка, учитывая теплоизоляцию в соответствии [8].

Расчёт введется исходя из средней температуры воды в системе :

$$t_{\Gamma}^{cp} = \frac{t_n + t_k}{2}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (27)$$

$$t_{\Gamma}^{cp} = \frac{65 + 60}{2} = 62,5^\circ\text{C}$$

Потери теплоты (Вт) на каждом расчётном участке:

$$\Delta Q = \pi d_n l K (t_{\Gamma}^{cp} - t_{окр}) (1 - \eta) \quad (28)$$

Где  $d_n$  - наружный диаметр, мм

$K$  - коэффициент теплопередачи для полипропиленовых труб 0,75 Вт/(м<sup>2</sup>°C);

$\eta = 0,8$  - КПД тепловой изоляции.

Расчеты потери теплоты сводятся в таблицу 11.

Таблица 11 – Потери теплоты

N,уч	L,м	dn,м	токр,	(tr-токр)	1-n	Потери теплоты		$\Sigma\Delta Q=\Sigma\Delta Q_{ht}$ , Вт	примечание
						на 1 м	на участке		
<b>СтТ3-1</b>									
1	1,13	0,025	20	42,5	0,2	0,50	0,57	1	
2	7,56	0,025	20	42,5	0,2	0,50	3,78	4	2 полотенцасушителя на участке, 100*2=200 Вт
2*	3,86	0,032	20	42,5	0,2	0,64	2,47	7	
3	1,13	0,032	20	42,5	0,2	0,64	0,72	8	
4	10,2	0,032	20	42,5	0,2	0,64	6,53	14	
								214	
5	3,19	0,032	20	42,5	0,2	0,64	2,04		
<b>СтТ3-2</b>									
7	13,05	0,025	20	42,5	0,2	0,50	6,53	221	
								$\Sigma$ 223	
Суммарные потери подающими теплопроводами с учетом полотенцесушителей $\Sigma Q_{п}=223\text{Вт}=0,223\text{кВт}$									

### Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов

Циркуляционный расход воды у индивидуального теплового пункта,  $q^{\text{cir}}$ , кг/ч,:

$$q^{\text{cir}} = \frac{0,86 \cdot Q^{\text{ht}}}{\Delta t} \quad (29)$$

где  $Q^{\text{ht}}$  - суммарные потери теплоты, Вт;

$\Delta t$  - разница температур в подающих трубопроводах, °С.

$$1) \quad q_5^{\text{cir}} = \frac{0,86 \cdot 223}{65-60} = 38,35 \text{ кг/ч}$$

$$2) \quad \frac{q_{\text{Ст2}}^{\text{cir}}}{q_5^{\text{cir}}} = \frac{Q_{\text{Ст2}}}{Q_{\text{Ст2}}+Q_{\text{Ст1}}}$$

$$3) \quad q_{\text{Ст2}}^{\text{cir}} = 38,35 \cdot \frac{6,53}{6,53+214} = 1,13 \text{ кг/ч}$$

$$4) \quad q_{\text{Ст1}}^{\text{cir}} = 38,35 - 1,13 = 37,21 \text{ кг/ч}$$

Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов представлен в таблице 12.

Таблица 12-Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов

№ участка	L,м	qсир,кг/ч	D,мм	Wt,м/с	R,Па/м	Км	ΔP,Па	ΣΔp,кПа
Циркуляционное кольцо СтТЗ-1								
5	3,19	38,35	32x5,4	0,1	1	0,5	4,785	0,005
4	10,2	37,21	32x5,4	0,1	1	0,2	12,24	0,017
3	1,13	37,21	32x5,4	0,1	1	0,2	1,36	0,018
2*	7,56	37,21	32x5,4	0,1	1	0,2	9,07	0,027
2`	8,03	37,21	25x4,2	0,1	3	0,5	36,14	0,064
3`	1,13	37,21	25x4,2	0,1	3	0,5	5,09	0,069
4`	10,2	37,21	25x4,2	0,1	3	0,5	45,90	0,115
5`	3,19	38,35	25x4,2	0,1	3	0,5	14,36	0,129
Циркуляционное кольцо СтТЗ-2								
7	13,05	1,13	25x4,2	0,1	1	0,2	15,66	0,016
7`	10,02	1,13	16x2,7	0,1	7	0,5	105,21	0,121
=———— 100=8%								

### 3.3 Подбор оборудования

Подбор котла осуществляется исходя из требуемой мощности системы отопления  $Q_{с.о} = 36382$  Вт, то есть 36,3 кВт.

В помещении котельной устанавливается одноконтурный напольный котел Protherm Медведь 40 KLOM.

Газовый напольный котел Protherm Медведь 40 KLOM предназначен для системы отопления и горячего водоснабжения при условии подключения внешнего бойлера. Электророзжиг упрощает запуск котла. За счет внешней панели управления достигается удобство регулировки и контроля параметров работы котла. Предусмотрена плавная регулировка мощности котла. Возможна работа агрегата на магистральном и сжиженном газе. Охладительный контур предотвращает перегрев воды в системе отопления. Горелка котла изготовлена из нержавеющей стали.

Характеристики котла Protherm Медведь 40 KLOM :

1. Напряжение: 230 Вт
2. Мах потребляемая тепловая мощность: 40 кВт
3. Число контуров: одноконтурный

4.Мощность: 38,5 кВт

5.КПД при 100% тепловой мощности :92%

6.Тип :газовый напольный

7.Камера сгорания:открытая

Наглядное изображение котла представлен на рисунке 8.



Рисунок 8 – напольный котел Protherm Медведь 40 KLOM

Существует ряд преимуществ напольного котла Protherm Медведь 40 KLOM :

1. Высокий КПД
2. Устойчив к сложным гидравлическому режиму
3. Электророзжиг

#### Подбор водонагревателя

Емкость накопительного водонагревателя рассчитывается в зависимости от длительности периода максимального водоразбора, м<sup>3</sup> :

$$W = \frac{T \cdot Q_{hr}^h}{1,16 \cdot (62,5 - t^c)} \quad (30)$$

где T-длительность периода с максимальным водопотреблением, ч, принимается 0,5.

$$W = \frac{0,5 \cdot 28,71}{1,16 \cdot (62,5 - 5)} = 0,215 \text{ м}^3$$

В котельной дополнительно к котлу устанавливается емкостной водонагреватель Thermex Champion ER 300 V 6 кВт.

Характеристика емкостного водоподогревателя Thermex Champion ER 300:

- 1.Расчитан на 7 человек и более
- 2.Объем резервуара: 300 литров
- 3.Вид нагрева: электрический
- 4.Номинальная мощность:6 кВт

Наглядное изображение емкостного водоподогревателя представлено на рисунке



Рисунок 9 – Емкостной водоподогреватель Thermex Champion ER 300 V

#### Подбор циркуляционного насоса

Расчёт напора для циркуляционных насосов определяется по формуле :

$$H_{\text{цн}} = \Delta H_{\text{пц}} \cdot \frac{x \cdot q^h + q^{\text{cir}}}{q^{\text{cir}}} + \Delta H_{\text{ц}}, \text{ м} \quad (31)$$

где  $\Delta H_{\text{ц}}$ -потери напора в циркуляционном трубопроводе , м;

$x \cdot q^h + q^{\text{cir}}$  -расход воды в циркуляционной системе в режиме частичного водоразбора с циркуляцией , кг/ч;

X-доля максимального водоразбора  $q^h$ , равной 0,15;

$\Delta H_{\text{пц}}$ -потери напора в подающем трубопроводе, м.

$$q^{\text{cir}} = 38,35 \text{ кг/ч}$$

$$q^h = 0,247 \text{ л/с} = 889,2 \text{ кг/ч}$$

$$H_{\text{цн}} = 0,03 \cdot \frac{0,15 \cdot 889,2 + 38,35}{38,35}^2 + 0,03 = 0,63 \text{ м}$$

По напору и расходу подбирается циркуляционный насос. Изображение насоса представлен на рисунке 10. Характеристика циркуляционного насоса в приложении В, рисунок 3.



Рисунок 10-Циркуляционный насос GRUNDFUS UP 20-07 N 150.

## 4 ВЕНТИЛЯЦИЯ

### 4.1 Выбор и конструирование принципиальных решений

Для обеспечения необходимого микроклимата в жилом доме предусмотрены системы с механическим и естественным побуждением. Приток в здание предусмотрен организованный с помощью клапанов КИВ и ВТК Sistemair.

Каналы естественной вентиляции для естественной вытяжки выполняются в толще стен. Для системы вентиляции были приняты стальные оцинкованные воздуховоды.

Отвод дымовых газов от котла осуществляется через дымовую трубу. Труба расположена в отдельной шахте, выполненной в строительных конструкциях.

В кухне столовой (7) предусматривается вентиляция с механическим побуждением в виде вытяжного зонта от 4-х конфорочной газовой плиты (Система В1), в санузлах (система В2), котельная (система В3), гараж (система В4), а в остальных помещениях предусмотрена система с естественным побуждением.

