

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

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(ИНСТИТУТ)

«Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

(кафедра)

270800.62 (08.03.01) «Строительство»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Теплогазоснабжение и вентиляция»

(наименование профиля, специализации)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему : с. Ягодное. Индивидуальный жилой дом. Инженерные сети.

Студент(ка)

А.А.Иванушкин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Е.А. Усманова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.В. Щипанов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Нормоконтроль

И.А. Живоглядова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент М.Н. Кучеренко

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

(личная подпись)

« » 20 г.

Тольятти 2016

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

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(институт)

«Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ТГБВиВ

М.Н. Кучеренко

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« » 20 г.

**ЗАДАНИЕ
на выполнение бакалаврской работы**

Студент Иванушкин Антон Александрович

1. Тема с. Ягодное. Индивидуальный жилой дом. Инженерные сети.

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы: 16.06.2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: Архитектурно - строительные чертежи здания

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов) 1. Исходные данные для проектирования; 2. Теплотехнический расчет; 3. Теплоснабжение; 4. Вентиляция; 5. Водоснабжение и водоотведение; 6. Газоснабжение; 7. Контроль и автоматизация; 8. Организация монтажных работ; 9. Безопасность и экологичность объекта.

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала Общие данные, планы этажей, схемы систем отопления, вентиляции, холодного и горячего водоснабжения, канализации, газоснабжения.

6. Консультанты по разделам: А.В.Щипанов.

7. Дата выдачи задания « 4 » 04 2016 г.

Руководитель выпускной
квалификационной работы

(подпись)

Е.А.Усманова

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

А.А. Иванушкин

(И.О. Фамилия)

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

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(институт)

«Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ТГВВиВ

М.Н. Кучеренко

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 20 ____ г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения бакалаврской работы**

Студента: Иванушкина Антона Александровича

по теме: с.Ягодное. Индивидуальный жилой дом. Инженерные сети.

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Исходные данные для проектирования	08.04.16	08.04.16	выполнено	
Теплотехнический расчет	16.04.16	16.04.16	выполнено	
Теплоснабжение	21.04.16	21.04.16	выполнено	
Вентиляция	5.05.16	5.05.16	выполнено	
Водоснабжение и водоотведение	15.05.16	15.05.16	выполнено	
Газоснабжение	20.05.16	20.05.16	выполнено	
Контроль и автоматизация	25.05.16	25.05.16	выполнено	
Организация монтажных работ	31.05.16	31.05.16	выполнено	
Безопасность и экологичность объекта	05.06.16	05.06.16	выполнено	

Руководитель выпускной
квалификационной работы

(подпись)

Е.А. Усманова

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

А.А. Иванушкин

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

В выпускной бакалаврской работе выполнен проект инженерных систем индивидуального жилого дома, расположенного в с. Ягодное Самарской области. Выполнены расчёты систем отопления, вентиляции, холодного и горячего водоснабжения, водоотведения и газоснабжения. Принятые решения обоснованы. Подобрано оборудование индивидуальной котельной. Выполнены разделы контроля и автоматизации, а также организации монтажных работ, рассмотрены мероприятия по безопасности и экологичности объекта.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	7
1.1. Параметры наружного и внутреннего воздуха.....	7
1.2. Архитектурно-планировочное описание объекта.....	8
2. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ	10
2.1. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.....	10
2.2. Определение теплотерь здания.....	15
3. ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ.....	18
3.1. Конструирование системы отопления.....	18
3.2. Горячее водоснабжение	19
3.3. Расчёт и подбор оборудования котельной	22
4. ВЕНТИЛЯЦИЯ.....	33
4.1. Определение требуемых воздухообменов	
4.2. Выбор принципиальных решений и конструирование	33
4.3. Аэродинамический расчет.....	34
4.4. Расчет и подбор оборудования.....	36
5 ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ	39
5.1. Холодное водоснабжение	39
5.2. Водоотведение	39
6. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ	45
6.1. Конструирование системы газоснабжения	45
6.2. Гидравлический расчет системы газоснабжения	45
7. КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ	49
8. ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ	51
9. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.....	55

ЛИТЕРАТУРА

ПРИЛОЖЕНИЯ

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение комфортных условий микроклимата помещений для жизнедеятельности и работы человека призваны решать современные инженерные системы. Эти системы относят к жизнеобеспечивающим, их правильное проектирование и установка имеет большое санитарно-гигиеническое, экономическое и социальное значение.

Применение новых технологий и материалов в области утепления ограждающих конструкций зданий, разработка и внедрение автоматизированных систем управления регулированием параметров теплоносителя, реагирование этих систем на малейшие изменения внешней среды позволяет снизить затраты энергии и стремиться к выполнению федерального закона «Об энергосбережении». Совершенствование отопительной и вентиляционной техники и её применение в строительстве даёт возможность не только поддерживать оптимальные параметры внутренней среды в течение года, но и обеспечить долговечность строительных конструкций и сохранить здоровье людей.

Целью работы является проектирование современных инженерных систем здания, которые отвечали бы всем требованиям по санитарным нормам, комфортным условиям, эффективности и по энергосбережению.

Для реализации поставленной цели и в соответствии с заданием следует выполнить задачи:

Теплотехнический расчёт ограждений, расчеты систем теплоснабжения, вентиляции, водоснабжения, канализации, газоснабжения. Рассмотреть организацию монтажных работ, безопасность и экологичность технического объекта.

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1 Параметры наружного и внутреннего воздуха

Параметры наружного воздуха принимаются по рекомендациям СП [1] для данного района строительства и сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 - Параметры наружного воздуха

Период года	Барометр. Давление, гПа	Параметры А		Параметры. Б		Средняя суточная амплитуда температуры, °С	Сред. темпер. Наружного воздуха за отопит. период, °С	Продолж. сут, отопительного периода, сут
		t, °С	g, м/с	t, °С	g, м/с			
Теплый	995	24,6	3,2	-	-	12,8	-5,2	203
Холодный	-	-	-	-30	5,4	-		

Параметры внутреннего воздуха принимаются для холодного периода года в соответствии с [2] см. табл. 1.2.

Таблица 1.2 - Температура внутреннего воздуха

Этаж	Наименование помещения	Внутренняя температура воздуха, t _в , °С
1	2	3
Подвальное помещение	Котельная	16
	Кладовая	18
	Бар	20
	Бильярдная	20
	Комната отдыха	20

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3
Первый этаж	Прихожая	18
	Холл	20
	Кухня-столовая	20
	Гостиная	20
	Санузел	25
Второй этаж	Коридор и л/к	18
	Санузел	25
	Спальня	20
	Гардеробная	18

1.2 Архитектурно-планировочное описание объекта

Проектируемый объект - индивидуальный жилой дом располагается в с. Ягодное Самарской области. Здание двухэтажное с подвалом. Размеры здания по осям 10,0х15,2 м, высота 10,0 м., высота этажа 3,3 м, высота подвала 3,0 м.

Главный фасад здания ориентирован на юг

Наружные стены выполнены из оштукатуренных газобетонных блоков, утеплитель – минераловатные плиты «Rockwool» Фасад Баттс. Чердачное перекрытие из сборных ж/б плит, утеплитель – «Rockwool» Лайт Баттс; покрытие пола в подвале – паркетная доска по армированной цементно-песчаной стяжке на бетонном основании, утеплитель – экструдированный пенополистирол. Остекление – двухкамерные стеклопакеты в ПВХ переплетах.

В подземной части здания находится подвал, в котором предусмотрено помещение под бильярдную, комнату отдыха, котельную и кладовые. На 1-ом этаже располагаются кухня-столовая, гостиная, холл. На 2-ом этаже находятся спальни, ванная комната и гардеробная.

Источник теплоснабжения

В рамках данной работы предусмотрено проектирование собственной котельной с котлом, работающем на природном газе, поступающем от существующей магистральной системы газопровода низкого давления. Подача

воды от централизованной системы хозяйственно-питьевого водопровода.

Давление воды на вводе $P = 0,3$ МПа

2 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ

2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций производится с целью определения требуемого термического сопротивления из условия, что приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$, будет не меньше нормируемого значения $R_0^{\text{норм}}$, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$, определяемое в зависимости от градусо-суток отопительного периода для данного района строительства ГСОП, $^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$ [3].

Градусы-сутки отопительного периода определяются по формуле:

$$ГСОП = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) Z_{\text{от}}, \quad (2.1)$$

где $t_{\text{в}}$ – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, $^\circ\text{C}$ [2];

$t_{\text{от}}$ – средняя температура наружного воздуха за отопительный период, $^\circ\text{C}$ [1];

$Z_{\text{от}}$ – продолжительность, сут, отопительного периода [1].

$$ГСОП = (20 - (-5,2)) \cdot 203 = 5115,6 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$R_0^{\text{np}} = r \left(\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_{\text{к}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right), \text{ } (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}, \quad (2.2)$$

где $\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ [3];

$R_{\text{к}}$ – сумма теоретических сопротивлений слоев конструкции, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$;

$\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающих конструкций, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ [3];

r – коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции, для расчета принимается $r = 0,85$ [16].

Условия эксплуатации ограждающих конструкций при нормальном влажностном режиме помещений и расположении здания в сухой климатической зоне – А [3]. Данные для расчёта наружных стен в табл. 2.1 [4].

Таблица 2.1 - Данные для расчета наружных стен.

№ слоя	Наименование материала	Толщина слоя δ , м	Плотность γ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°C)
1	Известково-песчаная штукатурка	0,005	1600	0,7
2	Утеплитель – плиты минераловатные Фасад Баттс	δ_{ym}	130	0,04
3	Газобетон на цементно-песчаном растворе	0,25	400	0,14
4	Цементно-песчаный раствор	0,02	1800	0,76

Для стен требуемое сопротивление теплопередаче:

$$R_O^{mp} = 3,190(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$$

$$3,19 = 0,85 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{0,7} + \frac{\delta_{ym}}{0,04} + \frac{0,25}{0,14} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23} \right)$$

$$\delta_{ym} = \left(\frac{3,19}{0,85} - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{0,7} + \frac{0,25}{0,14} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23} \right) \right) \cdot 0,04 = 0,071 \text{ м}$$

Исходя из конструктивных характеристик принимается $\delta_{ym} = 75$ мм.

Фактическое сопротивление теплопередаче стен:

$$R_O^{\phi} = 0,85 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{0,7} + \frac{0,25}{0,14} + \frac{0,075}{0,04} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23} \right) = 3,274(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$$

$$k = \frac{1}{3,274} = 0,305 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

Данные для расчёта чердачного перекрытия представлены в табл. 2.2 [4].

Таблица 2.2 - Данные для расчета чердачного перекрытия.

№ слоя	Наименование материала	Толщина слоя δ , м	Плотность γ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/м·°C
1	Железобетонная плита перекрытия	0,22	2500	1,92
2	Рубероид	0,005	600	0,17
3	Утеплитель – плиты минераловатные Лайт Баттс	δ_{yt}	37	0,039
4	Цементно-песчаная стяжка, армированная сеткой	0,04	1800	0,76

Требуемое сопротивление теплопередаче чердачного перекрытия:

$$R_O^{mp} = 4,202(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$$

$$4,202 = 0,85 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{\delta_{yt}}{0,039} + \frac{0,04}{0,76} + \frac{1}{12} \right)$$

$$\delta_{yt} = \left(\frac{4,202}{0,85} - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,04}{0,76} + \frac{1}{12} \right) \right) \cdot 0,039 = 0,177 \text{ м}$$

Исходя из конструктивных характеристик принимается $\delta_{yt} = 200$ мм.

Фактическое сопротивление теплопередаче чердачного перекрытия:

$$R_O^{\phi} = 0,85 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,2}{0,039} + \frac{0,04}{0,76} + \frac{1}{12} \right) = 4,694(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$$

$$k = \frac{1}{4,694} = 0,213 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

Сопротивление теплопередаче полов на грунте с коэффициентом теплопроводности $\lambda < 1,2$ Вт/(м·°C) утепляющего слоя толщиной δ , м, рассчитывается по формуле [3]:

$$R^{mp} = R_c + r \cdot \sum \frac{\delta}{\lambda_h}, (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}, \quad (2.3)$$

где $R_c = 2,1$ (м²·°C /Вт) – для I зоны;

4,3 ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С} / \text{Вт}$) – для II зоны;

8,6 ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С} / \text{Вт}$) – для III зоны;

14,2 ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С} / \text{Вт}$) – для IV зоны. [5, прил.Е]:

Данные для расчёта полов на грунте представлены в табл. 2.3 [4].

