

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

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(наименование института полностью)

Центр

«Центр инженерного оборудования»

(наименование)

08.03.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Теплогазоснабжение и вентиляция

(направленность (профиль)/ специализации)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему «Самарская область г.о. Жигулевск. Двухэтажный жилой дом.
Инженерные сети»

Студент

А. П. Алексагин

(инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент, Е.В. Чиркова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), инициалы Фамилия)

Тольятти, 2022

Аннотация

В работе выполнен проект систем отопления, теплого пола, вентиляции, газоснабжения, водоснабжения и водоотведения в жилом доме по адресу ул. 9 Января город Жигулевск Самарская область.

В качестве источника тепла принят к установке конденсатный котел с закрытой камерой сгорания Bluehelix - tech 35 фирмы Ferolli. Системы отопления из металлопластик PEX-AL-PEX фирмы VALPEX. В качестве приборов отопления применены чугунные секционные радиаторы Konner Modern 500 и гладкотрубные регистры из стали.

Приток воздуха в помещения организованный через подоконный клапан Norvind City и КИВ. Удаление естественное через каналы в стенах. Ввод газопровода в жилой дом – фасадный в котельную, диаметром 32 мм на отметке -0.500 м. Проектом предусмотрена установка контроля и автоматизации системы газоснабжения дома САКЗ-МК-2

Сброс канализационных стоков осуществляется в автономную канализацию «ТОПАС-С 6 long».

Водоснабжение дома производится от централизованной наружной сети водоснабжения города. Счетчик холодной воды установлен в помещении котловой цоколя. Подогрев воды осуществляется в бойлере косвенного нагрева Esocunit 2 C фирмы Ferolli.

Так же были рассмотрены вопросы безопасности и жизнедеятельности, и организации строительно-монтажных работ на монтаж инженерных систем.

Содержание

Введение.....	4
1 Исходные данные	5
2 Теплотехнический расчет конструкции здания	6
2.1 Наружная стена	6
2.2 Перекрытие над вторым этажом	7
2.3 Окно и двери	8
2.4 Пол подвала	8
3 Расчет теплового баланса помещений	10
4 Расчет системы отопления здания.....	16
4.1 Описание принятой системы отопления	16
4.2 Подбор оборудования помещения котельной.	18
4.3 Гидравлический расчет систем отопления и подбор приборов.....	22
5 Вентиляция.....	35
5.1 Описание решений по вентиляционным системам.....	35
5.2 Расчет воздухообменов и аэродинамика.....	37
6 Контроль и автоматизация системы газоснабжения дома.....	41
7 Водоотведение и водоснабжение	45
7.1 Описание решений по системам водоотведения дома	45
7.2 Описание решений по системам водоснабжению дома	46
8 Газоснабжение	49
9 Безопасность жизнедеятельности.....	50
9.1 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций	50
9.2 Идентификация опасных и вредных производственных факторов.....	51
9.3 Обеспечение электробезопасности	53
10 Организация монтажных работ инженерных систем.....	55
10.1 Характеристика системы отопления.....	55
10.2 Определение объёмов работ	56
10.3 Определение потребности в оборудовании, материалах и деталях	57
10.4 Технология монтажных работ	58
Заключение	59
Список используемых источников.....	60

Введение

На сегодняшний день любое жилое строение должно отвечать современным гигиеническим и технико-экономическим требованиям. С точки зрения обеспечения комфортных условий и безаварийной эксплуатации строительных конструкций необходимо соблюдать требуемые параметры внутреннего микроклимата. Местоположение проектируемого объекта предполагает использования специальных систем для поддержания тепловлажностного режима помещений. При эксплуатации таких систем необходим надежный источник энергетических ресурсов. Для обеспечения бесперебойной подачи воды, утилизации стоков необходимо принятие обоснованных решений в области водоснабжения и водоотведения. Поэтому проектирование инженерных систем отопления, теплого пола, газоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения является актуальной задачей. Особое внимание уделяется ресурсосберегающим технологиям.

Цель работы – проектирование инженерных систем жилого дома по адресу г.о. Жигулевск с учетом текущего уровня развития энергосберегающих технологий.

1 Исходные данные

Расчетные параметры наружного воздуха

«Параметры наружного воздуха обеспеченностью 0,92 для холодного периода (таблица 1). определяются по нормативной литературе для Самарской области» [1].

Таблица 1 – Параметры наружного воздуха для холодного периода

Холодный период	
Наружная температура воздуха	- 27 °С
Продолжительность отопительного периода	196 суток
Средняя температура отопительного периода	- 4,7 °С

Расчетные параметры внутреннего воздуха

По ГОСТ 30494 [3] и исходя из требований заказчика параметры внутреннего воздуха приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры внутреннего воздуха в помещениях

№ п/п	Помещение	Температура °С	Влажность, %	Скорость, м/с
1	Жилые помещения	20	55	0,2
2	Санузлы	25	55	0,2
3	Кухня - столовая	20	55	0,2
4	Лестница	18	НН	0,2
5	Гараж	20	НН	НН

Подключение к наружным сетям

Теплоснабжение – конденсатный газовый котел (дублирующий электрический котел).

Водоснабжение В1 – из городского водопровода.

Горячая вода Т3 – емкостной бойлер косвенного нагрева.

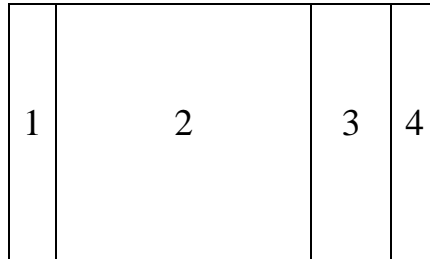
Канализация К1 – установка автономной канализации. ТОПАС-С.

Газоснабжение Г1 – городской газопровод.

2 Теплотехнический расчет конструкции здания

2.1 Наружная стена

Состав возведенной наружной стены см. рисунок 1 по слоям приведены в таблице 3:



1 – штукатурка; 2 – кирпичная кладка; 3 – утеплитель; (минераловатный жесткий прошивной мат); 4 штукатурка

Рисунок 1 – Конструкция стены

Таблица 3 – Теплотехнические параметры стены

Слой	Толщина	Теплопроводность
1. Штукатурка	$\delta=0,02 \text{ м}$	$\lambda=0,56 \text{ Вт/м}^0\text{С}$
2. Кирпичная кладка	$\delta=0,38 \text{ м}$	$\lambda=0,58 \text{ Вт/м}^0\text{С}$
3. Утеплитель	$\delta_3 = 0,15 \text{ м.}$	$\lambda=0,064 \text{ Вт/м}^0\text{С}$
4. Штукатурка	$\delta=0,005 \text{ м}$	$\lambda=0,56 \text{ Вт/м}^0\text{С}$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,56} + \frac{0,38}{0,58} + \frac{0,15}{0,06} + \frac{0,02}{0,56} + \frac{1}{23} = 3,21 \text{ Вт/м}^2\text{}^0\text{С}$$

$$K = \frac{1}{3,21} = 0,31 \text{ Вт/м}^2\text{}^0\text{С}$$

«Сопротивление теплопередаче конструкций здания проверяем на соответствие требованиям нормативной литературы» [5] и сводим в таблицу 2.5.

2.2 Перекрытие над вторым этажом

Состав возведенного перекрытия над вторым этажом (рисунок 2) по слоям приведены в таблице 4.

1
2
3
4
5
6

1 – штукатурка; 2 – кирпичная кладка; 3 – утеплитель; (минераловатный жесткий прошивной мат); 4 штукатурка

Рисунок 2 – Конструкция возведенного перекрытия над вторым этажом

Таблица 4 – Теплотехнические параметры стены

Слой	Толщина	Теплопроводность
1. Три слоя рубероида	$\delta=0,0045 \text{ м}$	$\lambda=0,17 \text{ Вт/м}^0\text{С}$
2. Битумная мастика	$\delta=0,001$	$\lambda=0,17 \text{ Вт/м}^0\text{С}$
3. Стяжка цементно-песчаная	$\delta=0,05 \text{ м}$	$\lambda=0,76 \text{ Вт/м}^0\text{С}$
4. Керамзит	$\delta=0,45 \text{ м}$	$\lambda=0,11 \text{ Вт/м}^0\text{С}$
5. Битум	$\delta=0,01$	$\lambda=0,17 \text{ Вт/м}^0\text{С}$
6. Ж/б плита	$\delta=0,3 \text{ м}$	$\lambda=1,92 \text{ Вт/м}^0\text{С}$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0045}{0,17} + \frac{0,001}{0,17} + \frac{0,05}{0,76} + \frac{0,45}{0,11} + \frac{0,001}{0,17} + \frac{0,3}{1,92} + \frac{1}{23} = 4,22$$

$$K = \frac{1}{4,22} = 0,238 \text{ Вт/м}^2\text{}^0\text{С}$$

«Сопротивление теплопередаче конструкций здания проверяем на соответствие требованиям нормативной литературы» [5] и сводим в таблицу 7.

2.3 Окно и двери

В здании установлены пластиковые окна Форвард с двухкамерным стеклопакетом и двери фирмы Монолит. Параметры окон и дверей приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Теплотехнические параметры окна и двери

Ограждение	Толщина	Сопротивление
1. Дверь	$\delta = 0,07 \text{ м}$	$R = 0,767 \text{ Вт/м}^0\text{С}$
2. Окно	$\delta = 0,12 \text{ м}$	$R = 0,51 \text{ Вт/м}^0\text{С}$

$$K_{дв} = \frac{1}{0,766} = 1,31 \text{ Вт/м}^2\text{С}$$

$$K_{ок} = \frac{1}{0,51} = 1,96 \text{ Вт/м}^2\text{С}$$

«Сопротивление теплопередаче конструкций здания проверяем на соответствие требованиям нормативной литературы» [5] и сводим в таблицу 7.

2.4 Пол подвала

Требования нормативной литературы к сопротивлению теплопередаче пола подвала отсутствуют, для расчета принимаем как неутепленные по грунту данные сводим в таблицу 6.

Таблица 6 – Теплотехнические параметры пола подвала

Номер зоны	Расположение	Сопротивление
для 1 зоны	Вертикально по стене	2,1 м ² ·°C/Вт;
для 2 зоны	Горизонтально 2 м	4,3 м ² ·°C/Вт;
для 3 зоны	Горизонтально 2 м	8,6 м ² ·°C/Вт;
для 4 зоны	Горизонтально остальное	14,2 м ² ·°C/Вт

«Сопротивление теплопередаче конструкций здания проверяем на соответствие требованиям нормативной литературы» [5] и сводим в таблицу 7.

Таблица 7 – Обобщение результатов теплотехнического расчета

Ограждение	Толщина, м	Сопротивление, Вт/м ² ·°C	K, Вт/(м ² ·°C)
Стена	0,54	3,21	0,31
Перекрытие	0,67	4,22	0,238
Пол	для 1 зоны	2,1 м ² ·°C/Вт;	0,4761
	для 2 зоны	4,3 м ² ·°C/Вт;	0,2330
	для 3 зоны	8,6 м ² ·°C/Вт;	0,1162
	для 4 зоны	14,2 м ² ·°C/Вт	0,0701
Дверь	$\delta = 0,07 \text{ м}$	0,766	1,731
Окно	$\delta = 0,12 \text{ м}$	0,51	1,96

3 Расчет теплового баланса помещений

Основные потери теплоты через наружные ограждения равны. Теплотопотери подсчитываются через наружные стены (Нар.С), окна (Ок), потолок (ПТ), наружные входные двери (НД). Расчет производится для каждой комнаты в отдельности по формуле:

$$Q = kF(t_g - t_n)n(1 + \sum \beta), \text{ Вт}, \quad (1)$$

Теплотопотери лестничной клетки определяют в целом по всей ее высоте, как для одного помещения.

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

$$Q_{\text{inf}} = 0,28 \cdot L \cdot c \cdot \rho \cdot (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}}) \bar{k}, \text{ Вт}, \quad (2)$$

где L – расход удаляемого воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$, не компенсируемый подогретым приточным воздухом, принимается равным $3 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 м^2 жилых комнат (без учета коридоров); для кухонь и санузлов исходя из величины воздухообмена по санитарным нормам [7].

При определении тепловой мощности системы отопления учитывают бытовые тепловыделения $Q_{\text{быт}}$ (приготовление пищи, электробытовые приборы и т.п.), которые определяются для всех помещений, кроме лестничных клеток в размере $17 \text{ Вт}/\text{м}^2$ площади пола жилых комнат при заселенности до 20 м^2 общей площади квартиры на человека с понижением до минимального значения $10 \text{ Вт}/\text{м}^2$ при заселенности $45 \text{ м}^2/\text{чел.}$.

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

$$Q_o = \sum Q + Q_{\text{inf}} - Q_{\text{быт}}, \text{ Вт}. \quad (3)$$

Запись расчета теплотопотерь помещений в таблице 8.