### 4.2 Определение требуемых воздухообменов

Воздухообмен в здании рассчитывается с учетом требований по СП [12.табл.8.1].

Расчеты воздухообмена сводятся в таблицу 1, приложение Г.

### 4.3 Аэродинамический расчёт

Расчет проводим с целью подбора диаметров воздуховодов, регулирующих устройств и определения потерь давления в системе.

Располагаемое давление  $p_{расп.}$ , Па :

$$p_{расп.} = H \cdot \Delta\gamma \quad (32)$$

где  $H$  - расстояние по вертикали от центра вытяжной решетки на входе воздуха по расчетному направлению до верха вытяжной шахты;



$\Delta\gamma$  - расчетная разность удельного веса воздуха снаружи и внутри помещения, Н/м<sup>3</sup>;

Расчетная температура наружного воздуха в аэродинамическом расчете вытяжных систем с естественным побуждением движения воздуха принято:  $t_n = +5^\circ\text{C}$ ,  $v_n = 0$ .

$$\Delta\gamma = 9,81 \cdot \left( \frac{353}{273 + 5} - \frac{353}{273 + t_e} \right) = 9,81 \cdot \left( 1,27 - \frac{353}{273 + t_e} \right) \quad (33)$$

Величину запаса при определении потери давления в основном расчетном направлении принимают от 5 до 10%, т.е.

$$5\% \leq \frac{P_{расч} - \sum \beta_{ш}^{L+z} \zeta_{сист}}{P_{расч}} \cdot 100\% \leq 10\%$$

Увязку отдельных ответвлений с расчетной магистралью производят с учетом разницы располагаемого давления для ответвлений. Располагаемое давление для расчета ответвления равно

$$P_{расч.i} = H_i - H_{\min} \Delta\gamma + \sum \beta_{ш}^{L+z} \zeta_{парал.} \quad (34)$$

где  $\sum \beta_{ш}^{L+z} \zeta_{парал.}$  - потеря давления на участках основной магистрали, параллельных с рассматриваемым ответвлением;

$\beta_{ш}$  - коэффициент учитывающий абсолютную эквивалентную шероховатость принятого материала;

При расчете необходимо определить соответствующее значение равновеликого диаметра воздуховода круглого сечения, потери давления на трение в котором равны потерям на трение в прямоугольном воздуховоде при той же скорости:

$$d_{\text{э}} = \frac{2av}{a+v} \quad (35)$$

где  $a$  и  $v$  - размеры прямоугольного канала, м;

По известному расходу воздуха на участке  $L$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , и рекомендуемой скорости движения воздуха  $v_{\text{рек}}$  выбирают ориентировочную площадь сечения участка и принимают размеры воздуховода.

Для помещений 1 этажа располагаемое давление будет равно:

$$\Delta\gamma = 9,81 \cdot \left( 1,27 - \frac{353}{273 + 20} \right) = 0,68 \text{ Н/м}^3$$

1) кухни-столовой:

$$p_{\text{расп.}} = 2,5 \cdot 0,68 = 1,7 \text{ Па}$$

2) гардеробная, кладовая, кабинет :

$$p_{\text{расп.}} = 6,29 \cdot 0,68 = 4,27 \text{ Па}$$

Для помещения постирочной и гардеробной на 2 этаже:

$$\Delta\gamma = 9,81 \cdot \left( 1,27 - \frac{353}{273 + 20} \right) = 0,68 \text{ Н/м}^3$$

$$p_{\text{расп.}} = 2 \cdot 0,68 = 1,36 \text{ Па}$$

Результаты аэродинамического расчета сведены в таблицу 2, приложение Д.

## 5 КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

### 5.1 Конструирование и обоснование системы

С целью повышения комфортности для летнего периода проектом предусмотрены система кондиционирования. Система кондиционирования К1 рассчитана на ассимиляцию тепло избытков из помещений. К тепло избыткам относятся: солнечная радиация, поступающая через световые проемы, теплопоступления от людей. Температура внутреннего воздуха в системе кондиционирования рассчитывается на оптимальные параметры  $t_{в} = 22^{\circ}\text{C}$ .

Все наружные блоки систем кондиционирования размещаются на фасадах, устанавливаются на кронштейнах.

Оборудование систем кондиционирования поставляется с завода – изготовителя в комплектации с пультом управления, работа осуществляется автоматически с помощью пультов управления по заданным параметрам.

### 5.2 Теплопоступления

#### Теплопоступления от солнечной радиации

Теплопоступления от солнечной радиации определяется по формуле:

$$Q_{\text{сол}} = (q_{\text{вп}} + q_{\text{вр}}) \cdot F_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \beta_{\text{сз}}, \quad (36)$$

где  $q_{\text{вп}}$ -поступление тепла от прямой солнечной радиации в июле через вертикальное и горизонтальное одинарное остекление световых проемов со стеклом толщиной 2,5-3,5 мм;

$q_{\text{вр}}$ -поступление тепла от рассеянной солнечной радиации в июле через вертикальное и горизонтальное одинарное остекление световых проемов со стеклом толщиной 2,5-3,5 мм;

$F_0$ -поверхность остекления, м;

$K_1$ -коэффициент, учитывающий затенение остекления и загрязнения атмосферы принимаем по [14. табл 2.22];

$K_2$ -коэффициент, учитывающий загрязнение стекла [14.табл.2.23]

$\beta_{сз}$ -коэффициент теплопропускания солнцезащитных устройств, принимаемый равным 1 [14,табл.2.25].

Расчет теплоступлений от солнечной радиации сведен в таблицу 13.

Таблица 13 – Теплоступления от солнечной радиации

	Часы суток															
	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20
	<b>Спальня (2)/кухня-столовая(7)</b>															
	Ю															
qвп	-	-	-	58	171	283	378	424	424	378	283	171	58	-	-	-
qвр	10	43	80	102	114	119	121	123	123	121	119	114	102	80	43	10
F,м2	7,2															
к1	1,05	1,05	1,05	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1,05	1,05	1,05
к2	0,95															
$\beta_{сз}$	1															
Qср	72	309	575	657	1170	1650	2048	2245	2245	2048	1650	1170	657	575	309	72
	<b>Спальня (4)</b>															
	В															
qвп	160	442	664	607	572	457	280	105	105	280	457	572	607	664	442	160
qвр	29	99	160	174	166	135	113	98	98	113	135	166	174	160	99	29
F,м2	4,5															
к1	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
к2	0,95															
$\beta_{сз}$	0,15															
Qср	73	208	317	300	284	228	151	78	78	151	228	284	300	317	208	73
	<b>Спальня (6)</b>															
	С															
qвп	100	155	77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77	155	100
qвр	17	73	93	96	91	85	81	80	80	81	85	91	96	93	73	17
F,м2	3,24															
к1	0,6	0,6	0,6	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,6	0,6	0,6
к2	0,95															
$\beta_{сз}$	0,15															
Qср	32	63	47	47	44	41	39	39	39	39	41	44	47	47	63	32

### Теплоступления от людей

Количество тепла ,Вт , поступающее в помещение от людей определяем по формуле :

$$Q_{л} = q \cdot n, \quad (37)$$

где q - удельное выделение тепла одним человеком ,Вт/чел,

n - количество человек ,одновременно находящихся в помещении.

1.Спальня (2) :

q=86 Вт, теплоступления от 2-х человек:

$$Q_{л} = 78 \cdot 2 = 156 \text{ Вт}$$

2.Кухня-столовая (7):

При  $t_b = 22^\circ\text{C}$   $q=86$  Вт, тепlopоступления от 7-х человек:

$$Q_{\text{л}} = 86 \cdot 7 = 602 \text{ Вт}$$

3.Спальня (4):

$$Q_{\text{л}} = 78 \cdot 2 = 156 \text{ Вт}$$

4.Спальня (6):

$$Q_{\text{л}} = 78 \cdot 2 = 156 \text{ Вт}$$

5.Кабинет(4):

$$Q_{\text{л}} = 78 \cdot 2 = 156 \text{ Вт}$$

Тепlopоступления от оборудования

1. 300 Вт для компьютера;
2. 200 Вт для телевизора;
3. для других бытовых приборов тепловыделение будет равно 30% от потребляемой электрической мощности.

Так как телевизор может работать не постоянно, то за расчетное тепlopоступление от оборудования принимаем от холодильника в помещении кухни-столовой.

Для кухни-столовой : Установочная мощность холодильника 400 Вт.

$$Q = \frac{400 \cdot 30}{100} = 120 \text{ Вт}$$

### 5.3 Подбор оборудования

Подбор оборудования системы кондиционирования выполнен на основании произведенных расчётов. Характеристики выбранного оборудования сведены в таблицу 14.