Таблица 2.3 - Данные для расчета полов на грунте:

№ слоя	Наименование материала	Толщина слоя δ , м	Плотность γ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/м·°С
1	Паркетная доска	0,015	700	0,18
2	Цементно-песчаная стяжка	0,05	1800	0,76
3	Рубероид	0,005	600	0,17
4	Бетон	0,1	2400	1,74

$$\sum \frac{\delta}{\lambda_h} = \frac{0,015}{0,18} + \frac{0,05}{0,76} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,1}{1,74} = 0,235 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{С) / Вт}$$

Сопротивление теплопередаче утепленного пола по зонам:

$$\text{I: } R_o^{mp} = 2,1 + 0,235 = 2,335 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{С) / Вт};$$

$$\text{II: } R_o^{mp} = 4,3 + 0,235 = 4,535 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{С) / Вт};$$

$$\text{III: } R_o^{mp} = 8,6 + 0,235 = 8,835 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{С) / Вт};$$

$$\text{IV: } R_o^{mp} = 14,2 + 0,235 = 14,435 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{С) / Вт}.$$

Коэффициент теплопередачи по зонам:

$$\text{I- } k = \frac{1}{2,335} = 0,428 \text{ Вт / (м}^2 \cdot ^\circ\text{С)};$$

$$\text{II- } k = \frac{1}{4,535} = 0,221 \text{ Вт / (м}^2 \cdot ^\circ\text{С)};$$

$$\text{III} - k = \frac{1}{8,835} = 0,113 \text{ , } Bm/(m^2 \cdot ^\circ C) ;$$

$$\text{IV} - k = \frac{1}{14,435} = 0,069 \text{ , } Bm/(m^2 \cdot ^\circ C).$$

Теплотехнический расчет окон: $R_o^{mp} = 0,534 \text{ (} m^2 \cdot ^\circ C \text{) / } Bm ;$

Выбираем двухкамерный стеклопакет из обычного стекла (с межстекольным расстоянием 12 мм) в ПВХ переплетах. [4].

$$R_o^\phi = 0,54 \text{ (} m^2 \cdot ^\circ C \text{) / } Bm ;$$

$$k = \frac{1}{0,54} = 1,852 \text{ } Bm/(m^2 \cdot ^\circ C).$$

Для наружных дверей производится согласно [3] по формуле:

$$R_o = 0,6 \cdot R_o^{норм} \text{ , (} m^2 \cdot ^\circ C \text{ / } Bm \text{). (2.7)}$$

$$R_o^{норм} = \frac{(20 - (-30))}{8,7 \cdot 4} = 1,437 \text{ (} m^2 \cdot ^\circ C \text{) / } Bm ;$$

$$R_o = 0,6 \cdot 1,437 = 0,862 \text{ (} m^2 \cdot ^\circ C \text{) / } Bm .$$

$$k = \frac{1}{0,862} = 1,16 \text{ } Bm/(m^2 \cdot ^\circ C) Bm .$$

Данные для расчёта внутренних стен представлены в табл. 2.4 [4].

Таблица 2.4 – Данные для расчета внутренних стен:

№ слоя	Наименование материала	Толщина слоя δ , м	Плотность γ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°C)
1	Известково-песчаная штукатурка	0,015	1600	0,7
2	Кладка из керамического кирпича	0,25	1400	0,58
3	Известково-песчаная штукатурка	0,015	1600	0,7

Потери теплоты через внутренние ограждающие конструкции помещений допускается не учитывать, если разность температур воздуха в этих помещениях равна 3°C и менее [5].

Наибольший перепад температур на внутренней стене составляет 7°C. Фактическое сопротивление теплопередаче:

$$R_o^{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,7} + \frac{0,12}{0,58} + \frac{0,015}{0,7} + \frac{1}{8,7} = 0,479 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}; \quad k = \frac{1}{0,479} = 2,088 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

Результаты теплотехнического расчета сведены в таблицу 2.5.

Таблица 2.5. Теплотехнические характеристики ограждающих конструкций

Название конструкции	Толщина утепляющего слоя, м	Толщина всей ограждающей конструкции, м	Фактическое сопротивление теплопередаче, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$	Коэффициент теплопередачи, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$
Наружная стена	0,075	0,35	3,274	0,305
Пол в подвале	-			
I зона		0,17	2,335	0,428
II зона		0,17	4,535	0,221
III зона		0,17	8,835	0,113
IV зона		0,17	14,435	0,069
Чердачное перекрытие	0,2	0,465	4,694	0,213
Внутренняя стена	-	0,15	0,479	2,088
Окна	двухкамерный стеклопакет из обычного стекла в ПВХ переплетах		0,534	1,852
Дверь наружная	дверь наружная		0,862	1,16

2.2 Определение теплотерь здания

Для определения тепловой мощности системы отопления составляется тепловой баланс каждого помещения, который определяется по потерям теплоты через наружные ограждения и тепловым затратам на нагревание инфильтрующегося воздуха за вычетом бытовых тепловыделений и рассчитывается по формуле [16, 20]:

$$Q_{от} = Q_{н.о} + Q_{инф} - Q_{быт}, \quad (2.13)$$

где $Q_{от}$ – тепловая мощность системы отопления, Вт;

$Q_{н.о}$ – теплотерии помещения через наружные ограждения, Вт;

$Q_{инф}$ – расход тепла на нагрев инфильтрующегося воздуха, Вт;

$Q_{быт}$ – бытовые тепловыделения, Вт.

Теплотерии через наружные ограждения определяются, [16] по формуле:

$$Q = \Sigma(F \cdot k \cdot (t_{г} - t_{н})), \quad (2.14)$$

где Q – теплотерии через наружные ограждения, Вт;

F – расчетная площадь наружного ограждения, м²;

k – коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций, Вт/(м²°С);

$t_{г}$ – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С;

$t_{н}$ – температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки, °С.

Потери тепла через наружные ограждения с учетом добавочных теплотерь рассчитываются [16] по формуле:

$$Q = Q_{н.о} \cdot (1 + \Sigma\beta), \quad (2.15)$$

Для расчёта на подогрев инфильтрующегося воздуха применяют формулы:

$$Q_{инф} = 0,28 \cdot G \cdot c \cdot (t_{г} - t_{н}) \cdot k, \quad (2.16)$$

$$G = L \cdot \rho \quad (2.17)$$

где L – расход удаляемого воздуха, м³/ч, не компенсируемый подогретым приточным воздухом, при общей площади более 20 м³/чел. рассчитывается по формуле [3]:

$$L = 0,35 \cdot h_{\text{эт}} \cdot A_{\text{жс}} \quad (2.18)$$

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

$h_{\text{эт}}$ – высота этажа от пола до потолка, м;

$A_{\text{жс}}$ – площадь, м²;

ρ – плотность воздуха в помещении, $\rho = 1,204$ кг/м³;

k – коэффициент, учитывающий влияние встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях, для одинарных переплетов $k = 1$ [4].

Бытовые тепловыделения определяются по формуле:

$$Q_{\text{быт}} = q_{\text{быт}} \cdot A_{\text{жс}}, \quad (2.19)$$

где $A_{\text{жс}}$ – площадь жилых помещений, м².

$q_{\text{быт}}$ – удельные бытовые тепловыделения, 10 Вт/м² [3].

Результаты расчёта теплотерь здания сведены в таблицу Приложения А

3 ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

3.1. Конструирование системы отопления

Расчетный температурный график системы отопления от котла – 80-60 °С [6]. С учетом планировки здания и наличием местного источника тепла запроектирована двухтрубная горизонтальная коллекторная система отопления с тупиковым движением теплоносителя. Для каждого этажа установлен отдельный коллектор системы отопления.

В проекте приняты полипропиленовые трубы Wavin Ekoplastic, [27]. армированные алюминием, в системе теплых полов – металлополимерные трубы Oventrop. Трубопроводы от котла до распределительных коллекторов прокладываются под потолком подвала, от коллекторов до отопительных приборов – в бетонной стяжке пола. Подающая и обратная магистрали располагаются параллельно друг к другу, система тупиковая.

Для отопления применяются стальные панельные профильные радиаторы Kermi therm-x2 [34]. с нижним подключением, с встроенными термостатическими вентилями и воздухопускными клапанами. Трубопроводы системы изолируются трубной теплоизоляцией Energoflex.

Регулировка системы отопления на этажных коллекторах осуществляется ручными балансировочными клапанами Broen Venturi, [15]. температура в помещениях регулируется с помощью встроенных термостатических вентилей в отопительных приборах. [5]. Удаление воздуха из системы производится при помощи воздухопускных кранов, встроенных в отопительные приборы и коллекторы. Слив воды из системы отопления - на коллекторах и в нижней точке в котельной через сливные краны[5].

Запроектирована система теплых полов в помещениях санузлов и кухни-столовой.

Гидравлический расчёт

Целью гидравлического расчёта является определение диаметров труб и потерь давления, расчет выполняется по методу линейных потерь давления. [20, 23].

Расход воды на участках, кг/ч, вычисляется [18]. согласно формуле:

$$G_{\text{уч}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{уч}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot (t_z - t_o)}, \text{ кг/ч} \quad (3.1)$$

где $Q_{\text{уч}}$ – тепловая нагрузка соответствующего участка, Вт;

t_z, t_o – температуры воды на подающем и обратном трубопроводах, °C;

β_1 – коэффициент, учитывающий дополнительный тепловой поток отопительных приборов за счет округления их площади, $\beta_1 = 1,04$;

β_2 – коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери от отопительных приборов, расположенных у наружных ограждений, $\beta_2 = 1,02$;

c – удельная массовая теплоемкость воды, $c = 4,187 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$.

По значениям расхода подбираются диаметры трубопроводов для расчетного циркуляционного кольца по таблицам технической документации производителя трубопроводов Wavin Ekoplastic [27]. Диаметры принимаются в зависимости от скорости и удельных линейных потерь давления R , Па/м.

Для каждого участка определяется сумма коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \xi$ согласно технической документации производителя трубопроводов и трубопроводной арматуры [15; 23].

Общие потери давления в местных сопротивлениях на участках трубопроводов определяются по формуле:

$$Z = \frac{\Sigma \xi \cdot v^2 \cdot \rho}{2}, \text{ Па} \quad (3.2)$$

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

v – скорость движения теплоносителя в трубопроводе, м/с;

ρ – плотность теплоносителя, кг/м³.

Суммарные потери давления на расчетном участке определяются по формуле:

$$\Delta P_{уч} = R \cdot l + Z, \text{ Па} \quad (3.3)$$

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

l – длина трубопровода, м.

Гидравлический расчет выполняется отдельно для системы теплоснабжения коллекторов (от котла до коллекторов) и отопительных приборов (от коллекторов до отопительных приборов).

Увязка [20]. второстепенных циркуляционных колец коллекторов производится с учетом суммы потерь давления частей системы «котел-коллектор» и «коллектор-отопительный прибор». Необходимый перепад давлений на коллекторах обеспечивается ручными балансировочными клапанами Broen Venturi [15]. Пропускная способность клапанов определяется по формуле в зависимости от расхода и необходимого перепада давления на участке:

$$K_v = \frac{G_{уч}}{\sqrt{10 \cdot \Delta P_{уч}}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.4)$$

где $G_{уч}$ – расход теплоносителя на участке, кг/ч;

$\Delta P_{уч}$ – необходимый перепад давления на клапане, Па.

Результаты гидравлического расчета системы отопления сведены в таблицы Приложения Б, В.

По полученным значениям K_v согласно техническим каталогам производителей Broen [15]. подбирается диаметр и модель термостатических вентилей, а также значение их предварительной настройки.

Подбор и характеристики радиаторных вентилей и балансировочных клапанов представлены в табл.3.1

Таблица 3.1 Характеристика регулирующей арматуры системы отопления.

Участок	Расход воды на участке G, кг/ч	Потери давления на клапане ΔP , Па	Пропускная способность, ку, м ³ /ч	Значение предварительной настройки клапана	Тип клапана
1	2	3	4	5	6
Подвал					
1	34,5	7000	0,14	1,5	Kermi V3K S
1	2	3	4	5	6
2	19,5	6234	0,08	3,5	Kermi V3K F
3	31,5	6673	0,13	1	Kermi V3K S
5	23	7178	0,09	4,5	Kermi V3K F
6	27,6	7208	0,11	6	Kermi V3K F
7	30,2	7066	0,12	6,5	Kermi V3K F
8	27,1	6769	0,11	6	Kermi V3K F
9	12,7	6672	0,05	1	Kermi V3K F
10	16,2	6531	0,07	3	Kermi V3K F
1 этаж					
1	57,3	7000	0,22	2,5	Kermi V3K S
2	15,9	8172	0,06	2	Kermi V3K F
3	25,3	8254	0,09	4,5	Kermi V3K F
5	28,6	7493	0,11	6	Kermi V3K F
6	31,8	7119	0,12	6,5	Kermi V3K F
8	30,3	7693	0,11	6	Kermi V3K F
9	43,9	7582	0,16	1,5	Kermi V3K S
12	27,1	7205	0,11	6	Kermi V3K F
13	27,1	7194	0,11	6	Kermi V3K F
14	22,6	7741	0,09	4,5	Kermi V3K F
15	30,2	7982	0,11	4,5	Kermi V3K F
2 этаж					
2	40,6	7000	0,16	1,5	Kermi V3K S

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6
3	36,1	6917	0,14	1,5	Kermi V3K S
4	15,6	6884	0,06	2	Kermi V3K F
5	31,9	6858	0,13	1	Kermi V3K S
7	25,9	6173	0,11	6	Kermi V3K F
8	22,6	6031	0,1	5	Kermi V3K F
9	31,9	6814	0,13	1	Kermi V3K S
Коллекторы					
4'	222,3	2963	1,3	3,5	Broen Venturi 20 S
5'	204,5	442	3,08	5,5	Broen Venturi 20 H

Тепловой расчёт отопительных приборов

Мощность отопительных приборов Kermi therm-x2 [34] в технической документации указана для расчетного температурного графика 75-65°C и температуры в помещении 20°C. При этом для других расчетных условий приводятся корректирующие коэффициенты n . Расчёт корректирующих коэффициентов представлен в табл.3.2

Таблица 3.2. Корректирующие коэффициенты для расчета мощности отопительных приборов.

Температурный график, °C	Температура в помещении, °C	Значение коэффициента n
80-60	16	0,91
80-60	18	0,96
80-60	20	1,01

Фактическая теплоотдача отопительных приборов рассчитывается по формуле:

$$Q = \frac{Q_{н.у}}{n}, \text{ Вт} \quad (3.5)$$

где $Q_{н.у}$ – номинальная тепловая мощность отопительного прибора, Вт;

n – корректирующий коэффициент, см. таблицу 3.2.

Тепловая отдача от труб при скрытой прокладке не учитывается.