Таблица 8 – Расчет теплового баланса помещений

№ комн	Назн. Пом.	Состав	Напр.	Размер,м2	Коэф К	Дельта т	Потер	Добавочн потери			Сумма	Qбыт	Q инф	Q п-ий
								ориент	другие	итог				
01	Подсобное помещение	Н.ст.	3	4,81	0,31	45	67,0	0	5	5	70,4			
		І з	-	13,61	0,476	45	291,3	0	0	0	291,3			
		Н.ст.	С	5,1	0,31	45	69,8	10	5	15	80,3			
		І з	-	14,0	0,476	45	299,9	0	0	0	299,9			
		Н.ст.	В	3,41	0,31	45	47,4	10	5	15	54,5			
		І з	-	6,82	0,476	45	145,7	0	0	0	145,7			
		ОК	3	2,1	1,96	45	176,4	5	5	10	194,0			
		ОК	С	2,1	1,96	45	176,4	10	5	15	202,9			
		ПОЛ												
		ІІ з	-	26,41	0,233	45	276,8	0	5	5	291			
		ІІІ з	-	9,62	0,116	45	50,1	0	5	5	53			
	S	36								1612		1270	2882	
02	Подсобное помещение	Н.ст.	С	6	0,31	45	83,7	10	5	15	96			
		І з	-	12	0,476	45	257,0	0	0	0	257			
		Н.ст.	В	6,8	0,31	45	94,9	10	5	15	109			
		І з	-	13,6	0,476	45	291,3	0	0	0	291			
		Н.ст.	Ю	6	0,31	45	83,7	0	5	5	88			
		І з	-	12	0,476	45	257,0	0	0	0	257			
		ПОЛ												
		ІІ з	-	21,6	0,233	45	226,5	0	0	0	226			
		ІІІ з	-	9,4	0,116	45	49,1	0	0	0	49			
			S	31								1374		1093,7

Продолжение таблицы 8

№ комн	Назн. Пом.	Состав	Напр.	Размер,м2	Коэф К	Дельта т	Потер	Добавочн потери	Сумма	Qбыт	Q инф	Q п- ий	№ комн	Назн. Пом.	
03	Котловая	Н.ст	Ю	4,8	0,31	45	67,0	0	5	5	70				
		І з	-	13,6	0,476	45	291,3	0	0	0	291				
		Н.ст	З	3,4	0,31	45	47,4	5	5	10	52				
		І з	-	10,8	0,476	45	231,3	0	0	0	231				
		Н.ст	В	2,2	0,31	45	30,7	10	5	15	35				
		І з	-	4,4	0,476	45	94,2	0	0	0	94				
		ОК	Ю	2	1,96	45	176,4	0	5	5	185				
		ОК	З	2	1,96	45	176,4	5	5	10	194				
		ПОЛ													
		ІІ з	-	21,2	0,233	45	222,3	0	0	0	222				
		ІІІ з	-	6,8	0,116	45	35,5	0	0	0	35				
	S	28								1412	280	987,8	2120		
11	Гостинная	Н.ст	З	19,8	0,31	47	288,5	5	5	10	317				
		Н.ст	С	15,81	0,31	47	230,4	10	5	15	265				
		ОК	С	4	1,96	47	368,5	10	5	15	424				
			S	30							1006	300	1058,4	1764	
12	Тамбур + ЛК	Н.ст	С	14	0,31	45	195,3	10	5	15	225				
		Н.ст	В	3,7	0,31	45	51,6	10	5	15	59				
		ОК	С	4	1,96	45	352,8	10	5	15	406				
		НД	В	2	1,731	45	155,8	10	5	15	179				
		ПОЛ					0,0								
		І з	-	13	0,476	45	278,5	0	0	0	278				
			S	13								1147		458,6	1606

Продолжение таблицы 8

№ комн	Назн. Пом.	Состав	Напр.	Размер,м2	Коэф К	Дельта т	Потер	Добавочн потери	Сумма	Qбыт	Q инф	Q п- ий	№ комн	Назн. Пом.
13	Санузел										0			
14	Гараж	Н.ст	С	15	0,31	47	218,6	10	5	15	251			
		Н.ст	В	24,3	0,31	47	354,1	10	5	15	407			
		Н.ст	Ю	9	0,31	47	131,1	0	5	5	138			
		НД	Ю	6	1,731	47	488,1	0	5	5	513			
		ПОЛ									0			
		Із	-	24,2	0,476	47	541,4	0	5	5	568			
		Із	-	7,91	0,233	47	86,6	0	5	5	91			
			S	32,1								1968		1132,5
15	Комната отдыха	Н.ст	Ю	10,81	0,31	47	157,5	0	0	0	158			
		ОК	Ю	3	1,96	47	276,4	0	0	0	276			
			S	10							434	100	353	687
16	Коридор									0				
17	Тамбур	Н.ст	Ю	4,81	0,31	47	69,9	0	5	5	73			
		Н.ст	В	8,22	0,31	47	119,5	10	5	15	137			
		ОК	Ю	3	1,96	47	276,4	0	5	5	290			
		Н.ст	З	4,21	0,31	47	61,2	5	5	10	67			
		НД	В	2	1,731	47	162,7	10	5	15	187			
		ПОЛ												
		Із	-	4	0,476	47	89,5	0	5	5	94			
			S	4								849		141,1

Продолжение таблицы 8

№ комн	Назн. Пом.	Состав	Напр.	Размер,м2	Коэф К	Дельта т	Потер	Добавочн потери	Сумма	Qбыт	Q инф	Q п- ий	№ комн	Назн. Пом.
18	Кухня + столовая	Н.ст	Ю	13,82	0,31	47	201,1	0	5	5	211			
		Н.ст	З	12,61	0,31	47	183,6	5	5	10	202			
		ОК	Ю	6	1,96	47	552,7	0	5	5	580			
		ОК	З	3	1,96	47	276,4	5	5	10	304			
			S	20								1297	200	705,6
21	Спальня	Н.ст	З	11,92	0,31	47	173,4	5	5	10	191			
		Н.ст	С	19,11	0,31	47	278,3	10	5	15	320			
		ОК	С	4	1,96	47	368,5	10	5	15	424			
		ПТ	-	18	0,238	47	201,3	0	5	5	211			
			S	18								1146	180	635
22	Спальня	Н.ст	З	8,21	0,31	47	119,5	5	0	5	125			
		ОК	З	3	1,96	47	276,4	5	0	5	290			
		ПТ	-	16,82	0,238	47	187,9	0	0	0	188			
			S	16,82								604	168	592,7
23	Санузел	ПТ	-	5,51	0,238	47	61,5	0	0	0	62			
			S	5,51								62		194
24	Библиотека	Н.ст	С	13,52	0,31	47	196,7	10	5	15	226			
		ОК	С	4	1,96	47	368,5	10	5	15	424			
		Н.ст	В	28,41	0,31	47	413,8	10	5	15	476			
		ОК	В	4	1,96	47	368,5	10	5	15	424			
		Н.ст	Ю	13,51	0,31	47	196,7	0	5	5	207			
		ОК	Ю	4	1,96	47	368,5	0	5	5	387			
		ПТ	-	32,12	0,238	47	359,1	0		0	359			
			S	32,13								2502	321	1132,5

Продолжение таблицы 8

№ комн	Назн. Пом.	Состав	Напр.	Размер,м2	Коэф К	Дельта т	Потер	Добавочн потери	Сумма	Qбыт	Q инф	Q п- ий	№ комн	Назн. Пом.	
25	Кабинет	Н.ст	Ю	9,63	0,31	47	139,9	0	0	0	140				
		ОК	Ю	3	1,96	47	276,4	0	0	0	276				
		ПТ	-	24,53	0,238	47	274,1	0	0	0	0	274			
			S	24,53								690		864,4	1555
26	Тамбур	Н.ст	Ю	6,1	0,31	47	88,9	0	5	5	93				
		Н.ст	В	9,92	0,31	47	144,5	10	5	15	166				
		ОК	Ю	3	1,96	47	276,4	0	5	5	290				
		Н.ст	З	4,92	0,31	47	71,4	5	5	10	79				
		НД	В	2	1,731	47	162,7	10	5	15	187				
		ПТ	-	5,1	0,238	47	57,0	0		0	57				
			S	5,1								872		179,9	1052
27	Зал	Н.ст	Ю	20,12	0,31	47	293,1	0	5	5	308				
		ОК	Ю	3	1,96	47	276,4	0	5	5	290				
		Н.ст	З	15,21	0,31	47	221,5	5	5	10	244				
		ОК	З	3	1,96	47	276,4	5	5	10	304				
		ПТ	-	28,31	0,238	47	316,6	0		0	317				
			S	28,31								1462		998,4	2461
													СУММА	30844	

4 Расчет системы отопления здания

4.1 Описание принятой системы отопления

В части отопления двух этажного жилого дома приняты следующие проектные решения [2, 8, 18]:

- Для полной компенсации теплопотерь здания используется двухтрубная коллекторная система отопления с тупиковым движением теплоносителя.

- Материалом труб системы отопления является металлопластик PEX-AL-PEX фирмы VALPEX. Стояк и трубопроводы котельной выполнены из стальной водогазопроводной трубы по ГОСТ 3262.

- В качестве источника тепла принят к установке экономичный конденсатный котел Ferolli, который дублируется при аварийном отключении газа электродкотлом Руснит. Работа газового котла с бойлером косвенного нагрева по приоритету ГВС.

- Теплоносителем в системе отопления выступает вода с параметрами 70°C на подаче и 55 °C в обратке.

- В качестве приборов отопления в зависимости от помещений применены чугунные секционные радиаторы Konner Modern 500 см. рисунок 3 и гладкотрубные регистры из стали.

- Для возможности автоматизации системы отопления каждое помещение имеет свой отдельный контур (лучевая разводка) и каждый прибор подключен к трубопроводу через эжекционный узел подключения FAR FV 1438 C34 см. рисунок 4.

- В помещениях с плиточным покрытием и над гаражом для создания комфортных условий предусмотрена система напольного отопления. В расчете компенсации теплопотерь здания она не учитывается.

- Все трубопроводы теплоизолированы скорлупами.

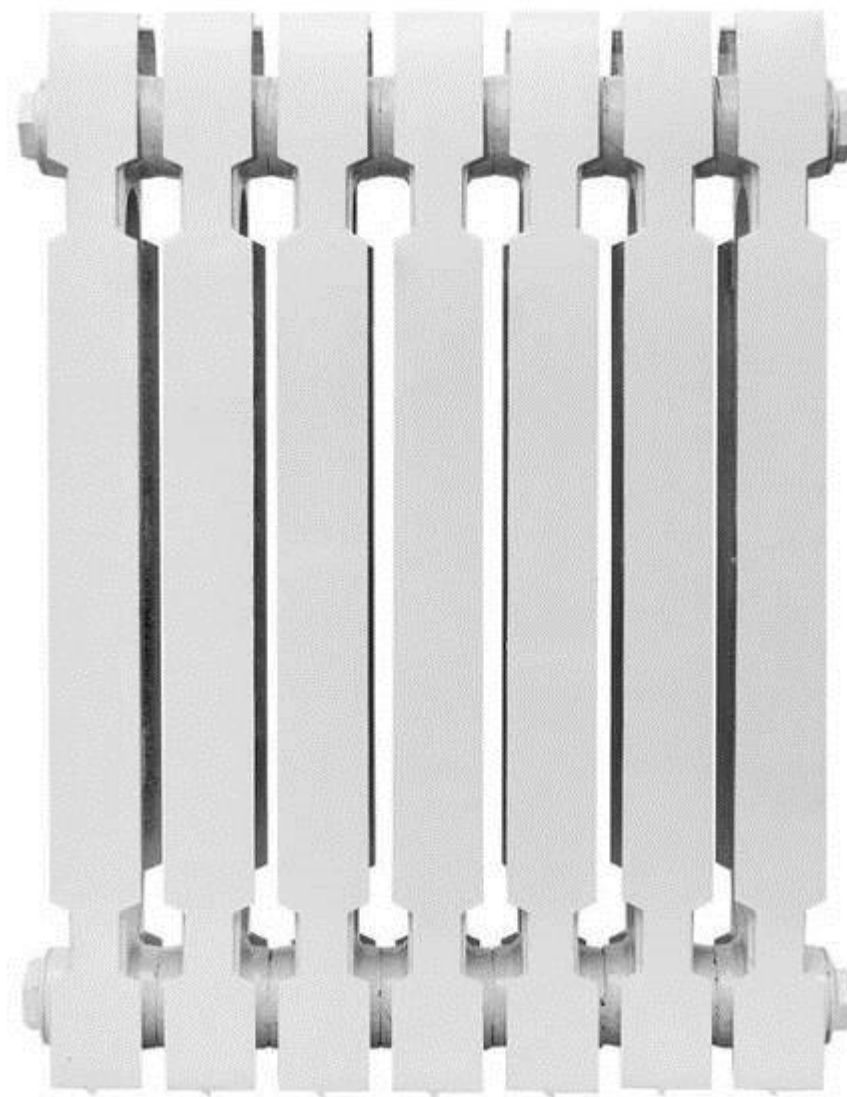


Рисунок 3 – Чугунные радиаторы KONNER MODERN 500



Рисунок 4 – Эжекционный узел подключения FAR FV 1438 C34

4.2 Подбор оборудования помещения котельной.