Таблица 14 – Характеристика оборудования систем

## кондиционирования

№ пом. по плану	Помещение	Модель оборудования	Холодопроизводительность, кВт
7	Кухня-столовая	General Fujitsu СПЛИТ-СИСТЕМА ASYG12LTСВ/АОУG12LTСN	3,5
4	Кабинет	General Fujitsu серия Slide Inverter СПЛИТ-СИСТЕМА ASYG07LUCA/АОУG07LUCA	2,0
2	Спальня	General Fujitsu СПЛИТ-СИСТЕМА ASYG12LTСВ/АОУG12LTСN	3,5
4	Спальня	General Fujitsu серия Slide Inverter СПЛИТ-СИСТЕМА ASYG07LUCA/АОУG07LUCA	2,0
6	Спальня	General Fujitsu серия Slide Inverter СПЛИТ-СИСТЕМА ASYG07LUCA/АОУG07LUCA	2,0

# 6 ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ

## 6.1 Холодное водоснабжение

В индивидуальном жилом доме запроектирована система холодного водоснабжения с нижней разводкой, рассчитанная на  $U = 3$  потребителей. В доме расположено  $N = 8$  шт водоразборных приборов.

Для трубопроводов магистралей, стояков и подводок используются полипропиленовые трубы ЕКОPLASTIK PN20 [9].

Магистральные трубопроводы прокладываются с уклоном  $i = 0,003$ . Все трубопроводы прокладываются в полу в изоляции. Стояки прокладываются скрыто. Ввод в здание осуществляется через котельную. Гарантийный напор сети 30 м.

«Определение расчётного расхода воды санитарно-техническим устройством по [8, табл. А1 и табл. А2];

$$q_0^c = 0,3 - \text{секундный расход прибора, л/с;}$$

$$q_{0,hr}^c = 300 - \text{часовой расход прибора, л/час;}$$

$$q_{hr,u}^c = 13 - \text{норма расхода холодной воды, л/час.}$$

$$q_u^c = 210 - \text{норма расхода воды в сутки наибольшего водопотребления, л/сут} \gg \text{СП 30.13330.2016 [8]}$$

Расчёт выполнен в соответствии с методикой изложенной в [8].

$$P^c = \frac{13 \cdot 3}{3600 \cdot 0,3 \cdot 8} = 0,0045$$

$$\alpha = f N \cdot P^c = f 8 \cdot 0,0045 = f(0,036)$$

$$\alpha = 0,249$$

Максимальный секундный расход холодной воды:

$$q^c = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,249 = 0,373 \text{ л/с}$$

Вероятность одновременного действия приборов в час :

$$P_{hr}^c = \frac{3600 \cdot 0,0045 \cdot 0,3}{300} = 0,016$$

$$\alpha = f 8 \cdot 0,016 = f(0,129)$$

$$\alpha = 0,377$$

Максимальный часовой расход холодной воды :

$$q_{hr}^c = 0,005 \cdot 300 \cdot 0,377 = 0,565 \text{ м}^3/\text{час}$$

«Средний суточный расход холодной воды» [8] :

$$Q_u^c = q_u^c \cdot U \cdot \frac{k}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут}; \quad (38)$$

где  $q_u^c$ -норма расхода холодной воды потребителем в сутки наибольшего водопотребления, л/сут.

k-коэффициент суточной неравномерности, принимают в пределах 1,1-1,3;

U- число жителей в здании .

$$Q_u^c = 210 \cdot 3 \cdot \frac{1,1}{1000} = 0,69 \text{ м}^3/\text{сут}$$

#### Гидравлический расчет холодного водоснабжения

Цель: определить диаметры трубы и потери напора в системе водоснабжения здания.

Результаты расчета представлены в таблице 14.

Таблица 14–Гидравлический расчет холодного водоснабжения

N,уч	L,м	N,шт	Pc	NP	α	q,л/с	D,мм	V,м/с	Потери напора	
									на единицу длины i,м	на участке h=i*L,м
<b>Магистраль</b>										
1	2,13	1	0,0045	0,0045	0,200	0,200	25x4,2	0,90	0,080	0,171
2	3,86	2	0,0045	0,0090	0,200	0,200	25x4,2	0,90	0,080	0,310
3	4,4	3	0,0045	0,0135	0,200	0,200	25x4,2	0,90	0,080	0,353
4	3,86	4	0,0045	0,0180	0,210	0,210	25x4,2	0,95	0,089	0,342
5	1,13	5	0,0045	0,0225	0,219	0,219	25x4,2	0,99	0,096	0,109
6	10,36	6	0,0045	0,0270	0,230	0,230	25x4,2	1,05	0,106	1,094
7	1,81	8	0,0045	0,0360	0,249	0,249	25x4,2	1,14	0,122	0,220
8	2,63	8	0,0045	0,0360	0,249	0,249	25x4,2	1,14	0,122	0,320
									<b>Σ 2,918</b>	
<b>Ответвления</b>										
9	4,26	1	0,0045	0,0045	0,200	0,200	25x4,2	0,90	0,080	0,342
10	13,05	1	0,0045	0,0045	0,200	0,200	25x4,2	0,90	0,080	1,047

Определение потерь напора в водосчётчиках :

$$\Delta h = S \cdot q^2, \text{ м} \quad (39)$$

где S- сопротивление счётчика;

q-расчётный расход воды на участке установки счётчика ,л/с.



## Определение требуемого напора

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

$$H_{\text{тр}} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \quad , \text{ м} \quad (40)$$

где  $h_1$ -свободный напор у самой высокой точки водопотребления ,3м;

$h_2$ -геодезическая высота расположения диктующей точки;

$h_3$ -сумма потерь напора в сети;

$h_4$ -потери напора в счётчике воды.

Минимальная глубина заложения рассчитывается в зависимости от глубины промерзания грунта :

$$H_{\text{ввода}} = h_{\text{пром}} + 0,5 \quad (41)$$

где  $h_{\text{пром}}$ -глубина промерзания грунта для района строительства.

$$H_{\text{ввода}} = 1,65 + 0,5 = 2,15 \text{ м}$$

$$\Delta h = 2,64 \cdot 0,373^2 = 0,367 \text{ м}$$

$$H_{\text{тр}} = 3 + 6,75 + 3,79 + 0,367 = 13,90 \text{ м}$$

$H_{\text{тр}} < H_{\text{гар}} = 13,90 < 30$  можно сделать вывод, что результаты гидравлического расчета можно считать удовлетворительными. Повысительные насосы устанавливать в системе не требуется .

На участке 8 устанавливается счетчик крыльчатого типа ВСХ с  $dy= 15\text{мм}$ .

## 6.2 Водоотведение

Внутренняя канализация представляет собой самотечную систему движения сточных вод. Стояки прокладываются скрыто. Для трубопроводов магистралей, стояков и подводок используются полипропиленовые трубы [10].

### Определение расходов канализации

«При общем расчетном секундном расходе воды в сетях холодного и горячего водоснабжения  $q^{\text{tot}} \leq 8$  л/с для сети» [8] :

$$q^s = q^{\text{tot}} + q_0^s, \text{ л/с} \quad (42)$$

где  $q_0^s$ -наибольший секундный расход сточных вод от прибора ,как правило 1,6 л/с от унитаза.

Расчет ведется согласно методике [8].

Средний суточный расход сточных вод:

$$Q_u^{\text{tot}} = 210 \cdot 3 \cdot \frac{1,1}{1000} = 0,693 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Вероятность действия санитарно-технических приборов :

$$p^{\text{tot}} = \frac{13 \cdot 3}{3600 \cdot 0,3 \cdot 8} = 0,0045$$

$$\alpha = f \ 8 \cdot 0,0045 = f(0,036)$$

$$\alpha = 0,249$$

Максимальный секундный расход:

$$q^{\text{tot}} = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,249 = 0,373 \text{ л/с}$$

$$q^s = 0,373 + 1,6 = 1,97 \text{ л/с}$$

Вероятность одновременного действия приборов в час:

$$P_{\text{hr}}^c = \frac{3600 \cdot 0,0045 \cdot 0,3}{300} = 0,016$$

$$\alpha = f \ 8 \cdot 0,016 = f(0,129)$$

$$\alpha = 0,377$$

Максимальный часовой расход воды:

$$q_{\text{hr}}^c = 0,005 \cdot 300 \cdot 0,377 = 0,565 \text{ м}^3/\text{час}$$

#### Гидравлический расчет внутренней канализации

Цель: Определить диаметр труб и уклонов для обеспечения самоочищающей скорости  $V > 0,7$  и условия наполнения трубопровода  $0,3 \leq \frac{h}{d} \leq 0,6$ . Уклоны и диаметры для полипропиленовых труб определяются по [10]. Расчет внутренней канализации сведен в таблицу 15.

Таблица 15 – Гидравлический расчет внутренней канализации

N,уч	N,шт	Pc	NP	$\alpha$	q,л/с	D,мм	V,м/с	h/d	i
<b>Магистраль</b>									
1	3	0,0045	0,0135	0,200	0,300	50	0,7	0,3	0,035
2	6	0,0045	0,0270	0,230	1,945	110	0,76	0,33	0,02
4	8	0,0045	0,0360	0,249	1,974	110	0,76	0,35	0,02
<b>Ответвление</b>									
3	3	0,0045	0,0135	0,200	0,390	110	0,7	0,3	0,025

Участки с диаметром 50 мм прокладываются под уклоном 0,035, а диаметром 110 мм под уклоном 0,02.