Результаты теплового расчета отопительных приборов сведены в таблицу
Приложение Г

Система «теплый пол»

Система «теплого пола» запроектирована в помещениях санузлов и кухни-столовой. Температурный график теплоносителя в системе принимается равным 50-40°C. Трубопроводы системы теплого пола предусмотрены из металлополимерных труб Oventrop Coripe. [33]. Коллектор системы расположен в санузле первого этажа. Магистральный трубопровод от котельной до коллектора выполняется из армированной полипропиленовой трубы [10].

Расчет мощности «теплого пола» выполняется по необходимой теплоотдаче, выбирается оптимальный шаг труб в контуре, обеспечивающий необходимый удельный тепловой поток, при этом должна учитываться максимальная допустимая температура поверхности пола.

Трубопроводы теплого пола прокладываются в цементной стяжке толщиной слоя над трубой 45 мм, диаметр труб – 18х2 мм, чистовое покрытие пола – плитка напольная керамическая.

Удельная теплоотдача и шаг укладки трубы определяются по номограммам производителя трубопроводов в зависимости от средней разности температур, диаметра труб, типа и максимальной температуры покрытия. По рекомендациям СП [5] максимальная температура поверхности пола для помещений с постоянным пребыванием людей (кухня-столовая) – +26°C, для помещений с временным пребыванием людей (санузлы, ванные) – +31°C.

Расход теплоносителя G , кг/ч, в контурах теплого пола определяется по формуле:

$$G = \frac{3.6 \cdot Q}{c \cdot \Delta t}, \text{ кг/ч} \quad (3.7)$$

где Q – тепловая мощность контура, Вт;

Δt – разность температуры на подающем и обратном трубопроводе, °C

Средняя разность температур определяется по формуле:

$$\Delta t_{cp} = \frac{(t_z + t_o)}{2} - t_g, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.6)$$

где t_z, t_o – температуры воды на подающем и обратном трубопроводах теплого пола, °C;

t_g – расчетная температура воздуха в помещении, °C.

Длина трубопровода L , м, контура вычисляется по формуле:

$$L = \frac{F}{b}, \text{ м} \quad (3.8)$$

где F – площадь, занимаемая контуром, м²;

b – шаг укладки труб, м.

Потери давления:

$$\Delta P = 1,3 \cdot R \cdot l, \text{ Па} \quad (3.9)$$

где 1,3 – коэффициент, учитывающий потери в местных сопротивлениях;

Невязка потерь давления на контурах компенсируется ручными балансировочными клапанами Broen Venturi. [15].

Расчет представлен в табл. Приложений Д, Е, Ж.

3.2 Горячее водоснабжение

Система ГВС циркуляционная, от водонагревателя. Нагрев воды производится в накопительном водяном бойлере. В санузлах 1 и 2 этажей устанавливаются полотенцесушители. Прокладка трубопроводов системы скрытая в коробах под потолком подвала с уклоном $i=0,002$ [7]. В нижних точках устанавливают спускные устройства для опорожнения системы. У основания стояков системы ГВС предусматривается установка запорной арматуры [7] – шаровых кранов. В верхних точках стояков устанавливаются клапаны для выпуска воздуха.

Трубы приняты полипропиленовые PPRC PN20 [11]. Все трубопроводы систем изолируются трубной теплоизоляцией «Энергофлекс» [7].

Расчёт системы ГВС

Число жителей в здании: $U = 5$ человек.

Число водоразборных приборов $N = 7$ шт.

Максимальный секундный расход горячей воды

$$q^h = 5 \cdot q_0^h \cdot \alpha, \text{ л/с}, \quad (3.10)$$

где q_0^h – секундный расход воды прибором; [7];

α – коэффициент, определяемый согласно [7],

$$q^h = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,271 = 0,27 \text{ л/с};$$

Максимальный часовой расход горячей воды

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot q_{0,hr}^h \cdot \alpha_{hr}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (3.11)$$

где $q_{0,hr}^h$ – часовой расход воды прибором [7];

α_{hr} – коэффициент, определяемый согласно [7],

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot 200 \cdot 0,247 = 0,247 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Среднечасовой расход теплоты Q_T^h , кВт, на нужды горячего водоснабжения рассчитывается по формуле:

$$Q_T^h = 1,16 \cdot q_T^h \cdot (62 - t^c) + Q^{ht}, \quad (3.12)$$

где 62 – расчетная температура горячей воды на выходе из водонагревателя, °С;

t^c – температура холодной воды, °С (принимается равной 5 °С);

Q^{ht} – потери теплоты в системе горячего водоснабжения, кВт, принимаются в размере 10% от общего расхода теплоты.

q_T^h – средний часовой расход горячей воды, м³/час, определяется по формуле:

$$q_T^h = \frac{q_u}{24}, \quad (3.13)$$

$$Q_T^h = 1,16 \cdot 0,047 \cdot (62 - 5) \cdot 1,1 = 3,42 \text{ кВт}.$$

Максимальный часовой расход теплоты [7], кВт, на нужды горячего водоснабжения рассчитывается по формуле:

$$Q_{hr}^h = 1,16q_{hr}^h(62 - t^c) + Q^{ht} \quad (3.14)$$

$$Q_{hr}^h = 1,16 \cdot 0,247 \cdot (62 - 5) \cdot 1,1 = 17,96 \text{ кВт.}$$

Гидравлический расчет

Гидравлический расчёт системы ГВС проводится для определения диаметров трубопроводов сети и потерь напора в системе. [7];

Потери напора на участках вычисляются по формуле: [7];

$$H = i \cdot l \cdot (1 + k_l), \text{ м,} \quad (3.15)$$

где i – удельные потери давления по длине трубопровода, принимаются согласно технической документации производителя полипропиленовых труб, Па/м [27];

Результаты расчета сведены в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 - Гидравлический расчет системы горячего водоснабжения.

№ уч.	l, м	N, шт.	P	P•Ni	α	Qрасч, л/с	d нар, мм	V, м/с	Потери напора i, м	
									На 1 м	На участ ке
Стояк Т3-1										
1	4,9	1	0,0097	0,010	0,200	0,20	25х4,2	0,9	0,067	0,33
2	3,4	2	0,0097	0,019	0,212	0,21	25х4,2	0,95	0,074	0,25
3	14,9	4	0,0097	0,039	0,254	0,25	25х4,2	1,15	0,103	1,53
4	2,56	5	0,0097	0,049	0,271	0,27	25х4,2	1,25	0,117	0,30
									Σ=	2,41
Стояк Т3-2										
5	1,1	1	0,0097	0,0097	0,2	0,2	20х3,4	1,5	2,033	2,24
Невязка (2,41-2,24)/2,41*100%=7%										

Потери напора в системе горячего водоснабжения составляют:

$$H = 2,68 \cdot (1 + 0,3) = 3,48 \text{ м.}$$

Потери теплоты подающими трубопроводами

Потери теплоты подающими трубопроводами [21], системы ГВС

$$t_2^{cp} = (t_n + t_k) / 2, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.16)$$

где t_n – температура горячей воды на выходе из водонагревателя, $^\circ\text{C}$;

t_k – температура горячей воды у самого удаленного от бойлера водоразборного прибора, $^\circ\text{C}$.

$$t_2^{cp} = (62 + 60) / 2 = 61,0^\circ\text{C}$$

Потери теплоты на расчетном участке определяются по формуле:

$$\Delta Q = \pi d_n l K (t_2^{cp} - t_{окр.})(1 - \eta), \text{ Вт} \quad (3.17)$$

где d_n - наружный диаметр трубопровода, мм;

l – длина расчетного участка, м;

K – коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, для неизолированного полипропиленового трубопровода $K = 0,75 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

$t_{окр.}$ – температура окружающей среды, $^\circ\text{C}$, при прокладке трубопроводов в коробах, шахтах принимается $t_{окр} = 23^\circ\text{C}$;

η – КПД тепловой изоляции, принимается $\eta = 0,6$ [21],.

Результаты расчета потерь теплоты трубопроводами системы горячего водоснабжения сведены в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 - Расчет теплотерь трубопроводами ГВС

№ участка	Наружный диаметр участка d_n , м.	Длина l , м	Температура окружающей среды $t_{окр.}$, $^\circ\text{C}$	t_2^{cp} , $t_{окр.}$, $^\circ\text{C}$	1- η	Потери тепла		Суммарные потери Q , Вт	Прим.
						удельные q , Вт/м	на участке Q , Вт		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			СтТЗ-1						
1	0,025	4,9	23	38	0,2	0,45	2,21	2,21	ПС 100Вт
2	0,025	3,4	23	38	0,2	0,45	1,53	3,74	

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	0,025	4,9	23	38	0,2	0,45	2,21	5,95	ПС 100Вт
3	0,025	14,9	23	38	0,2	0,45	6,7	12,7	
4	0,025	2,56	23	38	0,2	0,45	1,15	13,9	с ПС
							Всего	214 Вт	

Гидравлический расчет циркуляционных теплопроводов

Циркуляционные расходы воды необходимые для возмещения потерь теплоты в трубопроводах прямо пропорциональны потерям теплоты в трубопроводах. [21]

Циркуляционный расход воды на головном участке подающего трубопровода

$$q^{cir} = \frac{0,86 \Sigma Q^{ht}}{\Delta t}, \text{ кг/ч ;} \quad (3.18)$$

где ΣQ^{ht} – суммарные теплотери подающих трубопроводов системы, Вт;
 Δt – разность температур горячей воды на выходе из водонагревателя и у самого удаленного водоразборного прибора, $\Delta t = 2^\circ\text{C}$.

$$q^{cir} = \frac{0,86 \cdot 214}{2} = 92,02 \text{ кг/ч.}$$

Расчет представлен в таблице 3.5

Таблица 3.5 - Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов

Расчет ный участок	Длина участка, L, м	Циркуляционный расход G _ц ; кг/ч G _ц ; л/с	Диаметр d, мм.	Скорость V, м/с	R, кПа/м	K _м	ΔP, кПа	ΣΔP, кПа
1	2	3	4	7	10	11	12	13
4	2,56	92,02 0,03	25x4,2	0,1	0,023	0,2	0,07	0,07
3	14,9	92,02 0,03	25x4,2	0,1	0,023	0,2	0,41	0,48
A	4,93	45,67 0,013	25x4,2	0,1	0,011	0,5	0,08	0,56
2-1	8,3	46,35 0,013	25x4,2	0,1	0,011	0,5	0,14	0,7
1'-2'	8,3	46,35 0,013	20x3,4	0,1	0,02	0,5	0,25	0,95
A'	4,93	45,67 0,013	20x3,4	0,1	0,02	0,5	0,15	1,1
3'	14,9	92,02 0,03	20x3,4	0,2	0,09	0,2	1,61	2,71
4'	2,56	92,02 0,03	20x3,4	0,2	0,09	0,2	1,28	3,99
Невязка ((ΔP _{2-2'} - ΔP _{A-A'})/ ΔP _{A-A'})x100%=(0,39-0,23)/0,39=41%								

Так как разность потерь давления в различных циркуляционных кольцах допускается не более 10 %, то на участках циркуляционной сети устанавливаем диафрагму на подводке 1 этажа. [21], Диаметр отверстия диафрагмы

$$d_g = 3,564 \sqrt{\frac{q^{cir.2}}{p_{изб.}}} \text{ мм} \quad (3.19)$$

где q^{cir} – циркуляционный расход воды в трубопроводе, кг/ч;

$p_{изб}$ — избыточное давление, которое необходимо погасить диафрагмой, Па.

$$d_g = 3,56 \sqrt{\frac{45,67^2}{130}} = 7,12 \text{ мм}$$

Определение требуемого напора

Для проектируемой системы ГВС требуемый напор H_{TP} в водопроводе перед системой горячего водоснабжения:

$$H_{TP} = \Delta H_{II} + \Delta H_{ВП} + \Delta H_{CB} + \Delta H_{Г}, \text{ м}, \quad (3.20)$$

где ΔH_{II} , $\Delta H_{ВП}$ — потери напора соответственно в подающих трубопроводах системы горячего водоснабжения и в водоподогревателе, м;

H_{CB} — свободный напор у водоразборных приборов, м, принимается по диктующему прибору [7];

$H_{Г}$ — геометрическая высота подъема воды от оси трубопровода обратной воды до верхнего водоразборного прибора, м.

$$H_{TP} = 2,41 + 0,5 + 7,0 = 9,91 \text{ м}.$$

Так как напор в системе холодного водоснабжения больше требуемого, то повысительного насоса не требуется, устанавливаем только циркуляционный насос.

3.3 Расчёт и подбор оборудования котельной

Подбор насосов

Подбор насоса для системы отопления.

Расчетный напор насоса определяется по формуле:

$$0,9 \cdot \Delta P_n = \Delta P_{c.o} = \Delta P_{кол} + \Delta P_{o.n} \quad (3.21)$$

где 0,9 — коэффициент на неучтенные потери;

ΔP_n — напор, создаваемый насосом системы отопления;

$\Delta P_{c.o}$ — потери давления в системе отопления;

$\Delta P_{кол}$ — потери давления на участке от котла до коллекторов, включая потери на балансировочных клапанах;

$\Delta P_{o.n}$ — потери давления на участке от коллекторов до отопительных приборов, включая потери на радиаторных вентилях.

$$\Delta P_{c.o} = 8669 + 2479 = 11148 \text{ Па}$$

$$\Delta P_n = \frac{11148}{0,9} = 12386 \text{ Па} = 1,3 \text{ м}$$

Расчетный расход насоса равен расходу теплоносителя в системе отопления:

$$G_n = G_{c.o} \quad (3.22)$$

$$G_n = 767,1 \text{ кг/ч} = 0,785 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Для системы отопления принимается насос Wilo Yonos ECO 30/1-5 BMS, характеристика приведена в Приложении К.