Ориентируясь на расчетные потери здания в холодную пятидневку (которые составляют 30844 Вт) на стене котельной устанавливается котел с закрытой камерой сгорания Bluehelix - tech 35 фирмы Ferrolli конденсатного типа. см. рисунок 5 серия А (с подключением к бойлеру).



Рисунок 5 – Котел настенный Ferrolli Bluehelix-tech 35 А с закрытой камерой сгорания

Параметры котла:

– Максимальная тепловая мощность котла Ferolli Bluehelix-tech 35 A
34,8 кВт

– Модуляция пламени горелки

– Встроенный расширительный бак 9 литров.

– Диаметр трубы дымоудаления 125 мм

– Вес 29 кг

– Рабочая температура для максимального КПД 50 °С в подаче и 30 °С в обратке

– Максимальная рабочая температура 90 °С

– Максимальная КПД (при мощности системы 30%) 108,8%

– Нержавеющий стальной теплообменник без швов

– Циркуляционный насос модулирующий Grundfos ALPHA2 L 32-60
180.

– Трехходовой кран подключения бойлера (модификация котла А).

– Автодиагностика.

– Автоподжиг.

– Защита от блокировки насоса

– Защита от замерзания.

– Защита от перегрева.

– Термометр.

– Манометр.

– Газ-контроль.

– Предохранительный клапан

– Гнездо подключения электродатчика температуры бойлера косвенного нагрева.

Для нагрева воды систем ГВС, принимаем к установке бойлер косвенного нагрева Ferolli Escunit 2 C на 200 литров см. рисунки 6 и 7. Бойлер работает с газовым котлом по приоритету ГВС.



Рисунок 6 – Бойлер косвенного нагрева Ecount 2 C фирмы Ferrolli

Характеристики бойлера Ecount 2 C Ferrolli:

- Мощность теплообменника 12,2 + 20,4 кВт;
- Объем 200 л;
- Высота 1438 мм;
- Диаметр бака 540 мм;
- Время нагрева 19 мин;
- Производительность 864 л/час;
- Контроллер приоритета ГВС.

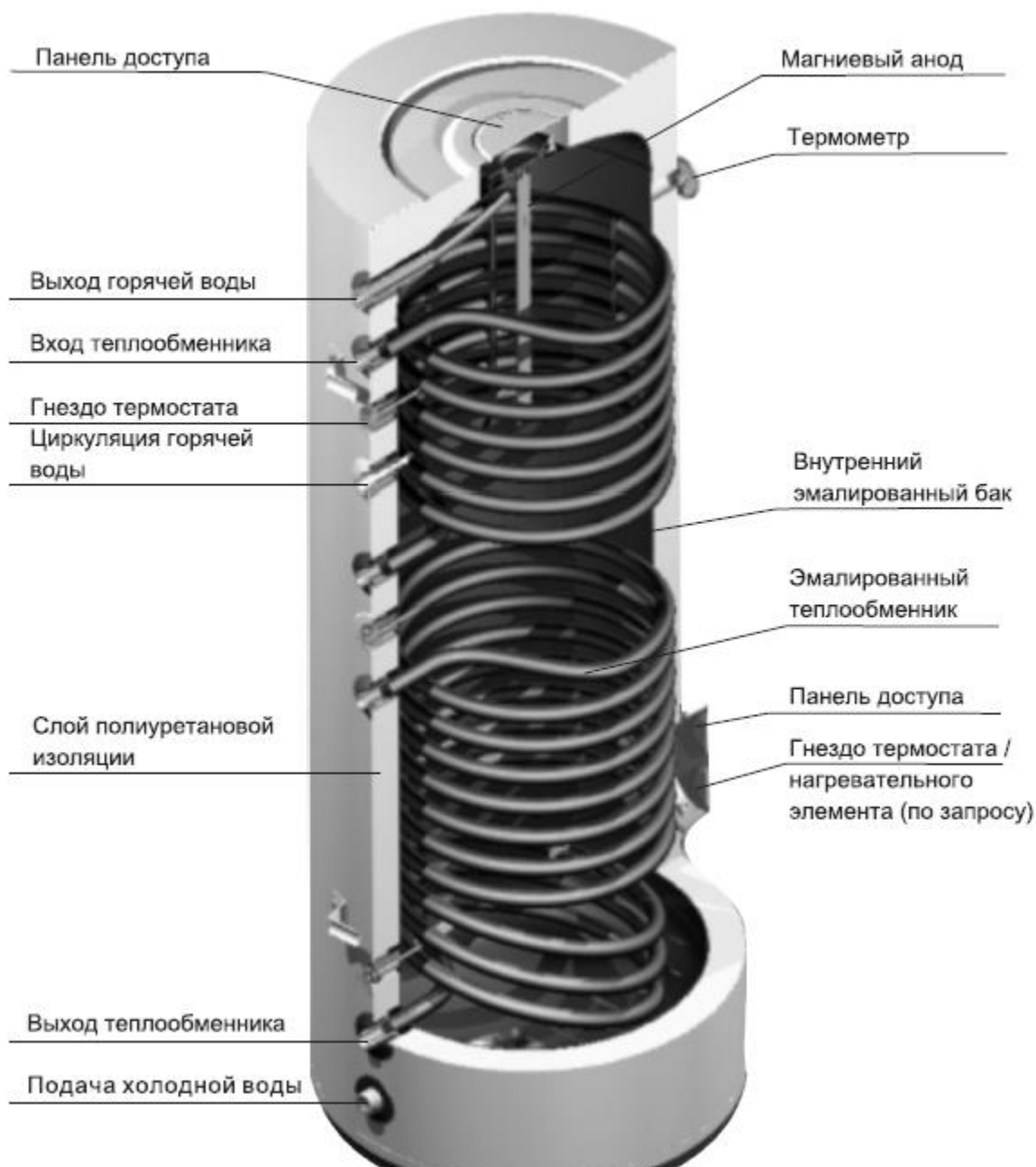


Рисунок 7 – Бойлер косвенного нагрева Eсounit 2 C в разрезе

Для компенсации расширения теплоносителя систем ГВС ориентируясь на температуру и объем системы по номограммам был подобран мембранный расширительный бак VALTEC VT.AV.B-8 на 8 литров см. рисунок 8.



Рисунок 8 – Мембранный расширительный бак VALTEC VT.AV.B-8

4.3 Гидравлический расчет систем отопления и подбор приборов

Теплоотдача от утепленных скорлупами труб отсутствует поэтому при расчете приборов отопления не учитывается [28, 29].

В проекте принимаются к установке чугунные радиаторы KONNER MODERN 500 китайского производства и гладкотрубный регистр диаметром 50 мм. Чугунный радиатор MODERN 500 - это линейка высококачественных радиаторов из чугуна для индивидуальных и централизованных систем отопления, разработанная специально для использования в российских условиях эксплуатации. Модели серии MODERN отличаются высокой теплоотдачей, проверенной годами использования непревзойдённой надёжностью и простотой в эксплуатации см. рисунок 9.

Характеристики радиатора KONNER MODERN 500

1. Номинальная теплоотдача секции $Q_{н.у.} = 156$ Вт,
2. Масса 8,45 кг.
3. Расстояние между пробками 500 мм



Рисунок 9 – Радиатор KONNER MODERN 500

Теплоотдача регистра (длина берется фактическая с чертежа) и число секций прибора отопления KONNER MODERN 500 определяется по соответствующим таблицам справочной литературы для температурного перепада 70-50°C в таблицу 9.

Таблица 9 – Расчет поверхности отопительных приборов

№пом	Qпом,Вт	Qном, Вт	Тип радиатора	Длина число секций
Подвал				
02	1233	1591	Регистр	20 м
03	1353	1705	Регистр	25 м
04	1574	1977	Регистр	35 м
1 этаж				
12	817	840	MODERN	7 сек
13	400	480	MODERN	4 сек
13	1400	1470	Регистр	24 м
13	760	840	MODERN	7 сек
14	500	600	MODERN	5 сек
14	500	600	MODERN	5 сек
14	803	840	MODERN	7 сек
15	1096	1200	MODERN	10 сек
17	896	1080	MODERN	9 сек
18	1447	1680	MODERN	14 сек
2 этаж				
21	536	600	MODERN	5 сек
21	536	600	MODERN	5 сек
22	1282	1440	MODERN	12 сек
23	638	720	MODERN	6 сек
23	638	720	MODERN	6 сек
24	888	960	MODERN	8 сек
24	889	960	MODERN	8 сек
25	433	480	MODERN	4 сек

Расчетное насосное циркуляционное давление системы отопления по характеристике котлового насоса Grundfos ALPHA2 L 32-60 180 принимается равным 2 м вод. ст. (по расходу системы отопления).

Расчёт диаметров труб ведём классическим методом удельных линейным потерь давления по длине приведенным в справочной литературе.

Для лучевых коллекторных систем диаметр труб от коллектора к прибору уже задан и равен 16 мм. Увязку веток производим регулировочным вентилем на обратном коллекторе. см рисунок 10 контролируя положение крана по номограмме. Удаление воздуха производится автоматическим воздухоотводчиком на коллекторе см. рисунок 11 и краном Маевского на приборе.



Рисунок 10 – Коллектор системы отопления



Рисунок 11 – Устройства для удаления воздуха

Расчетная схема нагрузок по контурам на систему отопления показана на рисунке 12.

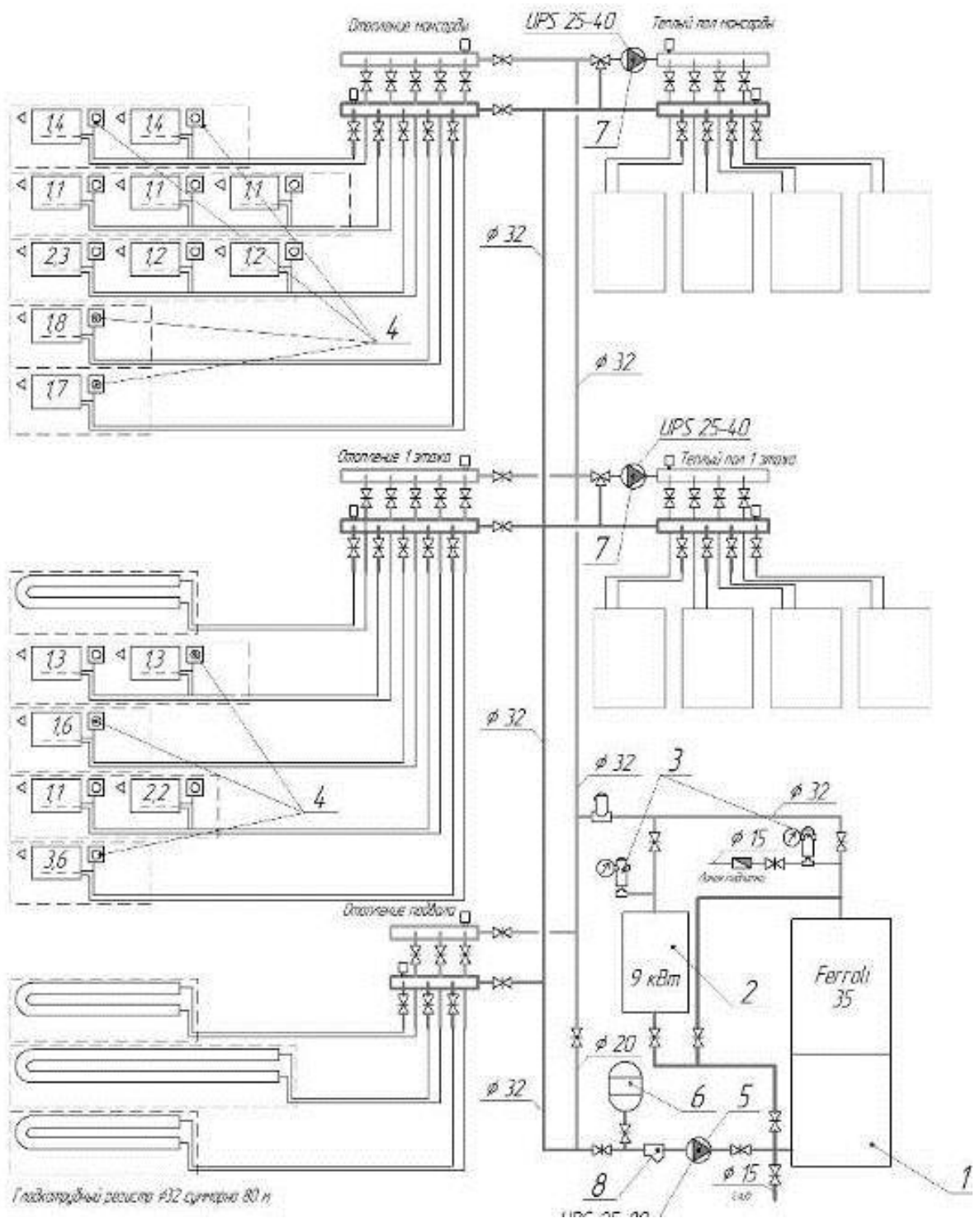


Рисунок 12 – Устройства для удаления воздуха

Гидравлический расчёт системы отопления приведен в таблице 10.