Минимальная глубина выпуска рассчитывается в зависимости от глубины промерзания грунта :

$$H_{\text{выпуска}} = h_{\text{пром}} - 0,3$$

(43)

где  $h_{\text{пром}}$  - глубина промерзания грунта для района строительства.

$$H_{\text{выпуска}} = 1,65 - 0,3 = 1,35 \text{ м}$$

## 7 ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

### 7.1 Проектирование системы газоснабжения

В жилом доме устанавливается газовый котел мощностью 38,5 кВт и газовая плита 12 кВт. Ввод газопровода в котельную производится надземным способом. В помещении котельной устанавливается счётчик газа.. Подводки к приборам – из гибких трубопроводов. Проектируемый газопровод крепится на опоре и металлическими хомутами к забору с шагом не более 3,5м.

Подключение газопровода предусматривается к крану диаметров 25 мм на газопроводе низкого давления диаметром 25 мм на выходе из земли.

Прокладка проектируемого газопровода к жилому дому предусматривается надземным способом из стальных водогазопроводных труб по [15]. Давление в точке подключения 0,0015 МПа.

При прокладке через стену жилого дома газопровод находится в футляре.

Внутренний и наружный газопровод окрашен водостойким лакокрасочным материалом.

На вводе газопровода в котельную перед счётчиком устанавливается автоматический газоанализатор СИКЗ для автоматического контроля загазованности опасными для здоровья веществами в помещениях.

Гидравлический расчет внутренней системы газоснабжения

Расход газа определяется по формуле :

$$q_{\text{пот}} = \frac{3600 \cdot N}{Q_{\text{H}}^{\text{с}} \cdot \text{КПД}} \quad (44)$$

где N-мощность прибора ,для 4-х газовой комфорочной плиты ,принимается 12 кВт,для котла 38,5 кВт;

$Q_{\text{H}}^{\text{с}}$ -низшая теплота сгорания ,34,5 МДж/м<sup>3</sup>.

$$q_{\text{плиты}} = \frac{3600 \cdot 12}{34,500} = 1,25 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$q_{\text{котла}} = \frac{3600 \cdot 38,5}{34,500 \cdot 0,92} = 4,36 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Определение среднего гидравлического уклона  $R_{\text{ср}}$ , Па/м определяется по формуле :

$$R_{\text{ср}} = \frac{\Delta P_{\text{зд}} - \Delta P_{\text{пр}} - \Delta P_{\text{сч}}}{1,3 \cdot \sum l_i} \quad (45)$$

где  $\Delta P_{\text{зд}}$ -потери давления в внутреннем газопроводе при  $P_0 = 2 \text{кПа}$ , принимаемый 500 Па;

$\Delta P_{\text{пр}}$ -падение давления в арматуре прибора и трубах, принимаемый для котла 100Па;

$\Delta P_{\text{сч}}$ -потери давления в счётчике ,200 Па;

$\sum l_i$ -сумма длин участков главного расчётного направления, м.

$$R_{\text{ср}} = \frac{500 - 100 - 200}{1,3 \cdot 36,4} = 4,22 \text{ Па/м}$$

Расчёт длины участков вычисляются по формуле :

$$l = l_1 + \sum \zeta \cdot l_d, \quad (46)$$

где  $l_1$ -фактическая длина участка,м;

$\sum \zeta$ -сумма коэффициентов местных сопротивлений участка;

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

Гидравлический расчет системы внутреннего газопровода сводится в таблицу 16.

Таблица 16 –Гидравлический расчет системы внутреннего газопровода

№ участка а	l <sub>1</sub> ,факт, м	q, м <sup>3</sup> /ч	d <sub>y</sub> , мм	$\sum \zeta$	l <sub>d</sub> , м	$\sum \zeta \cdot l_{d, м}$	l, м	R, Па/м	Rl, Па/м	Примечание
1-2	31,09	5,61	25	11,30	0,75	8,48	39,57	3,50	138	6 отводов 90°=0,3,кран шаровый 2шт=1,кран пробковый 3шт=2,тройник на поворот=1,5
2-3	3,8	1,25	15	5,20	0,65	3,38	8,69	2,50	18	4 отвода 90°=0,3,кран пробковый 1 шт =4
								$\sum$	156	

## 8 АВТОМАТИЗАЦИЯ

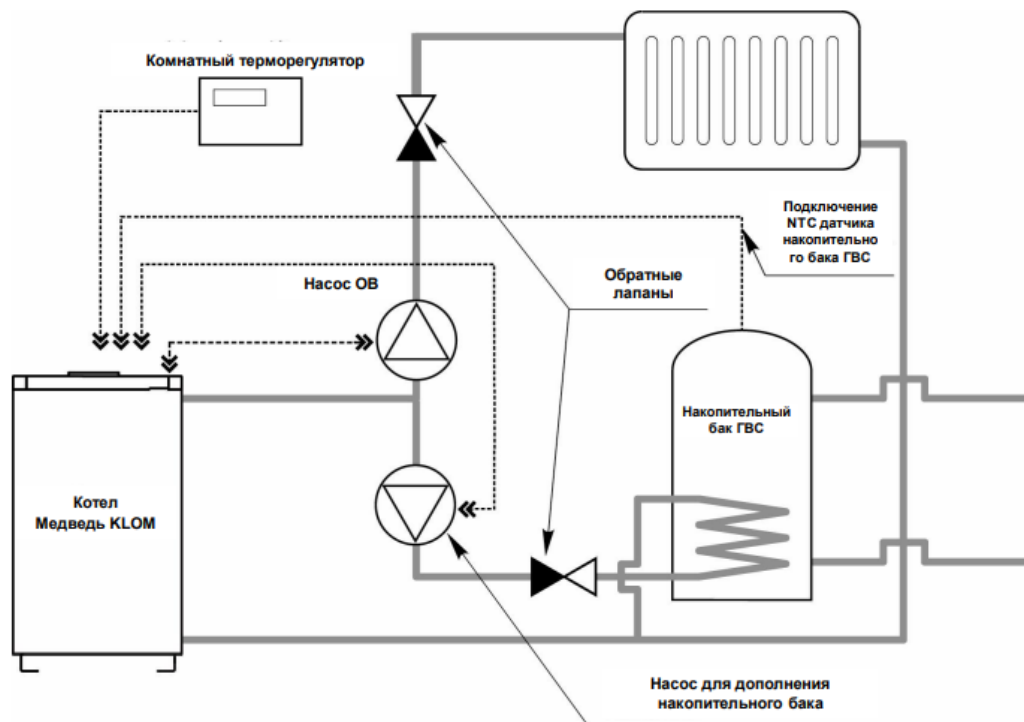


Рисунок 11 – Подключение к котлу

Котел работает с установленной мощностью „п“ на протяжении примерно 10 с. После этого мощность на 2 мин снижается, после чего регулируется в зависимости от величины ее отклонения. Когда температура будет приблизительно на 5°С ниже установленной, произойдет плавное снижение мощности.

«Предупреждение: Ввод котла в эксплуатацию и его первый запуск должен быть произведен только сотрудниками специализированной сервисной организации! Выполняя первый запуск котла, убедитесь в том, что: 1. котел подключен к электрической сети. При этом не перепутаны фаза и ноль, котел заземлен. 2. патрубки ОВ, ГВС, газа, расположенные под котлом, открыты 3. давление ОВ находится в допустимых пределах 1 – 2 бар. Установите главный выключатель в позицию ВКЛЮЧЕНО . Котел включится и начнет нагрев водопроводной воды в бойлере. После нагрева ГВС котел переключится на режим отопления (при условии, что настроен термостат ОВ и от регулятора отопления поступил сигнал на отопление). В случае защитного отключения котла на панели управления появится

сообщение о неисправности. С помощью кнопки RESET разблокируйте котел. Если, после включения, защитное отключение повторится, или невозможно будет произвести разблокировку котла, обратитесь в сервисную организацию.

Кратковременная остановка котла осуществляется посредством выключения его сетевым выключателем. При длительной остановке необходимо вытащить вилку из розетки и перекрыть подачу газа в котел. Если нет 100% гарантии, что вода в системе не замерзнет, систему необходимо опорожнить. Если отопительной система позволяет, то при демонтаже котла слейте воду только из него, а отопительную систему во избежание коррозии оставьте заполненной» [21].

## 9 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Организация монтажных работ системы отопления запроектирована в соответствии с СП 40-101-96 [10].

«Монтаж трубопроводов ведется с применением труб, соединительных, крепежных деталей и арматуры» [10]

«Монтаж системы отопления будет производиться после того, как будут выполнены следующие работы:

- 1) монтаж междуэтажных перекрытий, стен и перегородок;
- 2) подготовка отверстий в стенах, перегородках, перекрытиях и покрытиях, необходимых для прокладки. Размеры отверстий и борозд для прокладки в перекрытиях, стенах и перегородках здания» [10].