Подбор насоса для системы «теплый пол».

Расчетный напор для системы «теплый пол» определяется по формуле:

$$0,9 \cdot \Delta P_n = \Delta P_{c.mn} = \Delta P_{кол} + \Delta P_{конт} \quad (3.23)$$

где ΔP_n – напор, создаваемый насосом системы теплых полов;

$\Delta P_{c.mn}$ – потери давления в системе теплых полов;

$\Delta P_{кол}$ – потери давления на участке от котла до коллектора системы «теплого пола»;

$\Delta P_{конт}$ – потери давления в контурах теплого пола.

$$\Delta P_{c.mn} = 1314 + 10102 = 11416 \text{ Па}$$

$$\Delta P_n = \frac{11416}{0,9} = 12684 \text{ Па} = 1,3 \text{ м}$$

Расчетный расход насоса равен расходу теплоносителя в системе «теплых полов»:

$$G_n = G_{c.mn} \quad (3.24)$$

$$G_n = 238,1 \text{ кг/ч} = 0,245 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Для системы теплых полов принимается насос Wilo Yonos ECO 25/1-5 BMS. характеристика приведена в Приложении Л.

Подбор циркуляционного насоса для ГВС:

Циркуляционный расход воды $Q_{\text{нас.}} = q^{\text{cir}} = 92 \text{ кг/ч} = 0,1 \text{ м}^3/\text{ч}$

Напор определяется по потерям давления в трубопроводах при прохождении циркуляционного расхода воды $H_{\text{нас.}} = 0,4 \text{ м}$

К установке принимается циркуляционный насос Wilo Star-Z 15 TT, мощностью 2 Вт, характеристика приведена в Приложении М.

Подбор котла и водонагревателя

Для выбора котла котельного агрегата определяются тепловые нагрузки на системы отопления и горячего водоснабжения. Мощность подбирается по большей нагрузке.

Системы отопления – $Q_{c.o} = 19,81 \text{ кВт}$.

Системы ГВС – $Q_{hr}^h = 17,96 \text{ кВт}$

Принимается напольный газовый котел Buderus Logano G124 WS.

Технические характеристики котла:

- вид топлива - газ
- мощность – 20 кВт;
- присоединительный диаметр дымохода – 130 мм;
- вес – 127 кг.
- габариты – 600х768х835 мм;

Объём водонагревателя определяется по формуле:

$$W = \frac{T \cdot Q_{hr}^h}{1,16 \cdot (62 - t^c)}, \text{ м}^3, \quad (8.1)$$

где T – водопотребление, ч, принимается $T = 0,5$ ч.

$$W = \frac{0,5 \cdot 17,96}{1,16 \cdot (62 - 5)} = 0,136 \text{ м}^3. \text{ Принимается водонагреватель Buderus Logalux}$$

SU200/5 E, емкостью 200 литров [33]

4 Вентиляция

4.1 Расчет воздухообмена

Расчёт воздухообмена в здании ведется в соответствии с СП [6] для многоквартирных жилых домов. Величина воздухообмена в помещениях принимается по таблице [6]. Расчёт воздухообмена представлен в табл.4.1.

Таблица 4.1. – Расчёт воздухообмена.

№ пом.	Наименование	tв, °С	Площадь, м2	Высота, м	Объем, м3	Приток		Вытяжка		Примечание
						Расход, м3/ч	Система	Расход, м3/ч	Система	
003	Бар	20	8,6	2,7	23,3	50	П1	50	В1	
004	Бильярдная	20	45	2,7	121,5	90	П1	90	В1	
005	Комната отдыха	20	42,2	2,7	114	40	П1	40	В1	
006	Котельная	16	19,2	2,7	51,9	160	-	160	ВЕ1	приток через окна
103	Санузел	25	8	3	24	-	-	90	ВЕ2	
104	Гостиная	20	44,9	3	134,7	50	-	-	-	вытяжка через пом.103
105	Кухня-столовая	20	42,8	3	128,4	320	-	320	ВЕ3	приток через окна
						120	-	120	В2	
106	Холл	20	18,8	3	56,4	40	-	40	ВЕ4	приток через окна
201	Санузел	25	8	3	24	-	-	130	ВЕ5	
202	Спальня	20	13,5	3	40,5	40	-	-	-	приток через окна, вытяжка через пом.201
205	Спальня	20	26,7	3	80,1	50	-	-	-	приток через окна, вытяжка через пом.201
206	Коридор	18	45,9	3	137,7	-	-	-	-	

4.2 Выбор принципиальных решений и конструирование

В здании предусмотрена система вентиляции, включающая в себя системы с механическим и естественным побуждением [6]. Система с механическим побуждением предусмотрена для помещений подвала – бильярдной, комнаты отдыха, бара. [19]. Для данных помещений запроектирована компактная подвесная приточно-вытяжная установка с электрическим нагревателем и пластинчатым рекуператором тепла выбросного воздуха. Оборудование располагается под потолком котельной, забор воздуха производится с фасада здания на отметке 1,5 м от уровня земли, выброс воздуха на отметку на 0,5 м выше уровня кровли. [6]

В помещении кухни-столовой устанавливается вытяжной зонт над газовой плитой с встроенным вентилятором, и естественная вентиляция.

Для остальных помещений предусматривается вентиляция с естественным побуждением, при этом приток воздуха осуществляется через специальные клапаны в конструкции окон, вытяжка – по стальным воздуховодам на отметку на 0,5 м выше уровня кровли.

Отвод дымовых газов от котла осуществляется по дымовой трубе, расположенной в отдельной шахте, выполненной в строительных конструкциях.

Воздуховоды систем предусмотрены из тонколистовой оцинкованной стали. [24]

4.3. Аэродинамический расчет

Целью проведения аэродинамического расчета является определение потерь давления в системе вентиляции, увязки ветвей систем между собой, подбора диаметров воздуховодов, воздухораспределительных устройств и вентиляторов. Потери давления на участке определяются по формуле [24, 19]:

$$\Delta P_{\text{полн}} = \Delta P_{\text{тр}} + Z, \text{ Па} \quad (4.1)$$

где $\Delta P_{\text{тр}}$ – потери давления на трение, Па;

Z – потери давления в местных сопротивлениях, Па.

Потери давления на трение по длине участка определяются по формуле:

$$\Delta P_{mp} = R \cdot l, \text{ Па} \quad (4.2)$$

где R – потери давления по длине, Па/м [27, табл. 22.15];

l – длина участка, м;

Потери давления в местных сопротивлениях рассчитываются по формуле [19]:

$$Z = \sum \xi \cdot P_{дин}, \text{ Па} \quad (4.3)$$

где $\sum \xi$ – сумма коэффициентов местного сопротивления для участка сети;

$P_{дин}$ – динамическое давление, Па, вычисляемое по формуле:

$$P_{дин} = \frac{\rho \cdot v^2}{2}, \text{ Па} \quad (4.4)$$

где ρ – плотность воздуха, $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$;

v – скорость воздуха в воздуховоде, м/с.

При подсчёте увязки суммарных потерь давления в магистрали и ответвлении должно удовлетворяться условие:

$$\frac{\Delta P_M - \Delta P_{отв}}{\Delta P_M} \cdot 100 \% \leq 10 - 15 \% \quad (4.5)$$

При естественном побуждении производится увязка потерь давления с расчетным гравитационным давлением:

$$P_{cp} \geq \Delta P_{сист} \quad (4.6)$$

Гравитационное давление рассчитывается по формуле:

$$P_{cp} = k_3 \cdot h \cdot (\rho_n - \rho_в) \cdot g \quad (4.7)$$

где k_3 – коэффициент запаса на неучтенные потери для расчета невязки,

$k_3 = 0,9$;

h – высота столба воздуха, принимается от середины решетки до устья вытяжной шахты, м;

ρ_n – плотность наружного воздуха при 5°C , кг/м^3 ;

$\rho_в$ – плотность внутреннего воздуха, кг/м^3 ;

g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Результаты аэродинамического расчета представлены в Приложении Н.

4.4 Расчет и подбор оборудования

В помещениях подвала предусмотрена механическая приточно- вытяжная вентиляция. Организация воздухообмена принимается по схеме сверху-вверх. [19, 26] В качестве приточных и вытяжных устройств принимаются решетки типа РР-1, серия 1.494-8.

Количество подаваемого воздуха через один воздухораспределитель определяется по формуле:

$$L_0 = \frac{L}{N}, \quad \text{м}^3/\text{ч} \quad (4.8)$$

где L – количество приточного воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$;

N – количество воздухораспределительных устройств.

Скорость воздуха на выходе из воздухораспределителя определяется по формуле:

$$g_0 = \frac{L_0}{3600 \cdot F_0}, \quad \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (4.9)$$

При образовании обратного потока скорость воздуха вычисляется по формуле:

$$g_{\text{макс.обр}} = k \cdot g_0 \sqrt{\frac{F_0}{F_{\Pi}}}, \quad \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (4.10)$$

где x – определяется из условия $y = \frac{x^3}{3 \cdot H^2}$,

H – геометрическая характеристика струи,

k – для компактных струй коэффициент принимается в зависимости от числа струй в ряду.

Для компактных струй H определяется по формуле:

$$H = 5,45 \cdot \frac{m \cdot g_0 \cdot \sqrt[4]{F_0}}{\sqrt{n \cdot \Delta t_0}} \quad (4.11)$$

где Δt_0 – разница температур между температурой на выходе из воздухораспределителя и температурой внутреннего воздуха, $^{\circ}\text{C}$

$$\Delta t_0 = t_n - t_B \quad (4.12)$$

Значение ϑ_x сравнивается с нормированной величиной:

$$\vartheta_{\text{макс.обр}} \leq K \cdot \vartheta_B \quad (4.13)$$

где ϑ_B – скорость воздуха в помещении, м/с;

K – коэффициент отклонения скорости от нормируемой, [26];

Максимальная разность температур при обратном потоке определяется по формуле:

$$\Delta t_{\text{макс.обр}} = 1,4 \cdot \Delta t_0 \cdot \sqrt{\frac{F_0}{F_{\Pi}}} \quad (4.14)$$

F_{Π} – площадь поверхности ограждения, перпендикулярной направлению движения [26] струи в расчете на одну струю.

Разность температур должна удовлетворять условию:

$$\Delta t_{\text{макс.обр}} \leq \Delta t_H \quad (4.15)$$

где Δt_H – нормируемая температура определяется по СП [5, 2].

Расчет воздухораспределителя (РР-1) для помещения 004:

$$L_0 = 90 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$F_0 = 0,016 \text{ м}^2; \quad m = 4,5; \quad n = 3,2; \quad \xi = 2,2.$$

$$\vartheta_0 = \frac{90}{3600 \cdot 0,016} = 1,56 \text{ м/с}$$

$$\Delta t_0 = 20 - 18 = 2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$H = 5,45 \cdot \frac{4,5 \cdot 1,56 \cdot \sqrt[4]{0,016}}{\sqrt{3,2 \cdot 2}} = 5,37$$

$$y = 2,7 - 1,5 = 1,2 \text{ м}$$

$$x = \sqrt[3]{1,2 \cdot 5,37^2 \cdot 3} = 4,7 \text{ м}$$

$$\vartheta_{\text{макс.обр}} = 1,4 \cdot 1,56 \cdot \sqrt{\frac{0,016}{17,1}} = 0,066 \text{ м/с}$$

$$K \cdot \vartheta_B = 1,8 \cdot 0,3 = 0,54 \text{ м/с}$$

$$0,066 \text{ м/с} < 0,54 \text{ м/с}$$

$$\Delta t_{\text{макс.обр}} = 1,4 \cdot 2 \cdot \sqrt{\frac{0,016}{17,1}} = 0,086 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$0,086^\circ\text{C} < 1,5^\circ\text{C}$$

Для систем П1/В1 предусмотрена приточно-вытяжная моноблочная вентиляционная установка Electrolux EPVS-200 с максимальным расходом воздуха 200 м3/ч. В составе установки предусмотрены приточные и вытяжные вентиляторы, фильтры ячейковые, электронагреватель для поддержания необходимой температуры приточного воздуха в зимний период. Для экономии электроэнергии в составе установки предусмотрен пластинчатый рекуператор тепла выбросного воздуха.

Для вытяжной системы от газовой плиты принимается вытяжной зонт со встроенным вентилятором и фильтром. [26] Размер зонта принимается на 100 мм больше габаритов газовой плиты.

5 Водоснабжение и водоотведение

5.1 Холодное водоснабжение

В жилом здании запроектирована система хозяйственно-питьевого водопровода В1. Подача воды производится от централизованного поселкового водопровода. Схема водопроводной сети тупиковая с нижней разводкой магистралей по подвалу. Минимальная глубина заложения ввода В1 рассчитывается в зависимости от глубины промерзания грунта [8]:

$$h_{\text{ввода}} = h_{\text{пром}} + 0,5 \text{ м}; \quad (5.1)$$

где $h_{\text{пром}}$ – глубина промерзания грунта для Самарской области.

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

Для системы водоснабжения используются полипропиленовые трубы «Рандом сополимер» PN10 [27].

Все трубопроводы системы изолируются трубчатой тепловой изоляцией «Энергофлекс» во избежание конденсата.

Определение расчетных расходов воды

В помещении дома имеются 7 сантехнических приборов:

Ванна со смесителем – 1 шт.

Душевая кабина с мелким душевым поддоном и смесителем – 1 шт.

Мойка со смесителем – 1 шт.

Умывальник со смесителем – 2 шт.

Унитаз со смывным бачком – 2 шт.

Расчетное число жителей в здании: $U = 5$ человек.

Общее количество водоразборных приборов в здании $N = 7$ шт.