Таблица 10 – Гидравлический расчёт главного циркуляционного кольца системы отопления

№ уч	Расход	Длина	Диам	Уд. потери	Потери по длине	Скорость	К.М.С	Потери м.с.	Общие потери	Примечание
1-2	1493	7	32	241	1658	0,8	6,0	1782	3440	Перепад на коллекторе второго этажа $\Delta P_{rc} = 4533$ Па
2-3	1020	3	32	133	368	0,5	3,9	538	906	
3-4	501	4	26	122	429	0,4	5,6	541	970	
4-5	126	7	16	96	677	0,3	15,5	720	1396	
5-6	101	4	16	87	341	0,3	8,6	257	599	
6-7	26	6	16	14	84	0,1	17,2	34	117	
7-8	101	4	16	87	341	0,3	8,6	257	599	
8-9	126	7	16	96	868	0,3	21,0	974	1842	
9-10	501	4	26	122	429	0,4	5,7	550	979	
10-11	1020	3	32	133	1301	0,5	3,9	538	1839	
11-1	1493	7	32	241	1682	0,8	8,9	2651	4333	
-									3440	
-										
4-12	61	8,7	16	40	348	0,15	18,45	203	551	Избыток давления 71,4 % Настройка регулятора 2
12 - 13	31	4,8	16	13	62	0,08	30,78	87	150	
13-9	61	8,7	16	40	348	0,15	22,64	249	597	
									1298	
-										

Продолжение таблицы 10

№ уч	Расход	Длина	Диам	Уд. потери	Потери по длине	Скорость	К.М.С	Потери м.с.	Общие потери	Примечание
4-14	73	10,1	16	46	465	0,18	18,45	291	755	Избыток 61,7 % Настройка регулятора 2
14 -15	37	3,9	16	14	55	0,09	25,87	105	159	
15-9	73	10,1	16	46	465	0,18	22,64	357	821	
-									1736	
-										
4-16	102	10,5	16	88	924	0,25	18,45	567	1491	Избыток давления 25,3 % Настройка регулятора 4
16 -17	51	3,5	16	22	77	0,13	25,87	199	276	
17-9	102	10,5	16	88	924	0,25	22,64	696	1620	
-									3388	
-										
4-18	125	7,1	16	110	781	0,31	18,45	852	1633	Избыток давления 20,5 % Настройка регулятора 3
18 -19	33	3,3	16	13	43	0,08	30,78	99	142	
19-9	125	7,1	16	110	781	0,31	22,64	1046	1827	
-									3602	
Первый этаж										
ПОДВОД П	519	0,3	26	140	42	0,38	4,61	325	367	
ПОДВОД 0	519	0,3	26	140	42	0,38	4,11	290	332	
Перепад на коллекторе первого этажа										
$\Delta P_{pc} = \Delta P_{nom(3-10)} - \Delta P_{под П} - \Delta P_{под 0} = 5776 \text{ Па}$										

Продолжение таблицы 10

№ уч	Расход	Длина	Диам	Уд. потери	Потери по длине	Скорость	К.М.С.	Потери м.с.	Общие потери	Примечание
3-20	166	10,7	20	50	535	0,23	16,23	418	953	Избыток давления 49,0% Настройка регулятора 3
20 -21	83	4,5	16	50	225	0,20	39,09	796	1021	
21-10	166	10,7	20	50	535	0,23	16,95	437	972	
-									2946	
-										
3-10	47	14,4	16	20	288	0,12	44,78	292	580	Избыток давления 90,0% Настройка регулятора 1
									580	
-										
3-22	103	10,5	16	73	767	0,25	18,45	579	1345	Избыток давления 39,1% Настройка регулятора 4
22 -23	75	3,5	16	47	165	0,18	3,73	62	227	
23-24	46	3,0	16	16	48	0,11	30,78	193	241	
24 -25	75	3,5	16	47	165	0,18	3,73	62	227	
25-10	103	10,5	16	73	767	0,25	22,64	710	1477	
-										
3-10	63	7,9	16	38	300	0,15	44,78	525	826	Избыток давления 85,0% Настройка регулятора 1
									826	
-										
3-10	51	15,7	16	22	345	0,13	44,78	344	690	Избыток давления 88,0% Настройка регулятора1
									690	

Продолжение таблицы 10

№ уч	Расход	Длина	Диам	Уд. потери	Потери по длине	Скорость	К.М.С.	Потери м.с.	Общие потери	Примечание
Цокольный этаж										
подвод П	473	0,3	20	300	90	0,65	6,55	1371	1461	
подвод 0	473	0,3	20	300	90	0,65	4,35	910	1000	
Перепад на коллекторе подвала										
$\Delta P_{pc} = \Delta P_{nom(2-11)} - \Delta P_{под П} - \Delta P_{под O} = 6751 \text{ Па}$										
11-2	71	14,4	16	46	662	0,17	44,78	667	1330	Избыток давления 80,3 % Настройка регулятора1
									1330	
11-2	78	21,5	16	55	1183	0,19	54,6	982	2164	Избыток давления 67,9 % Настройка регулятора2
									2164	
11-2	90	21,5	16	60	1290	0,22	54,6	1307	2597	Избыток давления 61,0 % Настройка регулятора2
									2597	

Система теплых полов в доме поддерживает на поверхности плиточного покрытия и над холодным гаражом в библиотеке комфортную для человека температуру, которая держится в пределах этих значений постоянно (рисунки 13, 14).

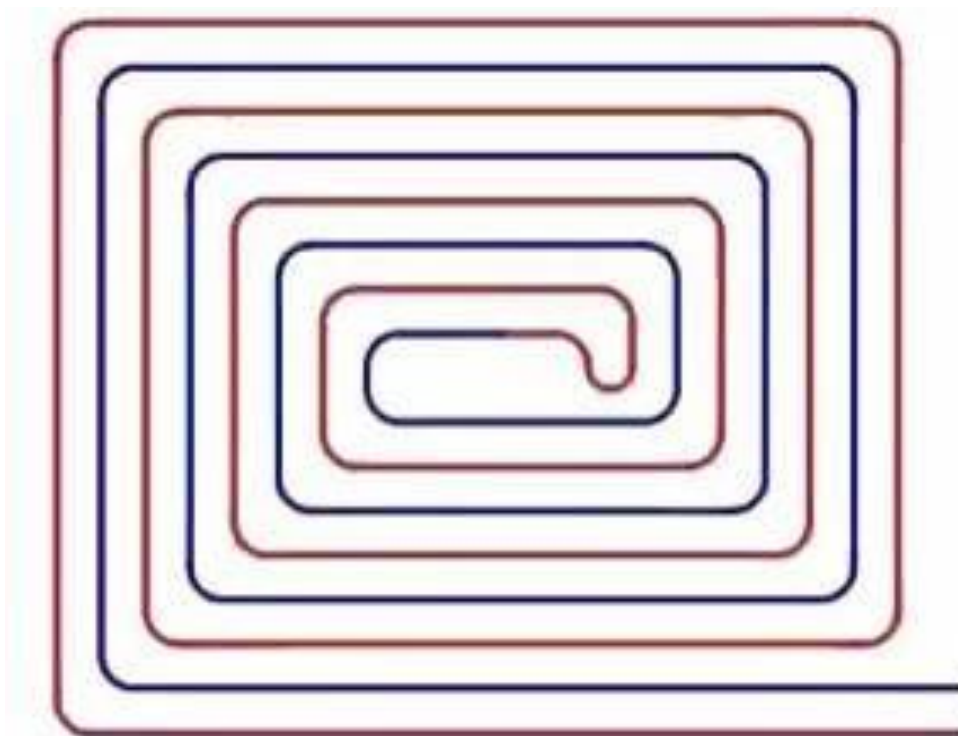


Рисунок 13 – Схема укладки улитка

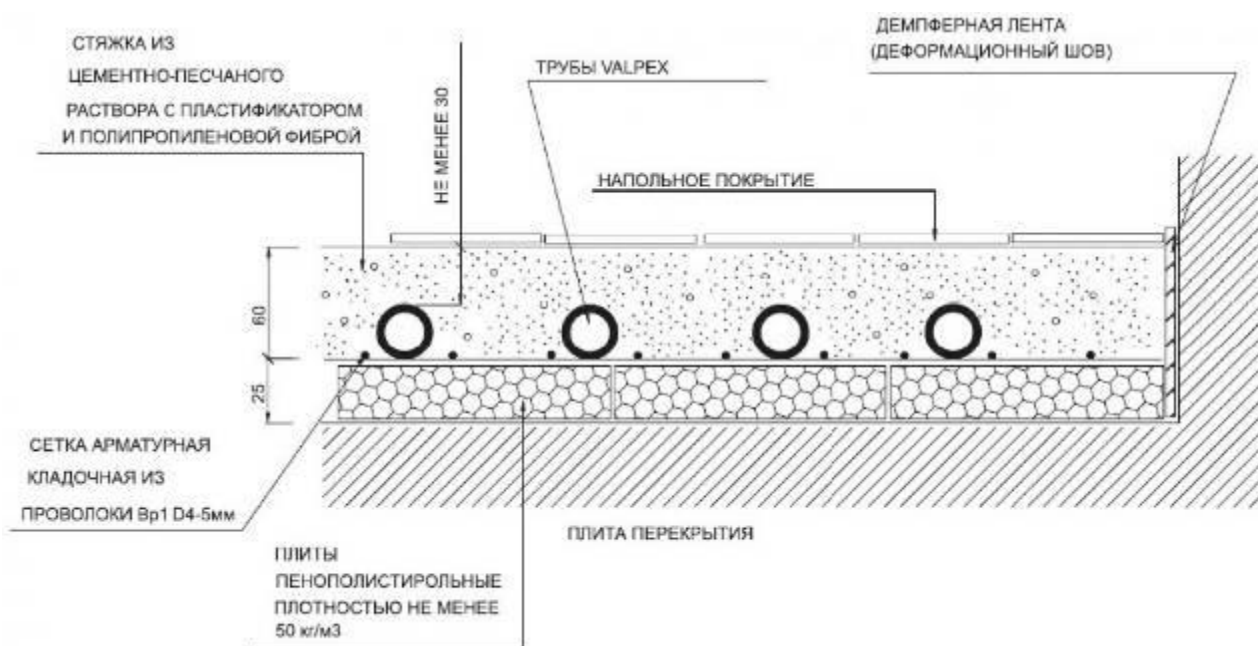


Рисунок 14 – Конструкция теплого пола

Расчет системы напольного отопления производится по графикам в нормативной литературе, принимая что:

- Температура подачи 35°C,
- Температура обратки 30°C,
- Шаг труб 200 мм,
- Схема укладки улитка см. рисунок 4.11,
- Покрытие плитка,
- Конструкция теплого пола см. рисунок 4.12,
- Диаметр трубы 16 мм,
- Марка ValPex.

Теплопоступление с квадратного метра составляют $q = 57 \text{ Вт/м}^2$.

Расчетная нагрузка на помещения:

- Кухня – 1080 Вт,
- Лестница – 720 Вт,
- Санузел 1 этажа – 270 Вт,
- Санузел 2 этажа – 264 Вт,
- Коридор 1 контур – 702 Вт,
- Коридор 1 контур – 732 Вт,
- Библиотека 1 контур – 813 Вт,
- Библиотека 2 контур – 823 Вт.

Расчетное насосное циркуляционное давление системы напольного отопления по характеристике насоса Valtec RS 25/6 180 положение 1 входящий в состав насосно-смесительного узла см. рисунок 15 принимается равным 1 м вод. ст. (по расходу системы напольного отопления).



Рисунок 15 – Устройство насосно-смесительного узлов теплого пола

В конструкцию трехходовых клапана входят подключенные к термоприводы, обеспечивающие регулировку температуры теплоносителя теплого пола в зависимости от внешней температуры системы отопления.

Регулировка температуры поверхности пола отдельных комнат может уменьшаться вручную на коллекторе.

Гидравлический расчет системы напольного отопления приведен в таблице 11.