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

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

Требуемые трудозатраты принимаются по «Единым нормам и расценкам на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы» [11].

Трудоемкость работ определяется по формуле :

$$T_p = \frac{N_{вр} \cdot V}{8} \quad (47)$$

где  $N_{вр}$ -норма времени на единицу объемов работ чел-ч, определяется по ЕНиР [11];

$V$ -объемы работ ;

8- продолжительность смены, ч.

Результаты расчетов объемов работ и трудозатрат сведены в таблицу 3, приложение Е.



## Подбор машин и механизмов

Потребность в ручном инструменте и приспособлениях для проведения монтажных работ для системы отопления приведена в таблице 4, приложение Е.

Потребность в механизированных инструментах сведена в таблицу 5, приложение Е.

# 10 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

## 10.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

Технический объект выпускной квалификационной работы – является индивидуальный жилой дом, который характеризуется прилагаемым технологическим паспортом представленный в таблице 17. Монтажные работы систем газоснабжения, водоотведения, горячего и холодного водоснабжения, отопления выполняются в двухэтажном доме, расположенным в городе Тольятти.

Монтаж газоснабжения сделан в соответствии с СП 62.13330.2011 «Газораспределительные системы» [7].

Таблица 17 – Технологический паспорт объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	2	3	4	5
Монтаж системы газоснабжения	Сварка и резка газопроводных труб	Газосварщик 4 разряда	Газосварочный пост, шлифовальная машинка, электрический перфоратор	Металл, Обтирочная ветошь, ацетилен, кислород

## 10.2 Идентификация профессиональных рисков

Проведена идентификация профессиональных рисков по технологическому процессу монтажа системы газоснабжения и видам работ. Наименование возникающих опасных и/или вредных производственно-технологических факторов, согласно ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [6].

Таблица 18– Идентификация профессиональных рисков

№п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	2	3	4
1	Сварка и резка газопроводных труб	Острые кромки, заусенцы, шерховатость на поверхности заготовки, уровень шума на рабочем месте	Газосварочный пост, шлифовальная машинка
2	Работа с электроинструментом	Травмирование вращающимися и движущимися частями оборудования	Перфоратор

### 10.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Разработаны методы и средства снижения профессиональных рисков ,а именно подобраны средства индивидуальной защиты для работников .

Таблица 19 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
1	Острые кромки, заусенцы, шерховатость на поверхности заготовки	Шлифование заготовки	Рукавицы
2	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Необходимо носить противозумные наушники	Наушники
3	Пожар	Наличие противопожарных средств тушения, огнетушители	Спецодежда, противогаз
4	Поражение электрическим током	Изоляция кабелей и проверка электрооборудования	Спецобувь, спецодежда, перчатки

## 10.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Противопожарное оборудование должно находиться в открытом доступе и в рабочем состоянии.

В процессе разработки организационно-технических мероприятий, включающих обеспечение пожарной безопасности заданного технического объекта, следует учитывать что возникающие пожары классифицируются по виду горючего материала и подразделяются на классы.

Таблица 20 – Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Кухня-столовая	Газовая плита	С	Возможность возникновения пожара	Разрушение строительных конструкций, осколки.
2	Котельная	Газовый котел	С	Возможность возникновения пожара	Разрушение строительных конструкций, осколки.

Необходимо подобрать использование достаточно эффективных организационно-технических методов и технических средств, предпринятых для защиты от пожара.

Таблица 21 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушители			Установка отключающего устройства на вводе газопровода в здание	-	Противогаз, вода		Сигнализация с оповещением в пожарную часть

## 10.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Необходимо провести идентификацию сопутствующих возникающих негативных экологических факторов, результаты которой отразить в таблице 22.

Таблица 22 – Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Наименование технического объекта, производственно-технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, производственно-технологического процесса	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу
1	2	3	4	5
Двухэтажный индивидуальный жилой дом	Сварка, резка труб	Выбросы газов	Канализация сточных вввод	Строительный мусор

Таблица 23 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Монтаж газоснабжения
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Контроль качества системы газоснабжения, устранение утечек газа.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Прочистка, откачивание выгребных ям
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Своевременный вывоз мусора , прокладка трубопроводов в футлярах

## **10.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» выпускной квалификационной работы бакалавра**

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» был рассмотрен технологический процесс – монтаж системы газоснабжения. Были выявлены технологические операции работ. Так же рассмотрели оборудование и материалы для данного технологического процесса.

На данном объекте были выявлена опасные и вредные производственные факторы такие, как пожар, поражение электрическим током, повышенный уровень шума на рабочем месте, острые кромки, заусенцы, шерховатость на поверхности заготовки.

Были организованы методы и средства для устранения вредных производственных и опасных факторов. Для работников были предусмотрены средства индивидуальной защиты.

Были разработаны мероприятия по пожарной безопасности индивидуального жилого дома. Для помещений ,где возможно возникновения пожара были присвоены класс опасности.

Идентифицированы негативные экологические факторы, разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на объекте.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данной бакалаврской работе были запроектированы инженерные системы двухэтажного жилого дома с гаражом, расположенного в городе Тольятти. Так же был выполнен теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций, определены толщины теплоизоляционного материала для кровли и наружных стен. В данном проекте рассчитана система отопления, выполненная из полипропиленовых труб фирмы ЕКОPLSTIK. В качестве отопительных приборов приняты панельные стальные радиаторы Кермі. Подобрано оборудование котельной, выполнен расчет естественной и механической вентиляции, кондиционирования, водоснабжение и водоотведения, газоснабжения. Так же рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности, осуществлен расчет организации строительно-монтажных работ на монтаж инженерных систем.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. – Введ. 2013.01.01.– М.: Минрегион России, 2012. – 120 с.
2. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – Введ. 2013.01.01. – М.: Стандартинформ, 2013.
3. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий.– Введ. 2013.07.01. – М.: Минрегион России, 2012.
4. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. – Введ. 2004.06.01. –М.: ФГУП ЦПП, 2004.
5. Малявина, Е.Г. Теплотери здания / Е.Г. Малявина. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. – 144 с.
6. ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/5200224>
7. СП 62.13330.2011\*. Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002. – Введ. 2003.07.01.– М.: ФГУП ЦПП, 2005.
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.
9. Каталог ЕКОPLASTIK [Электронный ресурс]: <https://wavin-ekoplastik.ru/>
10. СП 40-101-96 Проектирование и монтаж трубопроводов из полипропилена "Рандом сополимер".[Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/871001059>
11. ЕНиР. Сборник Е9. Вып. 1. Санитарно-техническое оборудование зданий и сооружений/Госстрой СССР.-М.:Стройиздат, 1987,79 с.



12. СП 31-106-2002. Проектирование и строительство инженерных систем многоквартирных жилых домов. – Введ. 2002.09.01. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2002.

13. Каталог балансировочных клапанов Danfoss.

14. Проектирование промышленной вентиляции: Справочник / Торговников Б. М., Табачник В. Е., Ефанов Е. М. – Киев: Будивельник, 1983. – 256 с.

15. ГОСТ 3262-75 Трубы стальные водогазопроводные. [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/1200001411>

16. Официальный сайт компании «ROCKWOOL» [Электронный ресурс]: <https://www.rockwool.ru/>

17. Пчелинцев В.А Охрана труда в строительстве : учеб. для вузов по специальности "Пром. и гражд. стр-во" / В. А. Пчелинцев, Д. В. Коптев, Г. Г. Орлов. - Москва : Высш. шк., 1991. - 271, [1] с. : ил. - (Промышленное и гражданское строительство). - Библиогр.: с. 269.

18. Теплоснабжение: Учебник для вузов / А.А. Ионин, Б.М. Хлыбов, В.Н. Братенков, Е.Н. Терлецкая; Под ред. А.А. Ионина. – М.: Стройиздат, 1982. – 336 с., ил.;

19. Организация производства работ по монтажу систем ТГВ: Методические указания к дипломному проектированию / Сост. Маслова Н. В. – Тольятти: ТолПИ, 1997.

20. Каталог «Сезон» [Электронный ресурс]. URL: Подробнее: <https://zavodsezon.ru/catalog/>

21. Паспорт котла Protherm Медведь 40 KLOM [Электронный ресурс]. URL: Подробнее: <https://thermoconsult.ru/techlib/Protherm/20-50KLOM16.pdf>

22. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий: Учеб. Пособие для вузов/В.П. Титов, Э.В. Сазонов, Ю.С. Краснов, В.И. Новожилов.-М.: Стройиздат, 1985.-208 с.

23. Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий: Проектирование. Справочник / Г.В. Русланов, М.Я. Розкин, Э.Л. Ямпольский. – Будивельник, 1983. – 272 с.

24. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

25. Проектирование автоматизированных систем отопления многоэтажных жилых и общественных зданий. Пособие. Danfoss, 2015.