Расходы воды секундный, часовой, суточный определяется по рекомендациям [7].

Максимальный секундный расход воды используя формулу (3.10):

$$q^c = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,27 = 0,41 \text{ л/с};$$

Максимальный часовой расход холодной воды в здании определяется по формуле (3.11):

$$q_{hr}^c = 0,005 \cdot 300 \cdot 0,425 = 0,637 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Среднесуточный расход воды определяется по формуле [7]:.

$$q_u = \frac{q_u \cdot N}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут.}$$

$$q_u = \frac{225 \cdot 5}{1000} = 1,125 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Гидравлический расчет водопровода

Потери напора на участках вычисляются по формуле [7];:

$$H = i \cdot l \cdot (1 + k_l), \text{ м}, \quad (5.2)$$

где i – удельные потери давления по длине трубопровода, принимаются согласно технической документации производителя полипропиленовых труб, Па/м [15];

l – длина участка, м;

k_l – коэффициент, учитывающий потери в местных сопротивлениях, для жилых зданий принимается $k_l = 0,3$ [7].

Результаты расчета сведены в таблицу 5.1.

Таблица 5.1. Гидравлический расчет водопровода

№ уч.	l, м	N, шт.	P	P•N _i	α	Q _{расч} , л/с	d нар, мм	V, м/с	Потери напора i, м	
									На 1 м	На участке
1	4,7	1	0,0069	0,007	0,200	0,20	20x2,3	1,1	0,115	0,54
2	0,89	2	0,0069	0,014	0,200	0,20	20x2,3	1,1	0,115	0,10
3	3,4	3	0,0069	0,021	0,217	0,22	20x2,3	1,2	0,139	0,47
4	14,85	6	0,0069	0,041	0,258	0,26	25x2,3	0,84	0,054	0,80
5	0,31	7	0,0069	0,048	0,270	0,41	32x2,9	0,81	0,032	0,01
6	15	7	0,0069	0,048	0,270	0,41	32x2,9	0,81	0,032	0,48
									Σ=	2,4 м

Потери напора в трубопроводах системы В1 с учетом местных сопротивлений составляют: $2,4 \times 1,3 = 3,12$ м

Подбор счетчика

Подбор водосчетчиков следует производить [7]. Потери напора в счётчике

$$h = S \cdot q^2, \text{ м}, \quad (5.3)$$

где h – потери напора, м;

q – расчётный расход, $\frac{\text{л}}{\text{с}}$;

S – сопротивление счётчика, принимаемый согласно [7].

Принимаем счетчик диаметром 15 мм и $S = 14,5 \frac{\text{м}}{(\text{л/с})^2}$. Расход воды в месте установки счетчика (участок 7-8) равен $q = 0,41$ л/с.

$$h = 14,5 \cdot 0,41^2 = 2,44 \text{ м}.$$

Определение требуемого напора

Требуемый напор в сети водопровода для хозяйственно-питьевых нужд определяется по формуле:

$$H_{\text{тр}} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \text{ м} \quad (5.4)$$

где h_1 – свободный напор у самой высокой точки водопотребления, для смесителей душа принимается 3 м;

h_2 – геодезическая высота расположения диктующей точки над точкой врезки ввода,

$$h_2 = 9,1 \text{ м};$$

h_3 – сумма потерь напора в сети, полученная в результате расчёта, $h_3 = 3,12$ м;

h_4 – потери напора в счётчике, $h_4 = 2,44$ м;

$$H_{\text{тр}} = 3 + 9,1 + 3,12 + 2,44 = 17,66 \text{ м}$$

Требуемый напор сравниваем с гарантированным напором в сети:

$H_{\text{гар}} = 30$ м, следовательно напора достаточно для данного здания, повысительные установки не требуются.

5.2 Водоотведение

В жилом доме имеется система бытовой внутренней канализации К1. Система канализации самотечная, движение сточных вод осуществляется с самоочищающей скоростью не менее 0,7 м/с [7, 9].

Канализация выполнена из полипропиленовых труб [9] диаметром 50 мм и 110 мм. Для системы предусматривается один выпуск, отводящий сточные воды в систему наружной локальной установки биологической очистки.

Минимальная глубина заложения выпуска [7,9]

$$h_{\text{вып}} = h_{\text{проп}} - 0,3 \text{ м} \quad (5.5)$$

$$h_{\text{вып}} = 1,65 - 0,3 = 1,35 \text{ м}$$

Определение расчетных расходов сточных вод

Расходы сточных вод в здании определяют по общему среднесуточному, максимальному часовому и секундному расходу воды [7]; Расходы определены по рекомендациям [7] и представлены в таблице 5.2:

Таблица 5.2 – Расходы сточных вод

Расходы	Формула	Расчёт
Секундный максимальный	$q^s = q_{CmK1-1}^{tot} + q_0^s, \text{ л / с},$	1,92
Часовой максимальный	$q_{hr}^{tot} = 0,005 \cdot q_{0,hr}^{tot} \cdot \alpha_{hr}, \text{ м}^3 / \text{час},$	0,637
Суточный средний	$q_u = \frac{q_u^{tot} \cdot U}{1000}, \text{ м}^3 / \text{сут},$	1,125

где q_0^{tot} – общий секундный расход воды [7];

α – коэффициент, определяемый согласно [7].

N – общее число приборов в здании;

P^{tot} – вероятность их одновременного действия.

Определение пропускной способности невентилируемого стояка [9]; при высоте 1м и угла присоединения отвода к стояку. Проверка стояка К1-2.

$$q_{CmK1-2} = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,2 = 0,3 \text{ л / с}.$$

Расчетный расход сточных вод – максимальный секундный расход q_K определяют

$$q_K = q_{Cmk1-2}^{tot} + q_0^S, \text{ л/с}, \quad (5.6)$$

где q_0^S – наибольший секундный расход сточных вод от прибора, дающего максимальный сток и расположенного на участке (мойка) [7];

$$q_K = 0,3 + 0,6 = 0,9 \text{ л/с}.$$

Секундный расход одного стояка сравниваем с табличными данными [9]. Принимаем диаметр поэтажного отвода равный 50 мм, а угол присоединения поэтажного отвода равный 87,5°.

Аналогичный расчёт Ст К1-1, угол присоединения поэтажного отвода равен 87,5°, диаметр поэтажного отвода равен 110 мм

Гидравлический расчет канализации

Гидравлический расчет системы канализации заключается в подборе необходимых диаметров и уклонов трубопроводов, при скорости движения сточных вод не менее 0,7 м/с, наполнения трубопроводов – в пределах 0,3-0,6 и выполнения условия:

$$V \cdot \sqrt{\left(\frac{h}{d}\right)} \geq 0,5 \quad (6.10)$$

где V – скорость движения сточных вод в трубопроводе, м/с;

$\frac{h}{d}$ – наполнение трубопровода. Результаты расчета горизонтальных

участков сведены в таблицу 5.3

Таблица 5.3 - Гидравлический расчет системы канализации.

№ уч.	N, шт.	P	P•N _i	α	Q _{расч} , л/с	q _s , л/с	d, мм	V, м/с	h/d	i	V√(h/d) ≥0,5
1	6	0,0069	0,041	0,25 8	0,39	1,99	110	0,89 2	0,30 5	0,03	0,5
2	1	0,0069	0,007	0,20 0	0,30	0,90	50	1,15 1	0,46 8	0,04	0,79
3	7	0,0069	0,048	0,27	0,41	2,01	110	0,89	0,30	0,03	0,5

Установка локальной очистки сточных вод

Установка ЭКО-М фирмы «Эколайн» является установкой локальной биологической очистки сточных вод и предназначена для очистки хозяйственно-бытовых стоков.

Производительность установки ЭКО-М-1 составляет 1,0-1,5 м³/сут. и зависит от объёма стоков в сутки. Корпус установки из стеклопластика, срок эксплуатации которого более 50 лет.

Размеры:- диаметр – 1496 мм, высота – 2711 мм, диаметр люка 800 мм. Размещение установки- подземное. Установка осуществляет биологическую очистку сточных вод от одного жилого дома.

Установка состоит из камеры аэрации, в которой размещен активный ил. По мере поступления стоков растет активный ил. Подача воздуха производится компрессором. Происходит биологическая очистка стоков. После очистки стоки самотеком дренируют в грунт через фильтрующие траншеи, выполненные в соответствии с [21], а биологический ил осаждается на дно и периодически 1-2 раза в год производят откачку избыточного ила.

6 Газоснабжение

6.1. Конструирование системы газоснабжения

Газоснабжение жилого дома осуществляется от централизованной газовой сети низкого давления. В доме газопотребляющим оборудованием является газовый котёл для систем отопления и ГВС, газовая плита на 4 конфорки, расположенная в кухне. Ввод в здание запроектирован в помещение домовый котельной, расположенной в подвальном этаже с высотой помещения 2,8 м. Согласно нормативным документам [6] перед вводом предусмотрена установка запорной арматуры на высоте не более 1,8 м от уровня земли. Трубопроводы системы запроектированы из стальных водогазопроводных труб. Подключение приборов осуществляется стальными гибкими подводками.

Согласно требованиям [12, 17] прокладка транзитного газопровода по помещениям от котельной до кухни осуществляется открыто под потолком подвала. В котельной устанавливается газовый счетчик.

Все соединения труб сварные, за исключением присоединений отключающей арматуры и счетчика.

Для обеспечения безопасности и предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций по требованиям [12] в помещениях с приборами газопотребления (в котельной и кухне) предусматривается установка анализаторов уровня загазованности САКЗ-МК-1 с аудио-визуальной сигнализацией и автоматическим отключением системы газоснабжения при срабатывании.

6.2. Гидравлический расчет системы газоснабжения

Гидравлический расчет системы газоснабжения производится для расчёта потерь давления в сети и подбора диаметров труб.

Расчетные часовые расходы газа на участке Q_d^h , м³/час, определяются по формуле:

$$Q_d^h = \sum_{i=1}^m K_{sim} \cdot q_{nom} \cdot n_i, \text{ м}^3/\text{час} \quad (6.1)$$

где K_{sim} – коэффициент одновременности работы газового оборудования, принимается $K_{sim} = 0,85$;

q_{nom} – номинальный расход газа прибором; $\text{м}^3/\text{час}$;

n – количество однотипных приборов;

m – количество типов приборов;

Номинальный расход газа прибором определяется по формуле:

$$q_{nom} = \frac{3600 \cdot N}{Q_n^c}, \text{ м}^3/\text{час}, \quad (6.2)$$

где N – мощность прибора, для газовых плит на четыре конфорки принимается $N = 12$ кВт;

Q_n^c – низшая теплота сгорания газа, $\text{кДж}/\text{м}^3$, $Q_n^c = 36000 \text{ кДж}/\text{м}^3$ [17].

$$q_{nom}^{\text{плиты}} = \frac{3600 \cdot 12}{36000} = 1,2 \text{ м}^3/\text{час}$$

$$q_{nom}^{\text{котла}} = \frac{3600 \cdot 19,81}{36000} = 1,98 \text{ м}^3/\text{час}$$

При расчете газопроводов низкого давления [32] учитывается гидростатический напор, вычисляемый по формуле:

$$H_g = g \cdot h(\rho_a - \rho), \quad (6.3)$$

где g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м}/\text{с}^2$;

h – разность абсолютных отметок начальных и конечных участков газопровода, м, $h = 2,1$ м;

ρ_a – плотность воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$, $\rho_a = 1,29 \text{ кг}/\text{м}^3$;

ρ – плотность газа, $\text{кг}/\text{м}^3$, $\rho = 0,73 \text{ кг}/\text{м}^3$;

$$H_g = 9,81 \cdot 2,1 \cdot (1,29 - 0,73) = 11,54 \text{ Па}$$

Выбор диаметра трубопроводов осуществляется по значению средних потерь давления:

$$R_{cp} = \frac{\Delta P_{don}}{1,3 \sum l_i}, \text{ Па}/\text{м}, \quad (6.4)$$

$$\Delta P_{\text{дон}} = \Delta P_{\text{з\o}} + H_g - \Delta P_{\text{np}} - \Delta P_{\text{сч}} \text{ Па} \quad (6.5)$$

где $\Delta P_{\text{з\o}}$ – допустимые потери давления во внутренней сети здания, принимается $\Delta P_{\text{з\o}} = 200 \text{ Па}$;

ΔP_{np} – потери давления в приборе, для газовых плит $\Delta P_{\text{np}} = 50 \text{ Па}$ [17];

$\Delta P_{\text{сч}}$ – падение давления в газовом счетчике, $\Delta P_{\text{сч}} = 100 \text{ Па}$.

$$\Delta P_{\text{дон}} = 200 + 11,54 - 50 - 100 = 61,54 \text{ Па};$$

$\sum l_i$ – сумма длин участков расчетного направления, $\sum l_i = 21,6 \text{ м}$;

$$R_{\text{ср}} = \frac{159,34}{1,3 \cdot 21,6} = 5,67 \text{ Па/м}.$$

По величине Q_d^h и $R_{\text{ср}}$ по номограмме [17] подбираются диаметры труб для участков.

Расчетная длина каждого участка вычисляется по формуле:

$$l = l_i + \sum \xi \cdot ld, \text{ м} \quad (6.6)$$

где l_i – действительная длина участка, м;

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

ld – эквивалентная длина прямолинейного участка газопровода, м, потери давления на котором равны $\xi = 1$.

Эквивалентная длина зависит от расхода газа и диаметра трубы на участке и определяется по номограмме [17]. Расчет представлен в табл.6.1.

Таблица 6.1. Гидравлический расчет системы газоснабжения.