Таблица 11 – Гидравлический расчёт главного циркуляционного кольца системы отопления

№ конт	Расход	Длина	Диам	Уд. потери	Потери по длине	Скорость	К.М.С	Потери м.с.	Общие потери	Примечание настройка Па
1	185,8	100,8	16	41	4156	0,25	37	1187	5343	2000
2	123,8	67,2	16	27	1847	0,17	37	527	2374	4968
3	46,4	25,2	16	10	260	0,06	37	74	334	7009
4	46,4	25,2	16	10	260	0,06	37	74	334	5085
5	120,7	65,52	16	27	1756	0,16	37	501	2257	4888
6	125,9	68,32	16	28	1909	0,17	37	545	2454	7023
7	165	82	16	39	3155	0,24	37	1084	5247	2307
8	168	89	16	39	3176	0,25	37	1097	5299	2294

5 Вентиляция

5.1 Описание решений по вентиляционным системам

Приток воздуха в помещения организованный через подоконный клапан Norvind City. (рисунки 16, 17). Этот клапан в час устанавливается без сверления стены при монтаже окна. Он крепится к нижней поверхности подоконника, монтируется под оконной рамой и запенивается. Корпус клапана находится под подоконником и почти незаметен, поток воздуха направлен вниз на радиатор. Воздух входит в зазор между отливом и стеной, проходит по воздуховодам из теплоизоляционного материала и попадает в глушители, которые включают в себя теплозвукоизоляционный материал, частично поглощающий уличный шум. «Далее воздух попадает в шумопоглотитель вентклапана, который проводит поглощение уличного шума и понижает скорость воздушного потока за счёт лабиринтной формы. Воздух проходит очистку за счёт встроенного фильтра, после чего через регулируемую заслонку попадает на радиатор отопления, где нагревается» [32].

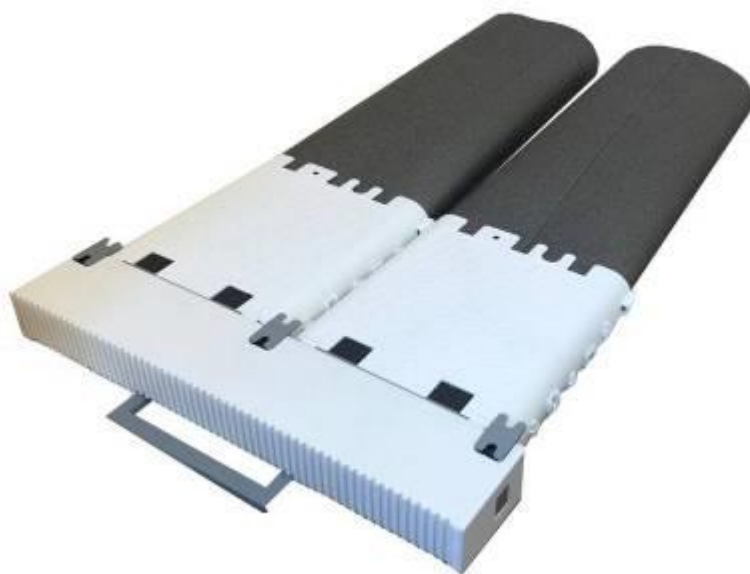


Рисунок 16 – Устройство клапана Norvind City



Рисунок 17 – Работа клапана Norvind City

Дополнительно для проветривания можно приоткрывать окна (микрощель) и в помещении кухни, котельной и по балансу в цоколе установить клапан КИВ рисунок 18.



Рисунок 18 – Устройство клапана КИВ

5.2 Расчет воздухообменов и аэродинамика

Расчетный воздухообмен гаража однократный через ворота. Для жилых и библиотеке кратностью 1 [14]-[16].

Забор воздуха на горение осуществляется дымососом котла.

Вытяжка естественная отдельными шахтами из котельной, сан. узла, кухни, коридоров и гаража [4].

Расчетный воздухообмен (таблица 12) помещений определяется по специальной литературе согласно нормативной кратности. Для совмещенных сан. узлов $50 \text{ м}^3/\text{час}$, кухни $60 \text{ м}^3/\text{час}$, гаража однократный через шахты.

Расчетная схема систем вентиляции приведена на рисунок 19 [9].

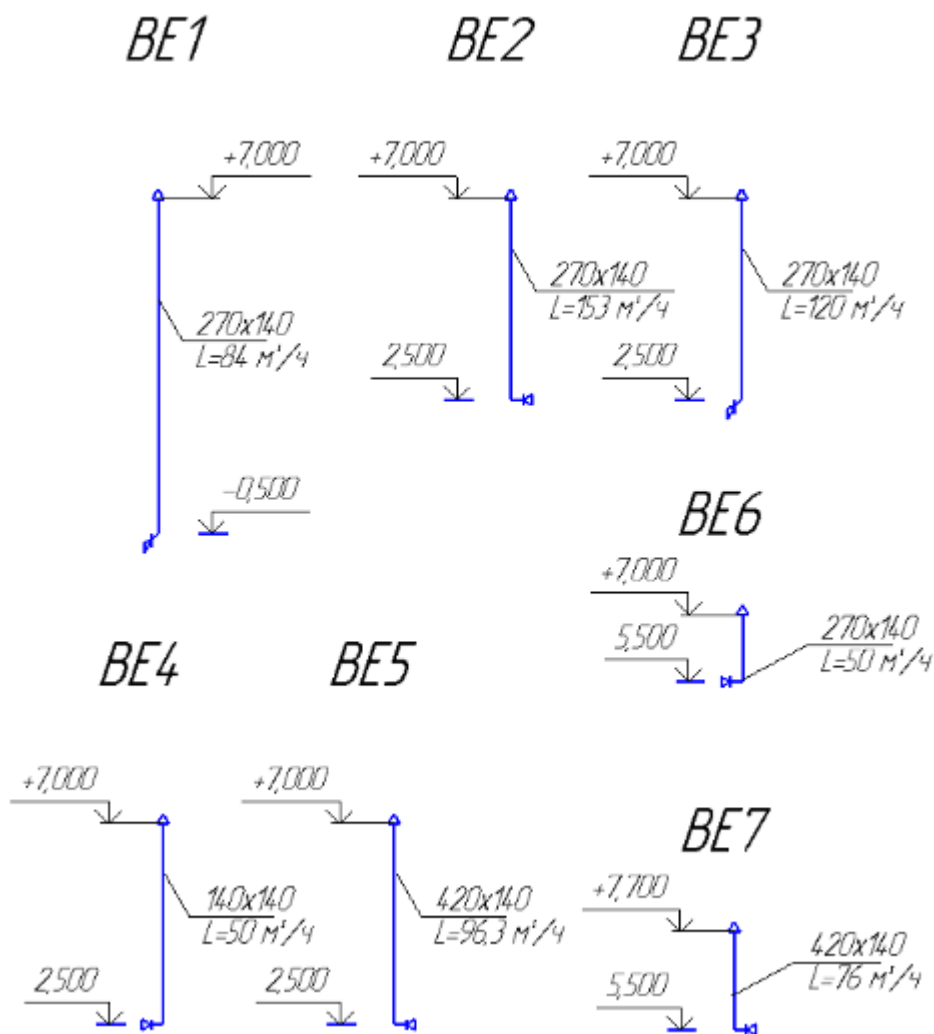


Рисунок 20 – Расчетная схема систем вентиляции BE1-BE7

Таблица 12 – Расчетный воздухообмен

Наим пом	Объем	кратность		Воздухообмен	
		Приток	Вытяжка	Приток	Вытяжка
Этаж цоколя					
Котельная	85	-	1	-	85
Подсобные	108	баланс	-	85	-
Баланс цоколя				85	85
Этаж первый					
Гараж	96	-	1	96 через ворота	96
Баланс гаража				96	96
Сан.узел	12	-	50	-	50
Кухня столовая	60	-	1 кр + 90 на плиту	-	150
Гостиная	90	1	-	90	-
Коридор			баланс	-	153
Комната отдыха	30	1	-	30	-
Этаж второй					
Спальня №1	54	1	-	54	-
Спальня №2	50,4	1	-	50,4	-
Зал	84,9	1	-	84,9	-
Кабинет	73,5	1	-	73,5	-
Библиотека	96,3	1	-	96,3	-
Сан.узел	16,5	-	50	-	50
Коридор		-	баланс	-	76
Баланс первого и второгоэтажа				479,1	479

Результаты аэродинамического расчета сведены в таблице 13.

Таблица 13 – Результаты аэродинамического расчета ВЕ1-ВЕ7

участ	Длин	L, м3/ч	A x b	Экв. д-тр, мм	W, м/с	Па/м	Линейные потери	Настройка Реш.	К. М. С.	Рд, па	Потери
ВЕ1 Р расп=5,0767 Па											
1'		84	270x140	184	0,87	Ррешетки=	2	Пол Б	2	0,46	2,92
1	7,5	84	270x140	184	0,87	0,07	1,39	0,73	2,2	0,46	1,74
–										Рсист=	4,65
Избыток давления, =8,33%											
ВЕ2 Р расп=3,046											
1'		153	270x140	184	0,62	Ррешетки=	0	Пол А	2	0,23	0,23
1	4,5	153	270x140	184	0,62	0,065	2,32	0,21	2,2	0,23	2,92
–										Рсист=	3,3
Избыток давления, = 9,64%											
ВЕ3 Р расп= 3,046 Па											
1'		150	270x140	184	0,62	Ррешетки=	0	Пол А	2	0,23	0,23
1	4,5	150	270x140	184	0,62	0,065	2,31	0,21	2,2	0,23	2,92
–										Рсист=	3,29
Избыток давления, = 5,47%											
ВЕ4 Р расп=3,046 Па											
1'		50	140x140	140	0,90	Ррешетки=	0	Пол А	2,2	0,49	1,07
1	4,5	50	140x140	140	0,90	0,12	1,3	0,70	2,2	0,49	1,78
–										Рсист=	2,85
Избыток давления, = 6,40%											

Продолжение таблицы 13

участ	Длин	L, м3/ч	A x b	Экв. д-тр, мм	W, м/с	Па/м	Линейные потери	Настройка Реш.	К. М. С.	Рд, па	Потери
BE5 Pрасп=3,046 Па											
1'		96,3	270x140	184	1,00	Ррешетки=	0,5	Пол Б	2	0,60	1,70
1	4,5	96,3	420x140	210	0,77	0,05	1,36	0,31	2,2	0,36	1,09
–										Рсист=	2,80
Избыток давления = 8,15%											
BE6 Pрасп=1,0153 Па											
1'		50	270x140	184	0,52	Ррешетки=	0,2	Пол Б	2	0,16	0,52
1	1,5	50	270x140	184	0,52	0,035	1,2	0,06	2,2	0,16	0,42
–										Рсист=	0,94
Избыток давления = 6,95%											
BE7 Pрасп.=1,4892 Па											
1'		76	270x140	184	0,80	Ррешетки=	0	Пол А	2	0,38	0,77
1	2,2	76	420x140	210	0,62	0,03	1,36	0,09	2,2	0,23	0,59
–										Рсист=	1,36
Избыток давления = 8,47%											

6 Контроль и Автоматизация системы газоснабжения дома

Проектом предусмотрена установка контроля и автоматизации системы газоснабжения дома САКЗ-МК-2 см. рисунок 21 [10].



Рисунок 21 – Комплектация САКЗ-МК

Более детально ознакомиться с системы автоматического контроля загазованности модернизированные с клапаном (САКЗ-МК) можно в источнике [33] и [34].

Главная задача модернизированных систем автоматического контроля загазованности, оснащенных клапаном, — непрерывная поддержка содержания газов в воздухе в заданном пространстве; фиксируется как монооксид углерода CO (угарный газ), так и природный газ C_nH_m (топливный углеводородный). Система имеет возможность оповещения с

использованием звуковой и световой сигнализации; при необходимости в аварийных ситуациях может обеспечить прекращение подачи газа.

Характеристики САКЗ-МК-2:

1. контролируемый газ: CH₄ (метан), CO (угарный газ);
2. клапан: КЗЭУГ 32 мм НД (низкое давление 0,1 МПа);
3. клапан нормально открытый, при отключении питания подается сигнал на закрытие клапана;
4. контроль исправности электромагнитного клапана, положения клапана;
5. порог срабатывания CH₄: 10 %, 20%;
6. порог срабатывания CO: 20 %, 100 %;
7. питание сигнализатора: 220 В;
8. рабочая температура: 0 ... 40 °С.

Преимущества системы автоматического контроля загазованности:

- при работе в дежурном режиме клапан не потребляет электроэнергию;
- при аварийных ситуациях управляющее напряжение удерживается в безопасном диапазоне, не превышающем 42 В;
- самопроизвольное открытие клапана исключено;
- высокая надежность клапанов за счет конструкции, в которой не используются резиновые мембраны и поджимные пружины;
- контролируемая вентиляция приточно-вытяжного принципа действия;
- возможность объединения системы с сигнализацией (пожарной, охранной) и внешними датчиками;
- возможность использования выносных диспетчерских пультов.

Принцип работы САКЗ-МК на объекте проектирования.