26. Сканави, А.Н., Махов Л.Н. Отопление. Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Строительство», специальности 290700. –М.: АСВ, 2002.

27. Покотиллов, В.В. Пособие по расчету систем отопления: собственное издательство, 2006.

# Приложение А

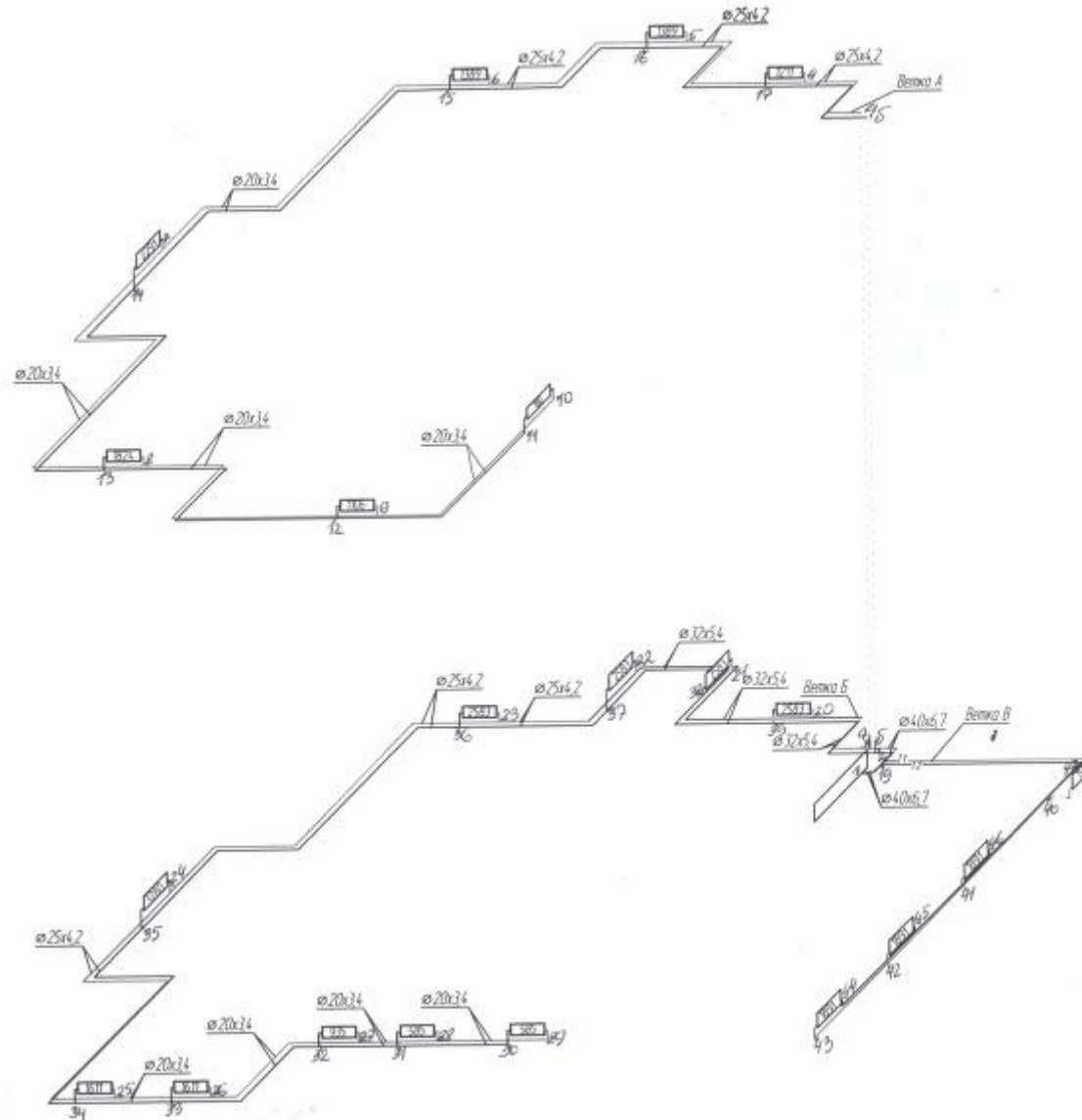


Рисунок 1 – Расчётная схема системы отопления

## Приложение Б

T3, T4

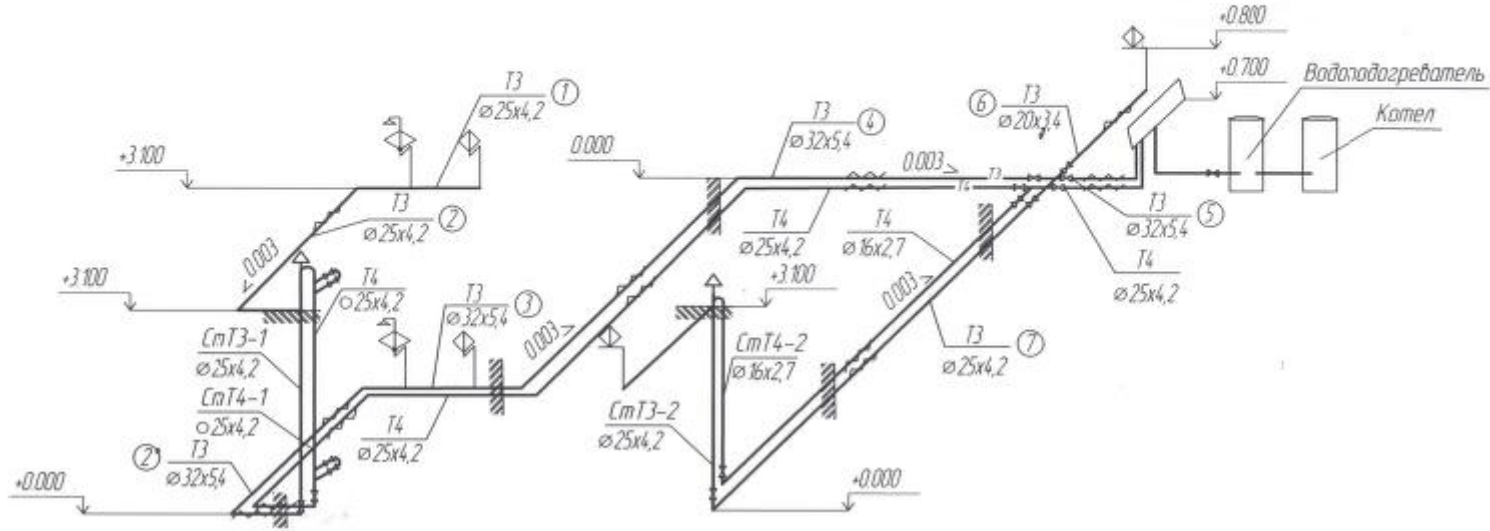


Рисунок 2 – Расчетная схема горячего водоснабжения

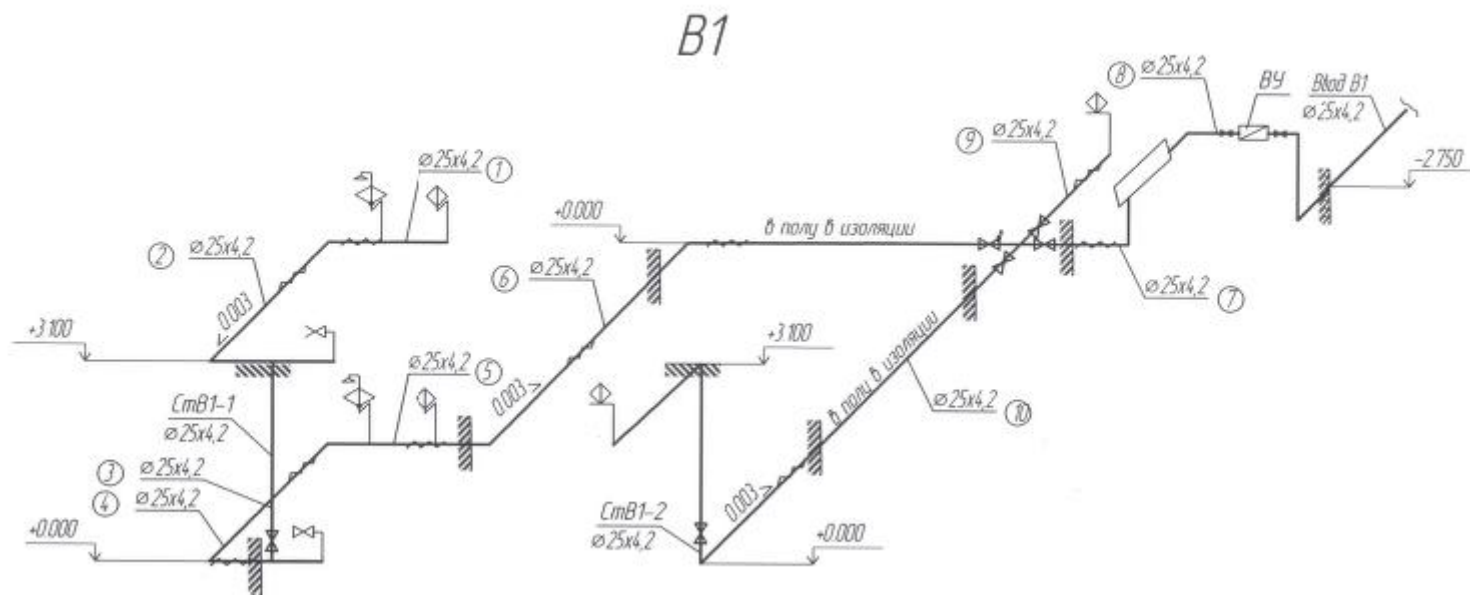


Рисунок 3 – Расчётная схема холодного водоснабжения

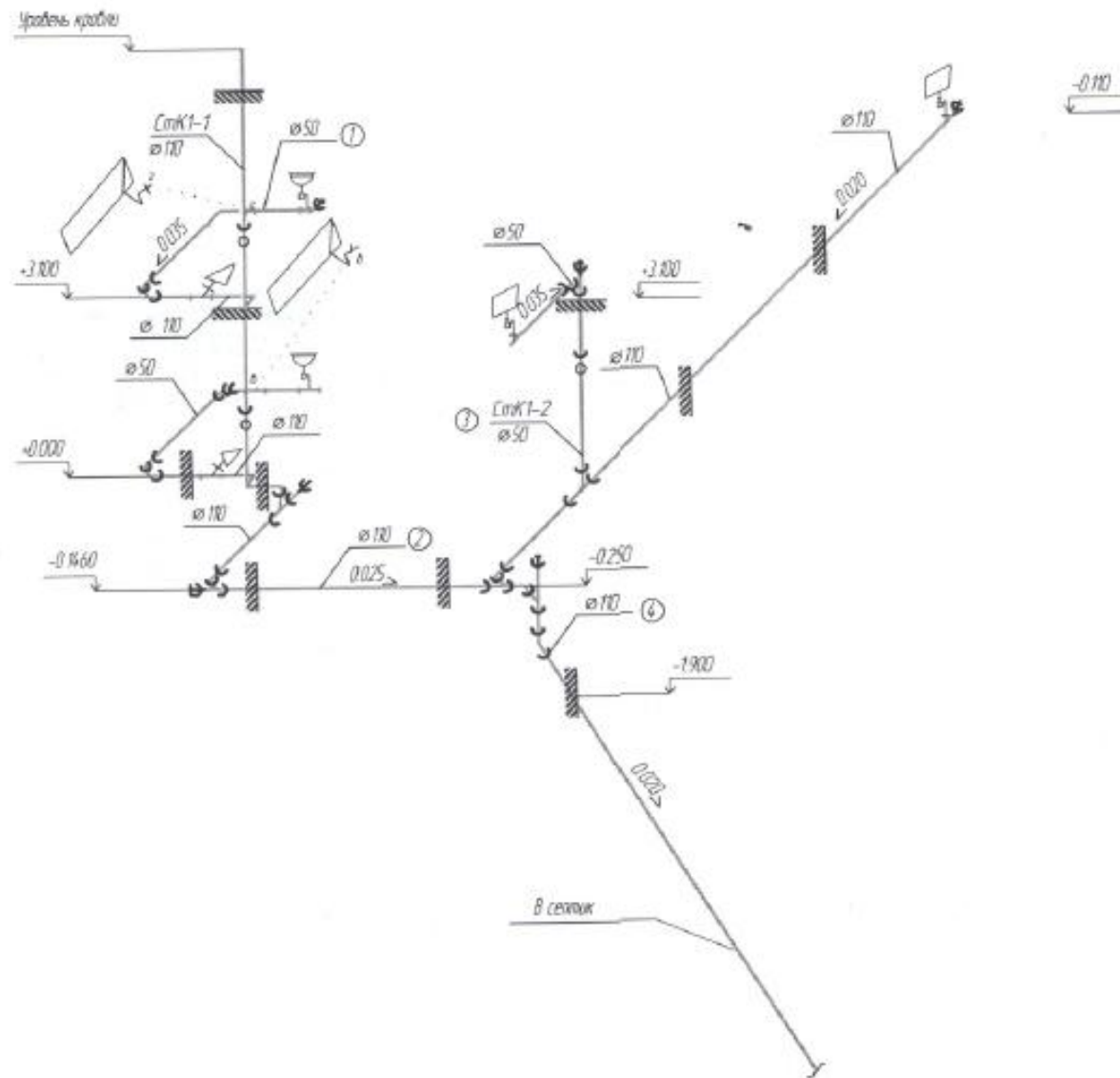


Рисунок 4 – Расчётная схема системы канализации

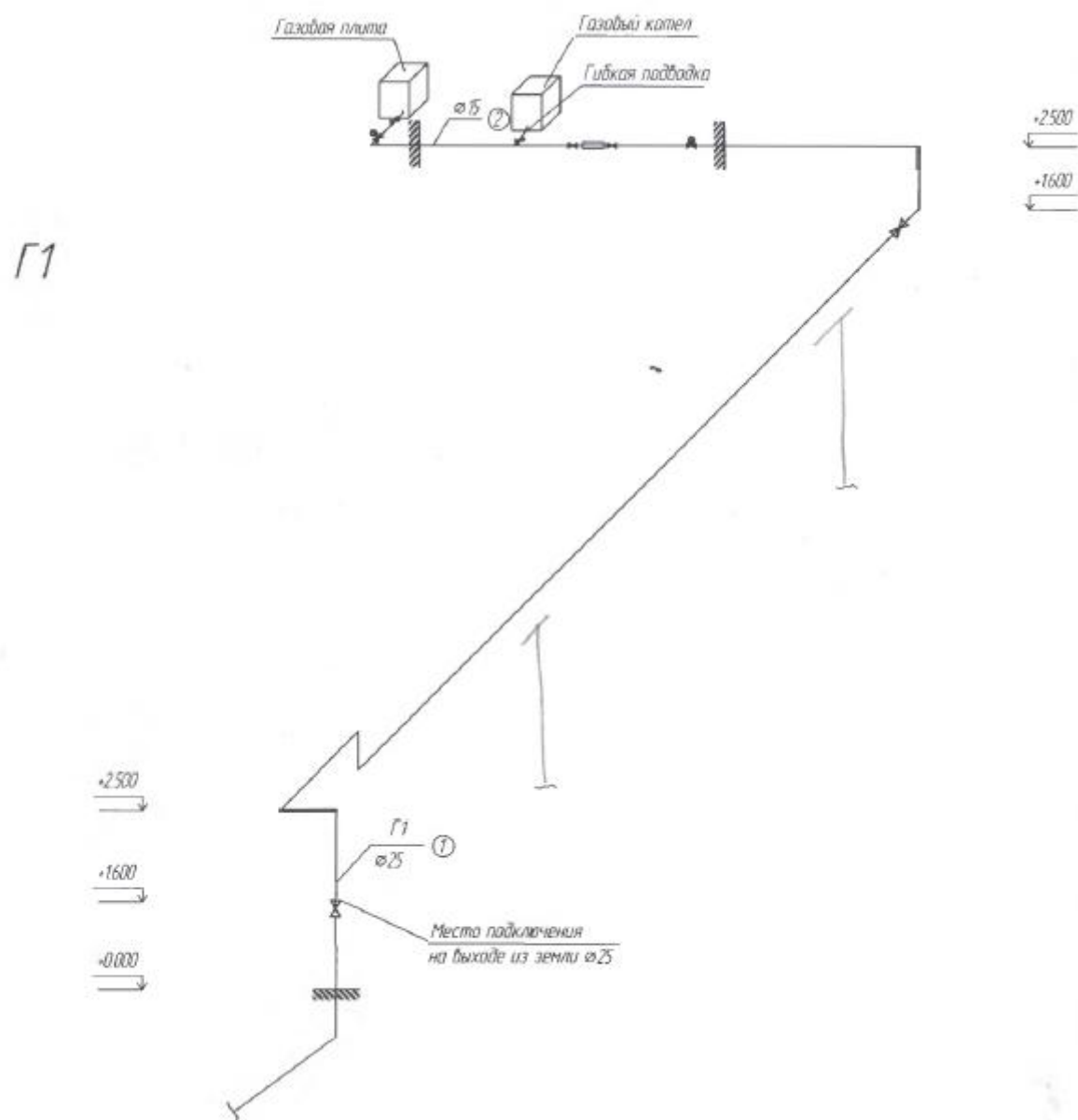


Рисунок 5 – Расчётная схема газоснабжения

## Приложение В

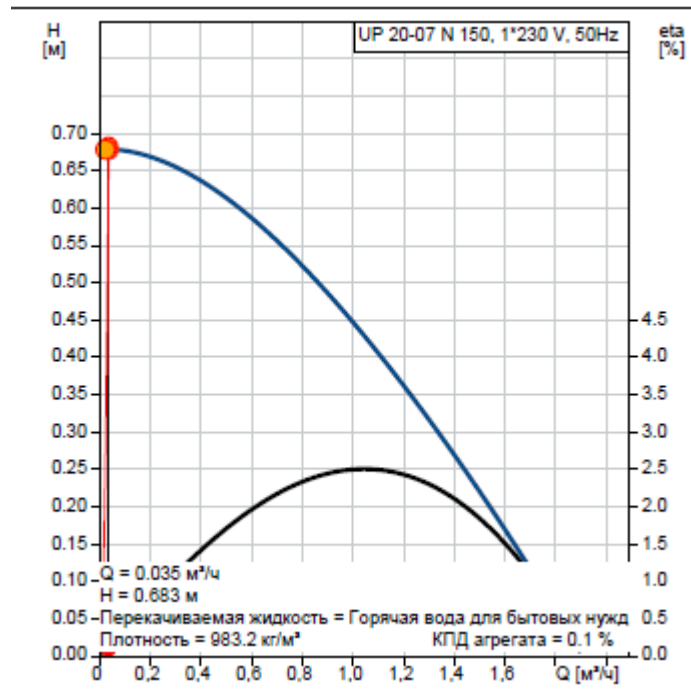


Рисунок 3- Характеристика циркуляционного насоса UP 20-07 N150.



## Приложение Г

Таблица 1 – Расчет воздухообмена

№ п/п	Наименование помещения	tв, °С	Площадь м <sup>2</sup>	Высота, м	Объем помещения, V, м <sup>3</sup>	Нормативная кратность воздухообмена ч-1 или нормативный воздухообмен на 1 чел. м <sup>3</sup> /(ч·чел)		Расчетный воздухообмен м <sup>3</sup> /ч		Обозначение системы	
						приток	вытяжка	приток	вытяжка	Вытяжная система	Приточная система вентиляции
Первый этаж											
7	Кухня-столовая	20	45,4	3,10	141	-	20	-	20	ВЕ1	
						80 м <sup>3</sup> /ч на 1 комфорку	80 м <sup>3</sup> /ч на 1 комфорку	370	320	В1	ПЕ1, ПЕ1*
2	Гардеробная	20	7,4	3,10	23	-	10	-	10	ВЕ2	
4	Кабинет	20	17,0	3,10	53	20	20	20	20	ВЕ3	ПЕ8
5	С/у	24	5,1	3,10	16	-	40	-	40	В2	
6	Кладовая	16	5,9	3,10	18	-	10	-	10	ВЕ4	
8	Гостиная	20	17,9	3,10	55	40	-	40	-		ПЕ2
9	Гараж	12	45,0	2,26	102	-	80	-	80	В3	
10	Котельная	16	15,0	3,10	47	20	20	20	20	В4	ПЕ7
Итого по 1 этажу								450	520		
Второй этаж											
2	Спальня 1	20	31,6	3,79	120	40	-	40	-		ПЕ3
4	Спальня 2	20	17,8	3,79	67	40	-	40	-		ПЕ4
5	С/у	24	5,1	3,79	19	-	40	-	40	В2	
6	Спальня 3	20		3,79		40	-	40	-		ПЕ5
7	Постирочная	20	7,4	3,79	28	80	80	80	80	ВЕ5	ПЕ6