№ уч.	l_i , м	Q_{hd} , м ³ /ч	d_y , мм	Тип местн. сопр.	ξ	$\sum \xi$	l_d , м	$\sum \xi \cdot l_d$, м	l , м	Потери давления R , Па	
										На 1 м	На участ ке
1	14	1,2	20	отвод 90 - 8 шт.	2,4	3,40	0,55	1,87	15,87	0,7	11,11
				тройник на проход - 1 шт.	1,0						
2	7,6	3,18	25	отвод 90 - 2 шт.	0,6	1,80	1	1,8	9,4	1,4	13,16
				тройник на отв. - 1 шт.	1,5						
										$\Sigma =$	24,27

7 Контроль и автоматизация

Управление котельной осуществляется с помощью программируемого контроллера Buderus Logamatic 2107.

Прибор осуществляет полное автоматическое управление котельным оборудованием. Система управления предусматривает следующие функции:

1. Регулирование температуры греющего контура в зависимости от температуры наружного воздуха;
2. Управление трехходовым клапаном, переключающим поток теплоносителя с системы отопления на водонагреватель;
3. Поддержание требуемой температуры воды системы горячего водоснабжения;
4. Поддержание требуемых параметров теплоносителя в котле, отключение при превышении критических значений температуры и давления;
5. Управление насосами контуров отопления, теплого пола и системы горячего водоснабжения;
6. Переключение режимов зима-лето;
7. Дистанционное управление и контроль состояния работы котельной.

Цифровая система регулирования Logomatik 2107 получает данные от датчиков температур TE, сравнивает эти данные с запрограммированными и подаёт сигнал на регулирующие вентили P.

Автоматическая система регулирования (АСР) содержит два самостоятельных контура регулирования: АСР топливосжигающего устройства (горелка) и АСР системы отопления.

Автоматика горелки, как правило, стабилизирующая, имеет рабочий терморегулятор, поддерживающий заданную температуру горячей воды изменением расхода топлива. АСР горелки, работающей на газовом топливе обеспечивает простой 2-х или 3-х позиционный режим воздействия на электромагнитные топливные клапаны.

Кроме того горелки оборудуются технологической защитой – автоматикой безопасности, которая прерывает подачу топлива в таких аварийных случаях, как:

- погасание факела в топке,
- повышение температуры теплоносителя выше заданной,
- нарушение циркуляции в системе отопления,
- аварийное повышение или понижение давления газа,
- загазованности помещения.

В качестве средств автоматизации применяют регуляторы прямого действия в сочетании с электронной автоматикой. В данном проекте защитная автоматика идёт в комплекте с котлом и бойлером.

8 Организация монтажных работ

В данном проекте представлен жилой двухэтажный дом с подвалом. Разработан проект производства работ на монтаж системы отопления [13,14].

Для поэтажной разводки горизонтальной коллекторной системы отопления применяются армированные полипропиленовые трубы, отопительные приборы – радиаторы стальные.

Объём работ распределен на 3 захватки по количеству этажей.

Определение объёмов и трудоёмкости монтажных работ

Подсчёт объемов строительных и монтажных работ производится по рабочим чертежам проекта. [31].

Трудозатраты принимаются по «Единым нормам и расценкам на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы» (ЕНиР).

Трудоемкость работ определяется по формуле:

$$T_p = \frac{H_{вр} \cdot V}{8,2}, \quad (8.1)$$

где $H_{вр}$ – норма времени на единицу объема работ, чел.-ч, по ЕНиР;

V – физический объем работ;

8,2 – продолжительность смены, ч.

К трудоемкости основных строительно-монтажных работ при расчете добавляются затраты труда на работы за счет накладных расходов и на проведение подготовительных работ. [28].

Затраты труда на подготовительные работы 5% от суммарной трудоемкости, на необъемные работы 7%

Результаты расчета объемов работ и трудозатрат сведены в табл. 8.1.

Таблица 8.1. Объемы работ и трудозатраты.

№	Наименование работ	Объем работ		Норма времени, чел.-ч	Трудоемкость, чел.-дни
		Ед. изм.	Кол-во.		
1	Монтаж магистралей из полипропиленовых труб диаметром 15 мм	м	442	0,18	9,70
2	Монтаж магистралей из полипропиленовых труб диаметром 20 мм	м	39	0,2	0,95
3	Монтаж магистралей из полипропиленовых труб диаметром 25 мм	м	10	0,22	0,27
4	Монтаж магистралей из полипропиленовых труб диаметром 32 мм	м	5	0,22	0,13
5	Монтаж магистралей из полипропиленовых труб диаметром 40 мм	м	32	0,25	0,98
6	Установка радиаторов	шт	27	0,24	0,79
7	Установка запорных и регулирующих клапанов	шт	122	0,1	1,49
8	Пуско-наладочные работы	шт	1		2,00

Подбор машин и механизмов

Потребность в ручном инструменте и приспособлениях для проведения монтажных работ приведена таблице 8.2.

Таблица 8.2 - Потребность в ручном инструменте

Инструмент	Необходимое количество, шт.
Отвес-рулетка СТД- 972/2	2
Рулетка металлическая РЗ-10	2
Уровень строительный УС-1-300	2
Уровень гидравлический	1
Молоток слесарный массой 800 г	2

Продолжение таблицы 8.2

Ключи гаечные разводные до 50 мм	2
Ключ радиаторный ниппельный	2
Ключи гаечные трещётчные СТД-961/1 размером 44 мм	2
Ключ с мягкими губками СТД-916	2
Сверла спиральные (набор)	1
Плоскогубцы комбинированные	2

Потребность в механизированном электрифицированном и пневматическом инструменте, необходимом для производства монтажных работ приведена в таблице 8.3.

Таблица 8.3 - Потребность в механизированном инструменте.

Технологическая операция	Инструмент	Главный параметр	N, кВт	Кол-во
Пайка полипропиленовых труб	Аппарат для сварки пластиковых труб Sturm TW7219	Диаметр насадок 20-63 мм.	2	1
Сверление отверстий в железобетоне и кирпичной кладке	Машина сверлильная	Диаметр сверления, мм до 6	0,12	1
	ИЭ-1008	до 15	0,27	1
	ИЭ-1012	до 23	0,6	1
	ИЭ-1016	до 23	1,8	1
	ИП-1016	до 50	1,47	1
	Машина сверлильная угловая ИП-1103			

Продолжение таблицы 8.3

Сборка и разборка Шурупных и болтовых соединений	Шуруповёрт	Диаметр резьбы, мм		
	ИЭ-3601А	до 6	0,12	2
	ИЭ-3106	до 16	0,12	2
	ИЭ-3101	до 20	0,27	2
Забивка крепёжных дюбелей	Монтажный поршневой пистолет ПЦ-52-1	—	—	1

9 Безопасность и экологичность технического объекта

Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Индивидуальный жилой дом расположен в селе Ягодное. Здание двухэтажное с подвалом. Строительный объем – 1461,12м³. Высота здания 10,0 м, высота этажа 3,0 м, высота подвала 2,8 м. Производится утепление здания по всему периметру минераловатными плитами «Rockwool» Фасад Баттс. В таблице 9.1 представлен технологический паспорт объекта.

Таблица 9.1 –Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Утепление здания по периметру	Сверление отверстий, резка, пиление.	слесарь	Ручной электроинструмент (универсальная шлифовальная машинка, дрель, перфоратор, электролобзик)	саморезы, брус
		Забивание дюбелей, резка утеплителя	слесарь	Слесарный инструмент (нож, молоток, зубило)	Дюбеля
		Монтаж утеплителя, стеновых панелей	монтажник	Лестницы, стремянки, верхолазное снаряжение, предохранительные пояса	утеплитель «Rockwool» Фасад Баттс

Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.

Идентификация профессиональных [29] рисков представлена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – 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	Пиление, резка, штробление	Источники механических травм	Ударные и нажимные, режущие инструменты.
2	Работа с электроинструментом	Поражение электрическим током	Дрель, перфоратор, электролобзик
		Шум	
		Вибрация	
3	Работы в здании (относится по пожаровзрывоопасности к 3 категории), рядом с ним	Пожар	Пламя огня, угарный газ
4	Монтажные работы	Падение	Высота
5	Перевозка груза, передвижение людей	Травмирование транспортными средствами при нарушении ПДД	Транспорт
6	Работа с электроинструментом	Травмирование вращающимися и движущимися частями оборудования и механизмов	Дрель, перфоратор, электролобзик

Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.

Методы и технические средства снижения профессиональных рисков рассмотрены в таблице 9.3

Таблица 9.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов [30].

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Работы на высоте	Проверенное и испытанное верхолазное снаряжение Применение специальных средств: лесов, люлек, навесных площадок	Верхолазное снаряжение, предохранительный пояс
2	Источники механических травм	Правильно организованная работа, надежно закрепленные рукоятки	Перчатки, спецодежда, защитные очки, спецобувь, каска
3	Поражение электрическим током	Проверка электрооборудования и изоляции кабелей	Перчатки, спецодежда, спецобувь
4	Пожар	Наличие противопожарных средств тушения: асбестовое полотно, огнетушители	Спецодежда, противогаз
5	Шум	Правильно организованная работа	Наушники, беруши

**Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого
технического объекта (производственно-технологических
эксплуатационных и утилизационных процессов).**

Противопожарное оборудование должно содержаться в исправном, работоспособном состоянии. Проходы к противопожарному оборудованию должны быть всегда свободны и обозначены соответствующими знаками.

При производстве работ на высоте, [26] должны быть предусмотрены мероприятия, позволяющие осуществлять эвакуацию людей в случае возникновения пожара или аварии. Идентификация классов и опасных факторов пожара рассмотрено в таблице 9.4.

Таблица 9.4 - Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	пом. 001 – котельная	Настенный газовый котел	С	Возможность возникновения взрыва	Осколки, части разрушившихся строительных конструкций, инженерных сооружений
2	пом. 105 – кухня-столовая	Газовая плита	С	Возможность возникновения взрыва	Осколки, части разрушившихся строительных конструкций, инженерных сооружений
3	помещения жилого дома, кроме 001 и 105.	-	А	Пламя, тепловой поток, повышенная температура окр. среды.	-

Технические средства обеспечения пожарной безопасности представлены в таблице 9.5.

Таблица 9.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения	Пожарный инструмент (механизированный и	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Установка огнетушителей в пом. 001 и 105.			Установка отключающего устройства на вводе газопровода				Оповещение при возникновении загазованности в помещениях 001 и 105

Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.

Наиболее опасным экологическим фактором, возникающим при эксплуатации здания, являются бытовые стоки [11, 35].

Для очистки и последующего отвода сточных вод в грунт, предусмотрена система очистки, состоящая из септика и фильтрующей траншеи.

В основу принципа очистки заложен метод биологического окисления. При поступлении хоз. бытовых сточных вод и постоянной подачи воздуха в установке создаются благоприятные условия для жизнедеятельности аэробных микроорганизмов, окисляющих органические загрязнения.

Дренаж очищенной воды возможен через дренажный колодец или траншею.

Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

1. В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» был рассмотрен технологический процесс – утепления здания по периметру; были выявлены технологические операции работ и какими рабочими должностями они осуществляются. А так же рассмотрели оборудование и материал требующийся для выполнения данного процесса.

2. На объекте были выявлены опасные и вредные производственные факторы: источники механических травм, поражение электрическим током, шум, вибрация, пожар, падение с высоты и т.д. А так же описаны сами источники опасных факторов.

3. Для вредных и опасных факторов были организованы методы и технические средства, снижения и устранения этих факторов. Для работников были подобраны средства индивидуальной защиты.

4. Были разработаны мероприятия, средства, методы и меры по пожарной безопасности данного жилого дома. Каждому помещению был присвоен класс пожароопасности, определено оборудование от которого могла исходить опасность, а так же выявлены сопутствующие проявления факторов пожара.

5. Идентифицированы экологические факторы и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 131.13330.2012. – Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.-01.-01. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095546>.
2. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. МНТКС – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1999.– 10 с.
3. СП 50.13330.2012. – Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013. –07. –01. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095525>
4. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. – Введ. 2004.06.01– М.: ФГУП ЦПП, 2004. –141 с.
5. СП 60.13330. 2012. – Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013. –01. –01. – Режим доступа: <http://docs /document/1200095527>
6. СП 31-106-2002. Проектирование и строительство инженерных систем одноквартирных жилых домов. – Введ. 2002. –09. –01. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2002. –30 с.
7. СП 30.13330.2012. – Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85* [Электронный ресурс]. – Введ. 2013–.01. –01. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200091049>
8. СП 31.13330.2012. – Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84* [Электронный ресурс]. – Введ. 2013. –01. –01. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200091049>
9. СП 40-107-2003. – Проектирование, монтаж и эксплуатация систем внутренней канализации из полипропиленовых труб [Электронный ресурс]. – Введ. 2003. –05. –01. – Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data1/10/10903>
10. СП 41-102-98. Проектирование и монтаж трубопроводов систем отопления с использованием металлополимерных труб. – Введ. 1998. –04. –16. – М.:

Госстрой России, ГУП ЦПП, 1998. –37 с.

11. СП 40-102-2000. Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования. – Введ. 2000.-09.-01. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2001. –38 с.

12. СП 62.13330.2011*. Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002. – Введ. 2003. –07. –01. – М.: ФГУП ЦПП, 2005. – 64 с.

13. СП 73.13330.2012. Внутренние санитарно-технические системы зданий. Актуализированная редакция СНиП 3.05.01-85 – Введ. 2013. –01. –01. – М.: Минрегион России, 2012. –41 с.

14. ГОСТ 21.601-2011. СПДС. Правила выполнения рабочей документации внутренних систем водоснабжения и канализации. – Введ. 2013. –05. –01. – М.: Стандартинформ, 2013. –22 с.