Если в помещении котельной или кухни, начинает повышаться концентрация газа (природного или угарного), достигая первого порогового

значения, подаются звуковые и световые сигналы, кроме того, в линию связи поступает электрический сигнал, активирующий дополнительную вентиляцию. При использовании определенных модификаций системы (САКЗ-МК-2, САКЗ-МК-3) импульс по сигнализаторам поступает на БСУ (блок сигнализации и управления), обеспечивая индикацию светом (для БСУ-К - и звуком).

Даже при отключении питания система автоматического контроля загазованности обеспечивается функционирование клапана для перекрытия газа. Во избежание сбоев при возможных кратковременных падениях напряжения функционирование системы предусматривает задержку длительностью в несколько секунд.

Система контроля загазованности САКЗ-МК-2 контролирует содержания природного и угарного газа в воздухе помещений, при превышении пороговых значений сигнализирует и закрывает клапан. Сигнализатор загазованности САКЗ-МК-2 управляет импульсным клапаном нормально открытым КЗЭУГ (муфтовый) или КЗГЭМ-У (фланцевый). САКЗ-МК-2 способна управлять нормально закрытым клапаном КПЭГ с ручным взводом и рабочим напряжением 230 В. Клапан допускается устанавливать вертикально и горизонтально. Сигнализатор имеют выходы для выдачи сигналов на другие внешние устройства. К системе могут подключаться GSM извещатель, пожарные датчики, диспетчерский пульт. Сигнализатор на природный газ устанавливается не менее одного на каждые 80 м², сигнализатор на угарный газ не менее одного на каждые 200 м². Количество датчиков загазованности неограниченно (рисунок 22).

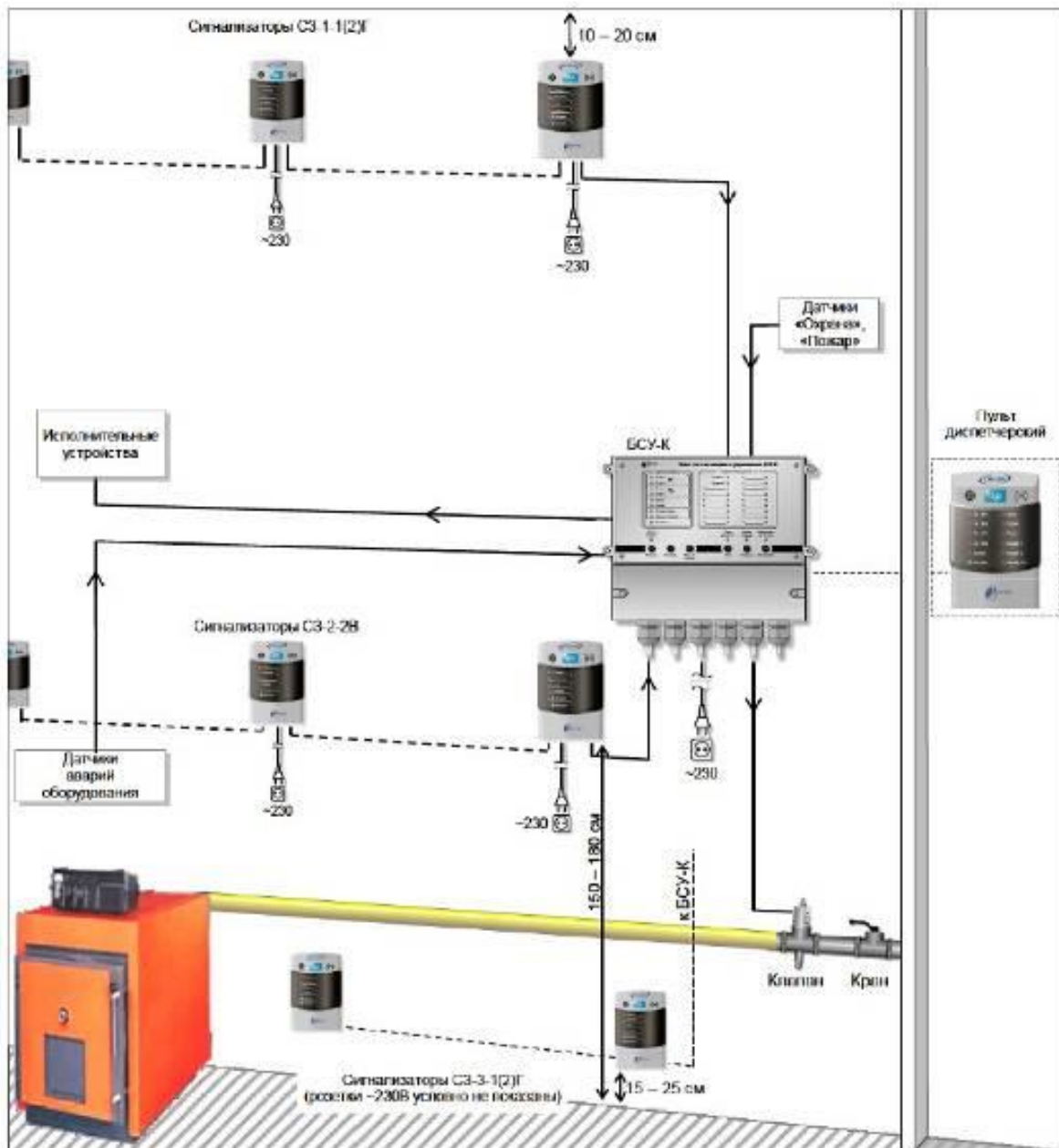


Рисунок 22 – Схема установки САКЗ-МК-2

7 Водоотведение и водоснабжение

7.1 Описание решений по системам водоотведения дома

Сброс стоков осуществляется в автономную канализацию «ТОПАС-С 6 long». Он относится к классу очистных сооружений глубокой биологической очистки и для своей работы требует наличия электроэнергии.

«Автономная канализация «ТОПАС-С 6 long» см. рисунки 23 и 24 имеет следующие преимущества:

1. Высокое качество очистки стоков (до 98%);
2. Легкий и прочный компактный корпус, выполненный из высококачественного полипропилена и снабженный ребрами жесткости;
3. Простой монтаж в сжатые сроки, возможность монтажа в любое время года, в любых типах грунтов, даже при высоком уровне грунтовых вод;
4. Полная экологическая безопасность, отсутствие неприятного запаха;
5. Легкость обслуживания: нет необходимости в вызове ассенизационной машины, приобретении культур микроорганизмов и т.п.;
6. На выходе - чистая техническая вода и стабилизированный ил.

Надежность и долговечность, срок службы составляет более 50 лет» [34].

Система канализации дома смонтирована из труб ПВХ «поливинилхлорид» диаметрами 50 мм и 110 мм.

Основные достоинства ПВХ труб:

7. высокой прочностью;
8. 100 % устойчивостью против коррозии;
9. сопротивлением от зарастания стенок;
10. высокой сопротивляемостью внутреннему износу;
11. низким весом;
12. трубы легки в монтаже при различных способах прокладки;
13. стойкостью к воздействиям кислотной среды;
14. цена.

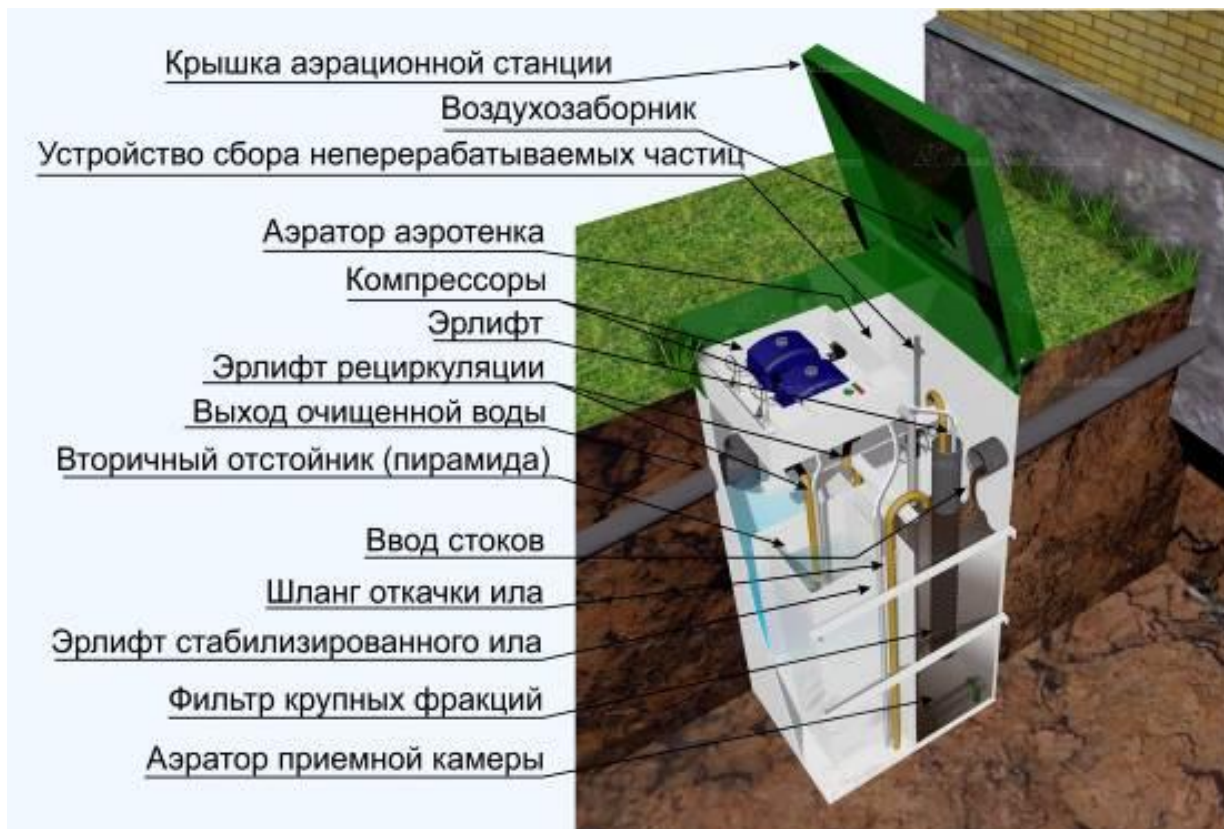


Рисунок 23 – Рисунок автономная канализация «ТОПАС-С 6 long»

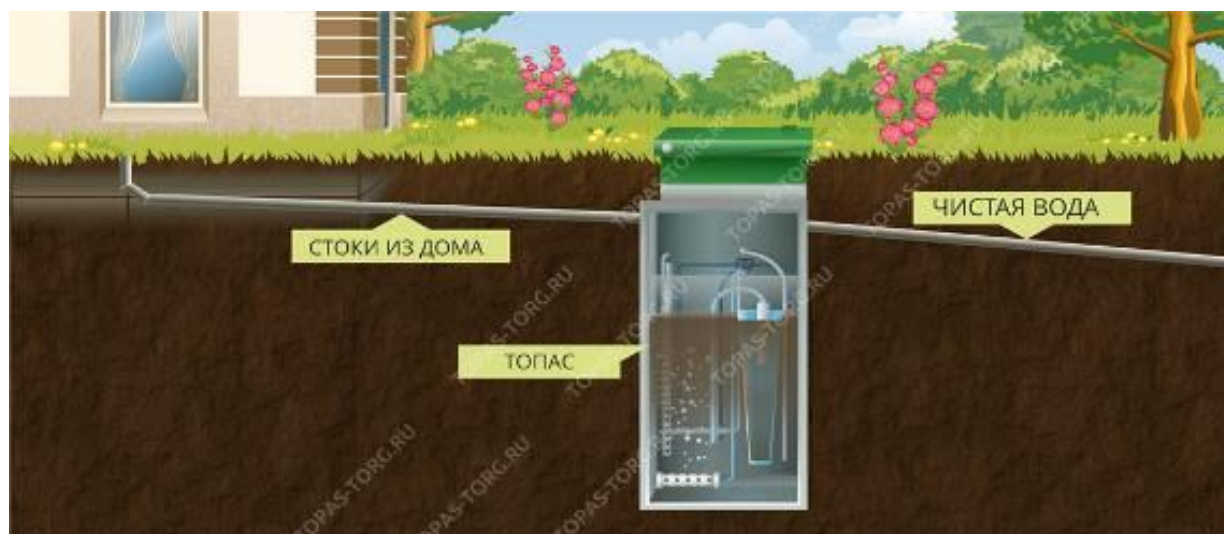


Рисунок 24 – Рисунок автономная канализация «ТОПАС-С 6 long»

7.2 Описание решений по системам водоснабжению дома

Водоснабжение дома производится от централизованной наружной сети водоснабжения города. Счетчик холодной воды установлен в помещении котловой цоколя. Подогрев воды осуществляется в бойлере косвенного нагрева.

Все трубопроводы внутренней сети выполнены из полипропиленовых труб фирмы FV-Plast PN20, ответвления от централизованной сети выполнены из трубы ПНД. Расчет диаметров выполняется по методике, указанной в нормативной литературе.

«Расчет выполнен согласно методике» [12], и приведен в таблицах 14 и 15.