9	Гардеробная 2	20	7,8	3,79	30	-	10	-	10	ВЕ6	
Итого по 2 этажу								200	130		
Итого по зданию								650	650		

## Приложение Д

Таблица 2 – Аэродинамический расчет систем

№ участка	L, м	Q, м <sup>3</sup> /ч	Размеры воздуховодов				V, м/с	Потери давления Па/м		сумма коэффициентов местных сопротивлений S <sub>x</sub>	Потери давления на местные сопротивления Z, Па	Дополнительные потери давления, Па	Общие потери давления на участке RL+Z, Па
			d, круглых, мм	Прямоугольных				На 1 м Па/м	на участке, Па/м				
				axb, мм	d <sub>экв</sub> , мм	F, м <sup>2</sup>							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Система В1													
1	13,81	320	160			0,020	4,42	1,55	21,41	3,85	45,32		66,73
Система ВЕ1, ΔP <sub>p</sub> =1,7 Па													
1a		20		100x100			0,56					1,00	1,00
1	2,5	20				0,008	0,71	0,116	0,852	2,00			0,79
												Всего	1,79
————·100%=5,02%													
Система ВЕ2, ΔP <sub>p</sub> =4,27 Па													
1a		10		100x100								4,00	4,00
1	6,3	10	100			0,008	0,35	0,033	0,212	1,65			0,33
												Всего	4,33
————·100%=1,38%													
Система ВЕ3, ΔP <sub>p</sub> =4,27 Па													
1a		20		100x100								3,00	3,00
1	6,3	20	100			0,008	0,71	0,116	0,729	1,65			1,23
												Всего	4,23
————·100%=0,93%													
Система ВЕ4, ΔP <sub>p</sub> =4,27 Па													

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1a		10		100x100								4,00	4,00
1	6,3	10	100			0,008	0,35	0,033	0,212	1,65			0,33
Всего													4,33
————·100%=1,38%													
Система В2													
1	6,29	40	100			0,008	1,41	0,33	2,07	1,65			4,05
Система В3													
1	3,5	80	100			0,008	2,83	1,18	4,19	1,65			12,16
Система В4													
1	3,5	20	100			0,008	0,71	0,116	0,411	1,65			0,91
Система ВЕ5, ΔPp=1,96 Па													
1a		80		100x100			2,22					1,50	1,50
1	2,00	80	200			0,031	0,71	0,041	0,084	1,96			0,68
Всего													2,18
————·100%=10%													
Система ВЕ6, ΔPp=1,96 Па													
1a		10		100x100			2,22					2,00	2,00
1	2,00	10	100			0,031	0,35	0,033	0,067	1,65			0,19
Всего													2,19