15. Балансировочные клапаны Broen. Каталог. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://broen.ru/media/katalog-ballorex-0416-sait.pdf>

16. Малявина Е.Г. Теплотери здания: справочное пособие / Е.Г. Малявина – М.: «АВОК-ПРЕСС», 2007. – 265 с.

17. Ионин, А.А. Газоснабжение: Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1989. –439 с.

18. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование / под ред. проф. Б.М. Хрусталева. – М.: АСВ, 2005. –576 с.

19..Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.1. /В.Н. Богословский, А.И. Пирумов, В.Н. Посохин и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера.–4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. –319 с.

20. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3ч. Ч.1. Отопление. / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканава и др.; Под ред. И.Г. Старовойтова и Ю.И. Шиллера. –4-е изд., перераб. и доп.–М.: Стройиздат, 1990.–344 с.

21. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.2. Водопровод и канализация: справочник проектировщика. /под ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера. – М.: Стройиздат, 1990.–429 с.
22. Сканави А.Н., Махов Л.Н. Отопление. Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению «Строительство», специальности 290700. – М.: АСВ, 2002.–562 с.
23. Каталог «Полипропиленовые трубопроводные системы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://knigastroitelya.ru/wp-content/uploads.pdf>
24. 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.
25. Монтаж вентиляционных систем. Под ред. И. Г. Староверова. Изд. 3-е, перераб. и доп. М., Стройиздат, 1978.–591 с.
26. СП 7.13130.2013. – Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]. – Введ. 2003. –02. – 25. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200098833>
27. Wavin Ekoplastik. Трубопроводные системы внутреннего водоснабжения и отопления. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.wavinekoplastik.ru/img/pageflip/wavin-katalog-ru-2015/#2>
28. ЕНиР. Сборник 9. Сооружения систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Выпуск 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://zvezda.lgg.ru/254/24.pdf>
29. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с Изменением N 1). М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1976.– 3 с.
30. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 16 июля 2007 г. N 477 "Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи сертифицированных специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам, занятым на строительных,

строительно-монтажных и ремонтно-строительных работах с вредными и (или) опасными условиями труда " [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ohranatruda.ru/ot_biblio.pdf

31. ЕНиР. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник 10. Сооружения систем вентиляции, кондиционирования воздуха, пневмотранспорта и аспирации.

32. Газоснабжение района города: метод. указания к курс. работе. / сост. В.Н. Пелипенко – Тольятти: ТГУ, 2005.–38 с.

33. Каталог продукции Oventrop [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.orientrop.com/pools/files/file/ru/ov_katalog_2014_f2a726f4-27b4-4948-8b8d-0d8303319eea.pdf

34. Панельные радиаторы Kermi therm-x2. Техническая информация. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://portal.kermi.de/DownloadCenter/kermi_ru/ru/ru/d/heating/documents/11?assetId=7569&imageType=thumbnail&HasHighResolutionPermission=False&DownloadType=standard&Purpose=

Приложения

Приложение А. - Расчет теплопотерь

№ пом.	Помещение	Площадь , м2	Огражд. констр.	Ориент .	Длина, м	Высота, м	F, м2	k, Вт/м2°С	t вн, °С	Δt, °С	Q, Вт	Добавки			Q(1+Σβ) , Вт	Qбыт, Вт	Qинф, Вт	Q
												Ориент .	Прочие	Σβ				
Подвал																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
001	Кладовая	5,4	НС	С	3,7	1,3	4,81	0,305	18	48	71	0,1	0,05	0,15	82			362
			НС	3	3,7	1,3	4,81	0,305	18	48	71	0,05	0,05	0,1	79			
			НС I зона	-	3,7	1,7	6,29	0,173	18	48	53	0		0	53			
			НС I зона	-	3,7	1,7	6,29	0,173	18	48	53	0		0	53			
			I зона	-	-	-	3,08	0,428	18	48	64	0		0	64			
			II зона	-	-	-	2,86	0,221	18	48	31	0		0	31			
002	Кладовая	9,3	НС	3	4,75	1,3	6,175	0,305	18	48	91	0,05	0,1	0,15	105			436
			НС	ЮЗ	4,75	1,3	6,175	0,305	18	48	91	0	0,1	0,1	101			
			НС I зона	-	3	1,7	5,1	0,173	18	48	43	0		0	43			
			НС I зона	-	3	1,7	5,1	0,173	18	48	43	0		0	43			
			I зона	-	-	-	4,39	0,428	18	48	91	0		0	91			
			II зона	-	-	-	4,99	0,221	18	48	53	0		0	53			
003	Бар	8,6	НС	С	2,8	1,3	3,64	0,305	20	50	56	0,1	0,05	0,15	65	86	153	283
			НС I зона	-	2,8	1,7	4,76	0,173	20	50	42	0		0	42			
			I зона	-	-	-	1,82	0,428	20	50	39	0		0	39			
			II зона	-	-	-	5,62	0,221	20	50	63	0		0	63			
			III зона	-	-	-	1,14	0,113	20	50	7	0		0	7			
004	Бильярдная +	45	НС	Ю	5,5	1,3	7,15	0,305	20	50	110	0	0,05	0,05	116	450	801	1311
	ЛК		НС	3	1,1	1,3	1,43	0,305	20	50	22	0,05	0,05	0,1	25			
			НС	С	3,3	1,3	4,29	0,305	20	50	66	0,1	0,05	0,15	76			
			НС	В	1,1	1,3	1,43	0,305	20	50	22	0,1	0,05	0,15	26			

Продолжение приложения А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
			НС I зона	-	5,5	1,7	9,35	0,173	20	50	81	0		0	81			
			НС I зона	-	1,1	1,7	1,87	0,173	20	50	17	0		0	17			
			НС I зона	-	3,3	1,7	5,61	0,173	20	50	49	0		0	49			
			НС I зона	-	1,1	1,7	1,87	0,173	20	50	17	0		0	17			
			ОК	Ю	1,2	0,9	1,08	1,547	20	50	84	0	0,05	0,05	89			
			I зона	-	-	-	6,69	0,428	20	50	144	0		0	144			
			II зона	-	-	-	19,33	0,221	20	50	214	0		0	214			
			III зона	-	-	-	17,94	0,113	20	50	102	0		0	102			
			IV зона	-	-	-	0,97	0,069	20	50	4	0		0	4			
005	Комната отдыха	45	НС	Ю	4,7	1,3	6,11	0,305	20	50	94	0	0,05	0,05	99	450	801	1448
			НС	С	4,7	1,3	6,11	0,305	20	50	94	0,1	0,05	0,15	109			
			НС	В	2,4	1,3	3,12	0,305	20	50	48	0,1	0,05	0,15	56			
			НС I зона	-	4,7	1,7	7,99	0,173	20	50	70	0		0	70			
			НС I зона	-	4,7	1,7	7,99	0,173	20	50	70	0		0	70			
			НС I зона	-	2,4	1,7	4,08	0,173	20	50	36	0		0	36			
			ОК	С	1,2	0,9	1,08	1,547	20	50	84	0,1	0,05	0,15	97			
			ОК	Ю	1,2	0,9	1,08	1,547	20	50	84	0	0,05	0,05	89			
			I зона	-	-	-	7,4	0,428	20	50	159	0		0	159			
			II зона	-	-	-	21,2	0,221	20	50	235	0		0	235			
			III зона	-	-	-	13,52	0,113	20	50	77	0		0	77			
006	Котельная	19,2	НС	С	0,95	1,7	1,615	0,305	16	46	23	0,1	0,05	0,15	27			1130
			НС	В	9,64	1,7	16,388	0,305	16	46	230	0,1	0,05	0,15	265			
			НС	Ю	0,95	1,7	1,615	0,305	16	46	23	0	0,05	0,05	25			
			НС I зона	-	4,9	1,3	6,37	0,173	16	46	51	0		0	51			
			НС I зона	-	4,9	1,3	6,37	0,173	16	46	51	0		0	51			

Продолжение приложения А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
			НС I зона	-	4,9	1,3	6,37	0,173	16	46	51	0		0	51			
			ОК	С	0,75	0,9	0,675	1,547	16	46	49	0,1	0,05	0,15	57			
			ДВ	В	0,91	2,1	1,911	1,16	16	46	102	0,1	2,162	2,26 2	333			
			I зона	-	-	-	7,24	0,428	16	46	143	0		0	143			
			II зона	-	-	-	12,07	0,221	16	46	123	0		0	123			
			III зона	-	-	-	0,59	0,113	16	46	4	0		0	4			
																итого по подвалу:		4970
I этаж																		
101	Прихожая	1,9	НС	Ю	2,3	3,3	7,59	0,305	18	48	112	0	0,1	0,1	124			566
			НС	З	1,75	3,3	5,775	0,305	18	48	85	0,05	0,1	0,15	98			
			ДВ	Ю	0,91	2,1	1,911	1,16	18	48	107	0	2,212	2,21 2	344			
102	Гардеробная	5,8	НС	З	3,8	3,3	12,54	0,305	18	48	184	0,05	0,05	0,1	203			356
			НС	С	2,3	3,3	7,59	0,305	18	48	112	0,1	0,05	0,15	129			
			ОК	ЮВ	1	2	2	1,547	18	48	149	0,05	0,05	0,1	164			
			ВС	-	3,18	3	9,54	2,088	18	-7	-140	0		0	-140			
103	Санузел	8	НС	С	2,8	3,3	9,24	0,305	25	55	156	0,1		0,1	172			494
			ВС	-	3,18	3	9,54	2,088	25	7	140	0		0	140			
			ВС	-	2,6	3	7,8	2,088	25	5	82	0		0	82			
			ВС	-	3,18	3	9,54	2,088	25	5	100	0		0	100			
104	Гостиная + ЛК	44,9	НС	Ю	5,8	3,3	19,14	0,305	20	50	292	0	0,05	0,05	307	449	879	2025
			НС	З	6,5	3,3	21,45	0,305	20	50	328	0,05	0,05	0,1	361			
			НС	С	3,3	3,3	10,89	0,305	20	50	167	0,1	0,05	0,15	193			
			НС	В	1,2	3,3	3,96	0,305	20	50	61	0,1	0,05	0,15	71			
			ОК	Ю	2,2	2	4,4	1,547	20	50	341	0	0,05	0,05	359			
			ОК	З	1,8	2	3,6	1,547	20	50	279	0,05	0,05	0,1	307			
			ОК	С	1	2	2	1,547	20	50	155	0,1	0,05	0,15	179			

Продолжение приложения А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
			BC	-	2,6	3	7,8	2,088	20	-5	-82	0		0	-82			
			BC	-	3,18	3	9,54	2,088	20	-5	-100	0		0	-100			
105	Кухня-	42,8	HC	Ю	4,8	3,3	15,84	0,305	20	50	242	0	0,05	0,05	255	428	838	2127
	столовая		HC	B	2,6	3,3	8,58	0,305	20	50	131	0,1	0,05	0,15	151			
			HC	C	4,8	3,3	15,84	0,305	20	50	242	0,1	0,05	0,15	279			
			OK	Ю	2,65	3,3	8,745	1,547	20	50	677	0	0,05	0,05	711			
			OK	C	1,8	2	3,6	1,547	20	50	279	0,1	0,05	0,15	321			
106	Игровая	18,8	HC	C	0,95	3,3	3,135	0,305	20	50	48	0,1	0,05	0,15	56	188	368	1720
			HC	B	9,64	3,3	31,812	0,305	20	50	486	0,1	0,05	0,15	559			
			HC	Ю	0,95	3,3	3,135	0,305	20	50	48	0	0,05	0,05	51			
			OK	B	0,9	2	1,8	1,547	20	50	140	0,1	0,05	0,15	161			
			OK	B	0,9	2	1,8	1,547	20	50	140	0,1	0,05	0,15	161			
			ДВ	Ю	0,91	2,1	1,911	1,16	20	50	111	0	2,162	2,16 2	351			
			ПТ	-	-	-	18,8	0,213	20	50	201	0		0	201			
																итого по 1 этажу:		7288
2 этаж																		
201	Санузел	8	HC	3	3,8	3,3	12,54	0,305	25	55	211	0,05	0,05	0,1	233			957
			HC	C	3	3,3	9,9	0,305	25	55	167	0,1	0,05	0,15	193			
			OK	3	1	2	2	1,547	25	55	171	0,05	0,05	0,1	189			
			BC	-	1,48	3	4,44	2,088	25	5	47	0		0	47			
			BC	-	1,12	3	3,36	2,088	25	7	50	0		0	50			
			BC	-	3,43	3	10,29	2,088	25	7	151	0		0	151			
			ПТ	-	-	-	8	0,213	25	55	94	0		0	94			
202	Спальня	13,5	HC	C	4,8	3,3	15,84	0,305	20	50	242	0,1	0,05	0,15	279	135	265	1083
			HC	B	3,58	3,3	11,814	0,305	20	50	181	0,1	0,05	0,15	209			
			OK	C	1,8	2	3,6	1,547	20	50	279	0,1	0,05	0,15	321			

Продолжение приложения А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
			ПТ	-	-	-	13,5	0,213	20	50	144	0		0	144			
204	Гардероб	10	НС	Ю	2,31	3,3	7,623	0,305	18	48	112	0		0	112			349
			ОК	Ю	0,9	2	1,8	1,547	18	48	134	0		0	134			
			ПТ	-	-	-	10	0,213	18	48	103	0		0	103			
205	Спальня	26,7	НС	Ю	3,4	3,3	11,22	0,305	20	50	172	0	0,05	0,05	181	267	523	1714
			НС	ЮЗ	3	3,3	9,9	0,305	20	50	151	0	0,05	0,05	159			
			НС	З	5	3,3	16,5	0,305	20	50	252	0,05	0,05	0,1	278			
			НС	С	2,3	3,3	7,59	0,305	20	50	116	0,1	0,05	0,15	134			
			ОК	Ю	0,9	2	1,8	1,547	20	50	140	0	0,05	0,05	147			
			ОК	В	1,8	2	3,6	1,547	20	50	279	0,1	0,05	0,15	321			
			ВС	-	1,48	3	4,44	2,088	20	-5	-47	0		0	-47			
			ПТ	-	-	-	26,7	0,213	20	50	285	0		0	285			
206	Коридор + ЛК	45,9	НС	З	1,2	3,3	3,96	0,305	18	48	58	0,05	0,05	0,1	64			2240
			НС	С	3,3	3,3	10,89	0,305	18	48	160	0,1	0,05	0,15	184			
			НС	В	8,12	3,3	26,796	0,305	18	48	393	0,1	0,05	0,15	452			
			НС	Ю	4,8	3,3	15,84	0,305	18	48	232	0	0,05	0,05	244			
			ОК	С	1	2	2	1,547	18	48	149	0,1	0,05	0,15	172			
			ОК	В	1	2	2	1,547	18	48	149	0,1	0,05	0,15	172			
			ОК	Ю	2,65	3,3	8,745	1,547	18	48	650	0	0,05	0,05	683			
			ВС	-	1,12	3	3,36	2,088	18	-7	-50	0		0	-50			
			ВС	-	3,43	3	10,29	2,088	18	-7	-151	0		0	-151			
			ПТ	-	-	-	45,9	0,213	18	48	470	0		0	470			
																итого по 2 этажу:		6343
																итого по зданию:		18601

Приложение Б - Гидравлический расчет отопительных приборов.