Количество жителей $U = 6$ человек.

Гарантированный напор $H_r = 20$ м.вст.

Количество приборов 6 шт.

Таблица 14 – Гидравлический расчет горячего водопровода

№ уч-ка	Длина, м	Кол-во приб.	P	NP	α	q_u , л/с	d, мм	v, м/с	ei	lei, м
1	0,9	1	0,012	0,012	0,2	0,18	20	1,17	269	0,3152
2	0,5	2	0,012	0,024	0,21	0,189	20	1,23	295	0,1918
3	3,3	3	0,012	0,036	0,23	0,207	25	0,73	69	0,2981
4	8,6	8	0,012	0,096	0,307	0,2763	25	0,97	131	1,4693
5	15	1	0,012	0,012	0,343	0,5886	32	1,11	155	3,0225
Сумма										5,2970

Таблица 15 – Гидравлический расчет горячего водопровода

№ уч-ка	Длина, м	Кол-во приб.	P	NP	α	q_u , л/с	d, мм	v, м/с	ei	lei, м
1	3,2	1	0,015	0,015	0,202	0,1818	20	1,18	274	1,1414
2	3,4	2	0,015	0,03	0,237	0,2133	20	1,39	377	1,6669
3	13,5	4	0,015	0,06	0,289	0,2601	25	0,92	113	1,9873
4	2,5	5	0,015	0,075	0,311	0,2799	25	0,99	136	0,4415
5	1,3	6	0,015	0,09	0,331	0,2979	25	1,05	160	0,2709
Сумма										5,24

По расчётному расходу $q = 0,588$ л/с подобран водомер с диаметром 20 мм и максимальным расходом воды $5 \text{ м}^3/\text{ч}$ (1,944 л/с), его параметры:

$$H = 5,18 \cdot 0,588^2 = 1,79 \text{ м.}$$

Потери напора в счётчике менее 5 м, значит счётчик подобран правильно.

$$H_{\text{тр}} = 3 + 7,35 + 5,3 + 1,79 = 17,45 \text{ м}$$

$H_{\text{тр}} < H_{\text{г}}$, условие соблюдается.

На циркуляцию ГВС (Т4) устанавливается латунный циркуляционный насос Grundfos UP 20-14BXUT см. рисунок 25.



Рисунок 25 – Циркуляционный насос Grundfos UP 20-14BXUT

8 Газоснабжение

Проектируемым объектом является двухэтажный жилой дом с цокольным этажом. Высота помещения котельной 2,7 м. В доме используются газопотребляющее оборудование: конденсатный котел и плита на 4 конфорки (рисунок 26).

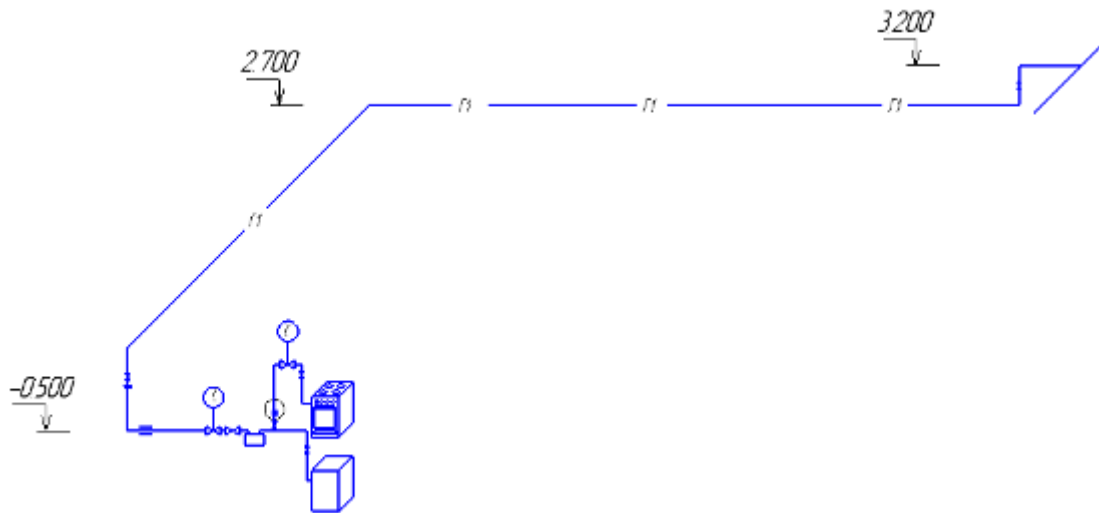


Рисунок 26 – Расчетная схема газоснабжения дома

Ввод в жилой дом – фасадный в котельную, диаметром 32 мм на отметке -0.500 м. Монтаж газопровода внутри здания производится из стальных труб ГОСТ 3262-91*.

Расчет ведется по номограммам в соответствии СП 42-101-2003. Учет потерь давления на кранах, тройнике, отводах и клапане сакз осуществляется методом эквивалентных длин.

Потери на участке до тройника составляют 91,96 Па.

Потери на участке до ответвления на котел составляют 12,06 Па.

Суммарные потери в газовой сети 101,02 Па, что меньше допустимых 200 Па.

9 Безопасность жизнедеятельности

9.1 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых технологических операций

Данный проект разработан для монтажа системы отопления для жилого дома, расположенного в г.о. Жигулевск по ул. 9 Января.

Монтаж системы отопления требует тщательной и продуманной подготовки к производству работ. Перед монтажом выполняются подготовительные работы: по оборудованию временных помещений и складов для труб и различного оборудования, подготовка подъездных путей для строительной техники (грузовые автомобили), а также поступление на объект необходимых материалов и инструментов.

После подготовительных работ приступают к монтажу системы отопления.

Рабочее место монтажника внутренних тепловых сетей находится на площадке объекта строительства. Монтаж системы отопления начинают с установки радиаторов. Затем устраиваются опоры, на которые укладываются стальные и полипропиленовые трубы. Стальные трубы соединяют между собой на сварке, а в местах установки арматуры – на фланцах. Сварка труб осуществляется полуавтоматическая при помощи сварочного аппарата. Стыки свариваемых труб необходимо изолировать. На трубопроводах монтируют различные узлы трубопроводной арматуры. Перед монтажом задвижки и компенсаторы проверяют на наличие трещин и неисправностей, также для опорожнения системы в тепловом пункте должен предусматриваться сливной штуцер. После монтажа трубопроводов, арматуры и компенсаторов и т.д. производят первичные испытания на прочность и плотность соединений; прочность креплений элементов систем; соблюдение проектных уклонов магистральных участков; отсутствие кривизны и изломов на прямолинейных участках трубопроводов; исправное действие запорной арматуры, предохранительных устройств (таблица 16).

Таблица 16 – Спецификация оборудования, инструментов для производственного участка

–	Наименование оборудования, инструмента	Марка	Работы, операции, выполняемые на этом оборудовании или этим инструментом
1.	Паяльник для полипропилена	ЦТП - 3	для пайки отводов, тройников и труб
2.	Комплект ключей	-	для монтажных работ
3.	Гидравлический пресс	ГП-24	для гидравлических испытаний
4.	Отбойный молоток	Bosh	для устройства монтажных отверстий
5.	Сварочный аппарат	АСШК-220-3А	для сварочных работ

9.2 Идентификация опасных и вредных производственных факторов

«Опасные и вредные факторы подразделяются на 4 группы по ГОСТ 12.0.003-74 (таблица 17):

1. физические (движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования, повышенные уровни шума и т.д.);
2. химические (токсические, канцерогенные, раздражающие, влияющие на репродуктивную функцию и могут проникать в организм человека через органы дыхания, кожные покровы и слизистые оболочки);
3. биологические (бактерии, вирусы и продукты их жизнедеятельности);
4. психофизически (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда)».

Таблица 17 – Воздействие производственных факторов на организм человека

–	Наименование опасного и вредного производственного фактора	Оборудование	Воздействие производственного фактора на организм человека
Физические			
1	Повышенные или пониженные температуры поверхностей оборудования или материалов	Паяльник сварочный аппарат	«Соприкосновение с оборудованием или материалом, обладающим повышенной температурой поверхности приводит к повреждению тканей организма – ожогу, различной степени тяжести I, II, III, IV: покраснение кожи, образование пузырей, омертвление всей толщи кожи, обугливание тканей» [19]
2	Движущиеся детали машин и механизмов	Дрель	Травмы различных частей тела
3	Повышенное значение напряжения в электрической цепи замыкание которой может пройти через тело человека	Электроприборы	«Термическое, электролитическое и биологическое воздействие. В результате биологического воздействия электрического тока возникают нарушения, и даже полное прекращение деятельности органов дыхания и кровообращения. Воздействие электрического тока нередко приводит к различным электротравмам, которые можно свести к двум видам: местным и общим» [19].
4	Недостаток естественного и искусственного освещения	-	«Повышенная утомляемость, растет вероятность ошибочных действий, что может привести к травматизму, повышенная близорукость, ослабление зрения» [19].
6	Повышенный уровень УФ излучения на рабочем месте	Сварка	«Длительное воздействие УФ на человека может привести к серьезным заболеваниям глаз и кожи. Острые поражения обычно проявляются в виде кератитов (воспаленная роговица) и помутнение хрусталика. Длительное воздействие УФ на кожу человека может привести к раку кожи» [19].
Психологические			
1	Динамические физические перегрузки	Котел	«Выраженное расширение вен, тромбозы, невралгия, невриты, хронические артриты, грыжа» [19].
Химические			
1	Выделение CO ₂	Дрель, болгарка	«Развитие профессиональных заболеваний, разжижение крови» [19].
3	Сварочная аэрозоль	Сварочный аппарат	«Токсичные вещества вызывают острые и хронические отравления, такие заболевания как экзема, аллергию, астму, заболевание дыхательных путей» [19].

9.3 Обеспечение электробезопасности

Источником электрической опасности на производственном участке являются различные электрические инструменты (дрель, болгарка).

Напряжение сети электроснабжения 220В с глухозаземленной нейтралью трансформатора. Система заземления – TN-C-S.

Распределение эл. энергии осуществляется от щитка ЩО-5, которые обеспечивает:

- распределение электроэнергии;
- защиту всех цепей от перегрузок и от токов короткого замыкания;
- защиту от токов утечки.

Групповая сеть освещения выполняется трехпроводным кабелем ВВГ, скрыта в пустотах плит, в штрабах.

Высота установки:

- выключателей -1,0 м (от уровня чистого пола);
- розеток – 0,45 м (от уровня чистого пола);
- щитков – 1,8 м (верх кромки щитка от уровня чистого пола).

Для защиты групповых линий, питающих штепсельные розетки для переносных электрических приборов предусматриваются дифференциальные автоматические выключатели в щитках ЩО-5.

Все металлические нетоковедущие части электрооборудования, которые могут оказаться напряжением, в случае повреждения изоляции следует соединить с нулевым защитным проводником.

Вводное устройство ВРУ здания принято с автоматическими выключателями на отходящих линиях. Вводные и распределительные устройства установлены на щите первого этажа.

Предусматривает общий учет электроэнергии счетчиками, установленными в существующем ВРУ.

Подключение котельного оборудования, отключение его при пожаре, пожарная сигнализация выполняются специализированной организацией по желанию заказчика.

Питающие и распределительные сети выполняются кабелем марки ВВГ, проложенным открыто по стенам и потолку подвала, скрыто в трубах в полу. Вертикальные прокладки питающих линий сети освещения ведутся скрыто в трубах в стояках.

Для защиты людей от поражения электрическим током предусматривается заземляющее устройство, которое состоит из внутреннего контура заземления, соединенного с наружным контуром заземления. Сопротивление наружного контура заземления не более 4 Ом. «Согласно п.7.1.87 ПУЭ изд. 7 на вводе в здание выполнена система уравнивания потенциалов путем объединения следующих частей:

- основной (магистральный) защитный проводник;
- основной заземляющий проводник, присоединенный к наружному контуру заземления;
- стальные трубы ввода кабелей в здание;
- металлические части строительных конструкций, системы центрального отопления» [32].

При работе с электрооборудованием (сварочный трансформатор, гидравлический насос) и для обеспечения электробезопасности необходимо в зоне проведения эл. работ выставить оградительные устройства и вывесить знаки безопасности, регламентированные ГОСТ 12.4.026-76, все электрооборудование должно быть заземлено, не разрешается трогать руками оголенные провода и пользоваться открытым огнем около них.

10 Организация монтажных работ инженерных систем

10.1 Характеристика системы отопления

«Система отопления выполняется из металлопластиковых труб, которая обладает низкими звукопроницаемостью и теплопотерями, снижает возможность образования водного конденсата, облегчает сборку, поставляемых в бухтах по 25 и 50 метров диаметром от 8×1,0 мм до 22×1,0 мм. Места соединений изолируются впоследствии быстро и чисто специальными формовыми деталями. Трубы прокладываются по плитам перекрытия в конструкции пола. Для соединения применяются специальные пресс фитинги» [17].