————·100%=10%													

## Приложение Е

Таблица 3-Объем работ и трудозатрат

№	Обоснование (ЕНиР и др. нормы)	Наименование работ	ед.изм	Кол-во	Норма времени на ед.изм,чел-час	Трудоемкость		Состав звена
						Захватка		
						Объем работ	Чел.дни	
1	Е 9-1-2,табл 2.№2г	Монтаж трубопровода из полипропиленовых труб ф20х3,4мм	м	114,39	0,21	24,02	0,63	5 разр-, 4 разр-1, 3 разр-1
2	Е 9-1-2,табл 2.№2г	Монтаж трубопровода из полипропиленовых труб ф25х4,2мм	м	77,02	0,21	16,17	0,42	5 разр-, 4 разр-1, 3 разр-1
3	Е 9-1-2,табл 2.№2г	Монтаж трубопровода из полипропиленовых труб ф32х5,4мм	м	21,38	0,21	4,49	0,12	5 разр-, 4 разр-1, 3 разр-1
4	Е 9-1-2,табл 2.№2г	Монтаж трубопровода из полипропиленовых труб ф40х6,7мм	м	3	0,21	0,63	0,02	5 разр-, 4 разр-1, 3 разр-1
5	Е 9-1-18 №15	Установка запорно и регулирующих клапанов	шт	50	0,43	21,5	1,16	4 разр
6	Е 9-1-8,табл 1.№3	Испытание трубопроводов	м	100	2,76	276	95,22	6 разр-1 5 разр-1
7	Е 9-1-30,табл 2.№1в	Установка водоподогревателя	шт	1	4,40	4,4	2,42	5 разр-1, 3 разр-1
8	Е 9-1-12,табл 2.№1в	Установка радиаторов Кермі	шт	21	0,18	3,78	0,09	4 разр-1
*** Бригада состоит из 8 человек : бразр-1;5 разр-2 ; 4разр-3; 3 разр-2								
						Итого	100,07	
						С накладными расходами 10%	10,01	
						С подготовительными работами 4%	4,00	
						Испытание системы 5%	5,00	
						Всего	119,08	

Таблица 4 – Подбор ручных инструментов

№	Наименование работ	ед.изм	Кол-во
1	Отвес рулетка	шт	3
2	Рулетка металлическая РЗ-10	шт	3
3	Уровень строительный	шт	3
4	Уровень гидравлический	шт	2
5	Молоток слесарный	шт	3
6	Ключи гаечные разводные до 50 мм	шт	4
7	Сверла спиральные (набор)	шт	5
8	Плоскогубцы комбинированные	шт	4

Таблица 5 – Подбор машинных механизмов

№	Технологическая операция	Инструмент	ед.изм	Кол-во
1	Пайка полипропиленовых труб	Аппарат для сварки пластиковых труб	шт	2
2	Сверление отверстий в керамзитобетонных блоках	Машина сверлильная	шт	4
3	Забивка крепежных дюбелей	Монтажный поршневый пистолет	шт	3
4	Сборка и разборка шурупных и болтовых соединений	Шуруповёрт	шт	4