«В качестве отопительных приборов применяются радиаторы KONNER MODERN 500 настенного типа. Радиаторы KONNER MODERN 500 поставляются в собранном виде. На стену радиаторы вешаются при помощи кронштейнов. На каждом радиаторе имеется регулирующий инжекторный клапан, для последующей регулировки системы отопления. Каждый радиатор оборудован воздуховыпускным краном с воздухоотводной трубкой. Система отопления оборудована отопительным котлом, работающем на газовом топливе. Для производства монтажных работ принимаем следующие механизмы» [17]:

– пробивка отверстий в стенах, перегородках и перекрытиях выбираем перфоратор – PHE 50 S (SDS max) мощность 1050 Вт, масса 8,4 кг.

– для разметки мест прокладки труб и мест монтажа оборудования выбираем рулетку длиной 10 м, отвес и уровень.

– для монтажа оборудования – набор гаечных ключей.

– для монтажа труб пресс электрический.

– для проведения гидравлических испытаний – машина гидравлической опрессовки Компакт-электро мощность 800 Вт, давление рабочей жидкости 20 атм.

10.2 Определение объёмов работ

Перед подсчётом объёмов работ систему отопления разбиваем на захватки: второй этаж - первая захватка; первый этаж - вторая захватка; подвал - третья захватка. Для определения объёма работ составляется ведомость, см. таблицу 18 [30, 31].

Таблица 18 – Ведомость объёмов монтажных работ

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Объём работ на захватке			Итого
			I	II	III	
1	Разметка мест прокладки трубо-проводов с вычерчиванием эскизов	100 м	0,566	1,168	0,905	2,639
2	Сверление и пробивка отверстий в стенах и перекрытиях - глубиной до 150 мм - глубиной до 500 мм	100 отв.	-	0,06	0,02	0,08
			0,04	0,04	-	0,08
3	Прокладка трубопроводов - диаметром до 25 мм - диаметром до 40 мм	1 м	56,6	116,8	61,7	235,1
			-	-	28,8	28,8
4	Установка отопительных приборов - число кронштейнов – 2 - число кронштейнов – 3	1 блок	6	12	6	24
			-	1	2	3
5	Установка бойлера ГВС	1 бойлер	-	-	1	1
6	Установка котла	1 котёл	-	-	1	1
7	Испытание котла и бойлера	1 аппарат	-	-	2	2
8	Обвязка котла Ø 40 мм	1 м	-	-	7	7
9	Монтаж автоматики котла и бойлера ГВС	1 котёл (бойлер)	-	-	2	2
10	Монтаж циркуляционного насоса	1 шт.	-	-	1	1
11	Монтаж фильтра	1 шт.	-	-	2	2
12	Установка задвижек	1 шт	-	-	7	7
13	Монтаж расширительного бака	1 шт.	-	-	1	1

10.3 Определение потребности в оборудовании, материалах и деталях

«Потребность в материалах, деталях и оборудовании (таблица 19), определяется исходя из объёмов работ, а расход вспомогательных материалов определяется по» [13].

Таблица 19 – Ведомость оборудования и материалов

№	Обозначение	Наименование	Ед. измер.	Кол-во,	Масса ед., кг	Общая масса, кг
1	Валтек	Труба \varnothing		344	0,13	124
2		Тройник \varnothing :		44	0,02	8,8
3		Кран шаровый \varnothing				
		15	шт.	7	0,080	0,560
		20	шт.	2	0,110	0,220
		25	шт.	7	0,120	0,840
4		Распределительная гребёнка				
		на две ветки	шт.	6	0,200	1,20
5		Фильтр $D_y = 40$ мм	шт.	2	0,400	0,80
6	Ferolli	Отопительный котёл				
		мощность 35 кВт	шт.	1	182,0	182,0
7		Бойлер ГВС				
		объём 200 л	шт.	1	112,0	112,0
8	MODERN	Радиатор				
		8 сек	шт.	6	10,0	60,0
		24 сек	шт.	6	10,0	60,0
		12 сек	шт.	1	13,4	13,4
		11 сек	шт.	4	16,7	66,8
		10 сек	шт.	6	16,7	100,2
		15 сек	шт.	1	20,5	20,5
		6 сек	шт.	2	20,5	41
		4 сек	шт.	1	31,4	31,4
9		Термоманометр $D_y = 40$ мм	шт.	2	0,350	0,700

Оборудование и материалы завозятся до начала монтажных работ, на бортовой машине в один день.

10.4 Технология монтажных работ

«После испытания трубопровода системы отопления, производят устройство пола. Во время укладки монолитного пола рекомендуется поддерживать давление в трубопроводах отопления 0,2 МПа» [5], [20]-[27].

«Монтаж радиаторов следует вести в соответствии с рекомендациями, приведёнными в паспорте. Монтаж радиаторов следует вести после окончания отделочных работ только на подготовленных (оштукатуренных и окрашенных) поверхностях стен или на полу, что соответствует зарубежной практике» [6].

«При монтаже радиатора следует избегать неправильной установки. Расстояние от пола до низа настенных радиаторов следует принимать равным 100 -150 мм. При уменьшении зазора снижается его тепловой поток и затрудняется очистка пола под радиатором. При зазоре выше верхнего предела снижается температура у пола, увеличивается градиент температуры по высоте помещения, что приводит к снижению уровня комфортности. Следует избегать негоризонтальной установки радиатора, отставание его от стены на расстояние большее, чем определено конструкцией кронштейна» [6].

«После окончания монтажных работ следует очистить поверхность радиатора от пыли и загрязнений и убрать с радиатора посторонние предметы» [6].

Заключение

В работе выполнен проект систем отопления, теплого пола, вентиляции, газоснабжения, водоснабжения и водоотведения в частном жилом доме по адресу ул. 9 Января город Жигулевск Самарская область.

Материалом труб системы отопления принят металлопластик PEX-AL-PEX фирмы VALPEX. В качестве источника тепла принят к установке конденсатный котел с закрытой камерой сгорания Bluehelix - tech 35 фирмы Ferolli. В качестве приборов отопления применены чугунные секционные радиаторы Konner Modern 500 и гладкотрубные регистры из стали. Система теплых полов в доме поддерживает на поверхности плиточного покрытия и над холодным гаражом в библиотеке комфортную для человека температуру, которая держится в пределах этих значений постоянно.

Приток воздуха в помещения организованный через подоконный клапан Norvind City и КИВ. Удаление естественное через каналы в стенах. Ввод газопровода в жилой дом – фасадный в котельную, диаметром 32 мм на отметке -0.500 м. Проектом предусмотрена установка контроля и автоматизации системы газоснабжения дома САКЗ-МК-2

Сброс канализационных стоков осуществляется в автономную канализацию «ТОПАС-С 6 long».

Водоснабжение дома производится от централизованной наружной сети водоснабжения города. Счетчик холодной воды установлен в помещении котловой цоколя. Подогрев воды осуществляется в бойлере косвенного нагрева Esocunit 2 C фирмы Ferolli.

Так же были рассмотрены вопросы безопасности и жизнедеятельности, и организации строительно-монтажных работ на монтаж инженерных систем.

Работы по монтажу внутренних систем отопления и теплого пола в здания, выполняются ручным способом бригадой из 4 человек в одну смену, продолжительность монтажа составляет 14 дней. Для защиты рабочих от удара электрическим током предусмотрен внутренний контур заземления.

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. СП 60.13330.2012 Отопление вентиляция и кондиционирование. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. Введ. 2013-01-01. М.: Минрегион России, 2012.
3. ГОСТ 30494 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях / Госстрой России М.: ФГУП ЦПП, 1999. – 27 с.
4. Внутренние санитарно-технические устройства. В 2 ч. Ч. 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха / В. Н. Богословский [и др.] ; под ред. И. Г. Староверова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Стройиздат, 1977. - 502 с. : ил. - (Справочник проектировщика).
5. СП 50.1333.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. [Электронный ресурс]. – Введ. 2013. -07. -01.
6. Внутренние санитарно-технические устройства. В 2 ч. Ч. 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха / В. Н. Богословский [и др.] ; под ред. И. Г. Староверова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Стройиздат, 1977. - 502 с. : ил. - (Справочник проектировщика).
7. Гидравлический расчет трубопроводов систем водяного отопления: Метод. указания.
8. Русланов Г.В. Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий : проектирование : справочник / Г. В. Русланов, М. Я. Розкин, Э. Л. Ямпольский. - Киев : Будівельник, 1983. - 270, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 268-269.
9. 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.
10. Мухин О.А. Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции: Учеб. Пособие для вузов.-Мн.: Выш. шк., 1986 – 304 с.: ил.

11. Расчет площади нагревательной поверхности отопительных приборов: Метод. указания к курсовому и дипломному проектированию/Сост. Н.Д. Беляев. – Тольятти: ТолПИ, 1994.
12. СНиП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий. Госстрой России. Москва 1997.
13. Циркуляционные бессальниковые насосы. GRUNDFOS каталог 2002 г.
14. Проектирование промышленной вентиляции: Справочник / Торговников Б. М., Табачник В. Е., Ефанов Е. М. – Киев: Будивельник, 1983. – 256 с.
15. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха, Кн.2/ Под редакцией Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера.
16. Андриевский А.К. Отопление: [Учебное пособие для вузов по спец. 1208 «Теплогазоснабжение и вентиляция»]/Под ред. М.И. Курпана. – 2-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Выш. школа, 1982. – 364 с., ил.
17. Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий: Проектирование: Справочник / Г.В. Русланов, М.Я. Розкин, Э.Л. Ямпольский.- Киев, 1983.-272 с.
18. Отопление и вентиляция: Учеб. пособие для строит. вузов и фак. по спец. «Теплогазоснабжение и вентиляция». / Дроздов В. Ф., в 2-х частях. Ч. 2. Вентиляция. – Высш. шк., 1984.
19. Сводный каталог оборудования. – Русклиматвент, 2006.
20. Отопление и вентиляция гражданских зданий. Определение воздухообменов в жилых и общественных зданиях: Метод. указания к курсовому и дипломному проектированию/Сост. В.В. Сорокин. – Тольятти: ТолПИ, 1995.
21. Нормативные и справочные данные для расчета и проектирования отопления и вентиляции: Метод. указания к курсовому и дипломному проектированию. Приложения 1-44/Сост. В.В. Сорокин. – Тольятти: ТолПИ, 1995.

22. Нормативные и справочные данные для расчета и проектирования отопления и вентиляции: Метод. указания к курсовому и дипломному проектированию. Приложения 45-69/Сост. В.В. Сорокин. – Тольятти: ТолПИ, 1995

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

24. Отопление и вентиляция: Учеб. пособие для строит. вузов и фак. по спец. «Теплогазоснабжение и вентиляция». / Дроздов В. Ф., в 2-х частях. Ч. 2. Вентиляция. – Высш. шк., 1984.

25. Монтаж внутренних санитарно-технических устройств / Ю. Б. Александрович [и др.] ; под ред. И. Г. Староверова. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Стройиздат, 1984. - 780 с. : ил. - (Справочник строителя). Журавлёв Б.А. "Справочник мастера-сантехника". – М.: Стройиздат, 1988.

26. Строительные машины. Справочник в 2-х т. Под ред. д-ра техн. наук В.А. Баумана и инж. Лапира. Т. 1. Машины для строительства промышленных, гражданских, гидротехнических сооружений и дорог. Изд. 4-е перераб. и доп. М., "Машиностроение", 1976, 502с.

27. Сосков В.И. Технология монтажа и заготовительные работы : [учеб. для вузов по спец. "Теплогазоснабжение и вентиляция"] / В. И. Сосков. - Москва : Высш. шк., 1989. - 343, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 336. - Предм. указ.: с. 337-339.

28. ЗАО DANFOSS "Техническое описание. Радиаторные терморегуляторы RTD", 2004.

29. Оборудование фирмы «ДАНФОСС» для систем инженерного обеспечения зданий. Москва 2002г.

30. ЕНиР. Сборник Е9. Вып. 1. Санитарно-техническое оборудование зданий и сооружений/Госстрой СССР.-М.:Стройиздат, 1987,79 с.

31. ЕНиР. Сб. Е22. Сварочные работы. Вып. 2. Трубопроводы / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1987. – 112 с.

32. Алдакишкин, А. В. Повышение эффективности содержания, ремонта и технического обслуживания контуров защитного заземления на объектах железной дороги / А. В. Алдакишкин // Проблемы безопасности российского общества. – 2019. – № 1. – С. 31-37. – EDN LYVQTH.

33. Интернет источник: <https://deomera.ru/katalog/gazoanalizatoryi/sakz-mk-2-dn-32-sistema-zagazovannosti-coch4>. Дата обращения 20.06.2022

34. Интернет источник: <https://www.gaz-t.ru/products/sistemyi-kontrolya-zagazovannosti/sistemi-avtomaticheskogo-kontrola-zagazovannosti-sakz-mk.html>. Дата обращения 20.06.2022