№ участка	Тепловая нагрузка участка Q, Вт	Расход воды на участке G, кг/ч	Расход воды на участке G, л/с	Длина участка l, м	Диаметр трубы D, мм	Скорость движения воды w, м/с	Потери давления на трение		Сумма коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \xi$	Местные сопротивления	Потери давления в местных сопротивлениях Z, Па	Сумма потерь давления $Rl+Z$, Па	Примечание
							на 1 м R, Па/м	по длине участка Rl , Па					
Коллектор подвала													
Основное циркуляционное кольцо													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	772	34,5	0,010	19,06	15x2,2	0,11	33	629	9,00	шаровый кран - 0,5x4, отвод - 0,5x14	53	682	$\Delta R_{кл} = 7000$ Па
Принимается значение $\Delta R_{кл} = 7000$ Па													
Второстепенные циркуляционные кольца													
2	436	19,5	0,006	42,08	15x2,2	0,11	33	1389	10,00	шаровый кран - 0,5x4, отвод - 0,5x16	59	1448	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta R_{кл} = 7682 - 1448 = 6234$ Па													
3	706	31,6	0,009	28,96	15x2,2	0,11	33	956	9,00	шаровый кран - 0,5x4, отвод - 0,5x14	53	1009	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta R_{кл} = 7682 - 1009 = 6673$ Па													
4	1130	50,5	0,014	1,25	15x2,2	0,16	65,8	82	1,00	шаровый кран - 0,5, отвод - 0,5	13	95	
5	514	23,0	0,007	8,35	15x2,2	0,11	33	276	6,50	тройник на разделение потока - 1,2, отвод - 0,5x7, шаровый кран - 0,5x2, тройник на соединение потока - 0,8	38	314	
4'	1130	50,5	0,014	1,25	15x2,2	0,16	65,8	82	1,00	шаровый кран - 0,5, отвод - 0,5	13	95	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta R_{кл} = 7682 - (95 + 314 + 95) = 7178$ Па													

Продолжение приложения Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6	616	27,6	0,008	7,53	15x2,2	0,11	33	248	6,00	тройник на разделение потока - 1,2, отвод - 0,5x6, шаровый кран - 0,5x2, тройник на соединение потока - 0,8	35	284	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta P_{кл}=7682-(95+284+95)=7208$ Па													
7	676	30,2	0,009	17,04	15x2,2	0,11	33	562	9,00	шаровый кран - 0,5x4, отвод - 0,5x14	53	616	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta P_{кл}=7682-616=7066$ Па													
8	605	27,1	0,008	26,06	15x2,2	0,11	33	860	9,00	шаровый кран - 0,5x4, отвод - 0,5x14	53	913	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta P_{кл}=7682-913=6769$ Па													
9	283	12,7	0,004	29,00	15x2,2	0,11	33	957	9,00	шаровый кран - 0,5x4, отвод - 0,5x14	53	1010	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta P_{кл}=7682-1010=6672$ Па													
10	362	16,2	0,005	33,28	15x2,2	0,11	33	1098	9,00	шаровый кран - 0,5x4, отвод - 0,5x14	53	1151	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta P_{кл}=7682-1151=6531$ Па													
Коллектор 1 этажа													
Основное циркуляционное кольцо													
1	1282	57,3	0,016	18,76	15x2,2	0,18	82,2	1542	8,00	шаровый кран - 0,5x4, отвод - 0,5x12	127	1669	$\Delta P_{кл}=7000$ Па
Принимается значение $\Delta P_{кл}=7000$ Па													
Второстепенные циркуляционные кольца													
2	356	15,9	0,005	13,80	15x2,2	0,11	33	455	7,00	шаровый кран - 0,5x4, отвод - 0,5x10	41	497	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta P_{кл}=8669-497=8172$ Па													

Продолжение приложения Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	566	25,3	0,007	11,60	15x2,2	0,11	33	383	7,00	шаровый кран - 0,5x4, отвод - 0,5x10	41	424	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta P_{кл}=8669-424=8254$ Па													
4	1350	60,4	0,017	5,70	15x2,2	0,19	90,4	515	2,00	шаровый кран - 0,5, отвод - 0,5x3	35	551	
5	639	28,6	0,008	1,07	15x2,2	0,11	33	35	6,50	тройник на разделение потока - 1,2, отвод - 0,5x7, шаровый кран - 0,5x2, тройник на соединение потока - 0,8	38	74	
4'	1350	60,4	0,017	5,70	15x2,2	0,19	90,4	515	2,00	шаровый кран - 0,5, отвод - 0,5x3	35	551	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta P_{кл}=8669-(551+74+551)=7493$ Па													
6	711	31,8	0,009	12,50	15x2,2	0,11	33	413	6,00	тройник на разделение потока - 1,2, отвод - 0,5x6, шаровый кран - 0,5x2, тройник на соединение потока - 0,8	35	448	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta P_{кл}=8669-(551+448+551)=7119$ Па													
7	1659	74,2	0,021	12,02	20x3,4	0,16	32,4	389	2,50	шаровый кран - 0,5, отвод - 0,5x4	31	421	
8	677	30,3	0,009	3,35	15x2,2	0,11	33	111	4,00	тройник на разделение потока - 1,2, отвод - 0,5x2, шаровый кран - 0,5x2, тройник на соединение потока - 0,8	24	134	
7'	1659	74,2	0,021	12,02	20x3,4	0,16	32,4	389	2,50	шаровый кран - 0,5, отвод - 0,5x4	31	421	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta P_{кл}=8669-(421+134+421)=7693$ Па													

Продолжение приложения Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
9	982	43,9	0,012	4,30	15x2,2	0,13	49,4	212	4,00	тройник на разделение потока - 1,2, отвод - 0,5x2, шаровый кран - 0,5x2, тройник на соединение потока - 0,8	33	245	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta P_{кл}=8669-(421+245+421)=7582$ Па													
10	1720	76,9	0,022	9,13	20x3,4	0,16	37,8	345	1,50	шаровый кран - 0,5, отвод - 0,5x2	19	364	
11	1214	54,3	0,015	3,45	15x2,2	0,17	74	255	1,70	тройник на разделение потока - 1,2, отвод - 0,5	24	279	
12	607	27,1	0,008	4,70	15x2,2	0,11	33	155	5,00	тройник на разделение потока - 1,2, отвод - 0,5x2, шаровый кран - 0,5x4, тройник на соединение потока - 0,8	30	185	
11'	1214	54,3	0,015	3,45	15x2,2	0,17	74	255	1,20	тройник на соединение потока - 0,8, отвод - 0,5	17	272	
10'	1720	76,9	0,022	9,13	20x3,4	0,16	37,8	345	1,50	шаровый кран - 0,5, отвод - 0,5x2	19	364	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta P_{кл}=8669-(364+279+185+272+364)=7205$ Па													
13	607	27,1	0,008	4,86	15x2,2	0,11	33	160	6,00	тройник на разделение потока - 1,2, отвод - 0,5x6, шаровый кран - 0,5x2, тройник на соединение потока - 0,8	35	196	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta P_{кл}=8669-(364+279+196+272+364)=7194$ Па													
14	506	22,6	0,006	5,35	15x2,2	0,11	33	177	4,00	тройник на разделение потока - 1,2, отвод - 0,5x2, шаровый кран - 0,5x2, тройник на соединение потока - 0,8	24	200	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta P_{кл}=8669-(364+200+364)=7741$ Па													

Продолжение приложения Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
15	675	30,2	0,009	18,68	15x2,2	0,11	33	616	12,00	шаровый кран - 0,5x4, отвод - 0,5x20	71	687	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta P_{кл}=8669-687=7982$ Па													
Коллектор 2 этажа													
Основное циркуляционное кольцо													
1	1714	76,7	0,022	4,01	20x3,4	0,16	37,8	152	1,00	шаровый кран - 0,5, отвод - 0,5	13	164	
2	907	40,6	0,012	5,11	15x2,2	0,13	49,4	252	4,00	тройник на разделение потока - 1,2, отвод - 0,5x2, шаровый кран - 0,5x2, тройник на соединение потока - 0,8	33	285	$\Delta P_{кл}=7000$ Па
1'	1714	76,7	0,022	4,01	20x3,4	0,16	37,8	152	1,00	шаровый кран - 0,5, отвод - 0,5	13	164	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta P_{кл}=7000$ Па													
Второстепенные циркуляционные кольца													
3	807	36,1	0,010	10,09	15x2,2	0,11	33	333	6,00	тройник на разделение потока - 1,2, отвод - 0,5x6, шаровый кран - 0,5x2, тройник на соединение потока - 0,8	35	368	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta P_{кл}=7285-368=6917$ Па													
4	349	15,6	0,004	21,05	15x2,2	0,11	33	695	6,00	шаровый кран - 0,5x4, отвод - 0,5x8	35	730	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta P_{кл}=7614-730=6884$ Па													
5	713	31,9	0,009	21,84	15x2,2	0,11	33	721	6,00	шаровый кран - 0,5x4, отвод - 0,5x8	35	756	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta P_{кл}=7614-756=6858$ Па													
6	1083	48,4	0,014	9,70	15x2,2	0,13	65,8	638	2,00	шаровый кран - 0,5, отвод - 0,5x3	17	655	

Продолжение приложения Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
7	578	25,9	0,007	3,24	15x2,2	0,11	33	107	4,00	тройник на разделение потока - 1,2, отвод - 0,5x2, шаровый кран - 0,5x2, тройник на соединение потока - 0,8	24	131	
6'	1083	48,4	0,014	9,70	15x2,2	0,13	65,8	638	2,00	шаровый кран - 0,5, отвод - 0,5x3	17	655	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta P_{кл}=7614-(655+131+655)=6173$ Па													
8	505	22,6	0,006	7,19	15x2,2	0,11	33	237	6,00	тройник на разделение потока - 1,2, отвод - 0,5x6, шаровый кран - 0,5x2, тройник на соединение потока - 0,8	35	273	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta P_{кл}=7614-(655+273+655)=6031$ Па													
9	713	31,9	0,009	22,08	15x2,2	0,11	33	729	12,00	шаровый кран - 0,5x4, отвод - 0,5x20	71	800	
Необходимый перепад давления на клапане $\Delta P_{кл}=7614-800=6814$ Па													

Приложение В - Гидравлический расчет коллекторов.

№ участка	Тепловая нагрузка участка Q, Вт	Расход воды на участке G, кг/ч	Расход воды на участке G, л/с	Длина участка l, м	Диаметр трубы D, мм	Скорость движения воды w, м/с	Потери давления на трение		Сумма коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \xi$	Местные сопротивления	Потери давления в местных сопротивлениях Z, Па	Сумма потерь давления Rl+Z, Па	Примечание
							на 1 м R, Па/м	по длине участка Rl, Па					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Основное циркуляционное кольцо													
1к	17150	767,1	0,218	1,56	40x6,7	0,39	91,4	143	0,50	шаровый кран - 0,5	37	180	
2к	12180	544,8	0,155	14,35	40x6,7	0,27	47	674	3,70	тройник на разделение потока - 1,2, отвод - 0,5x5	132	806	
3к	7608	340,3	0,097	2,10	32x5,4	0,28	67,7	142	3,20	тройник на разделение потока - 1,2, отвод - 0,5x2, внезапное расширение - 1	123	265	Потери давления на участке от коллектора до отопительных приборов 8669 Па
3к'	7608	340,3	0,097	2,10	32x5,4	0,28	67,7	142	2,80	тройник на соединение потока - 0,8, отвод - 0,5x2, шаровый кран - 0,5 внезапное сужение - 0,5	107	249	
2к'	12180	544,8	0,155	14,40	40x6,7	0,27	47	677	3,30	тройник на соединение потока - 0,8, отвод - 0,5x5	118	794	
1к'	17150	767,1	0,218	1,61	40x6,7	0,39	91,4	147	0,50	шаровый кран - 0,5	37	184	
			$\Sigma=$	36,12							$\Sigma=$	2479	
Суммарные потери давления (с учетом участков от коллектора до отопительного прибора) составляют 2479+8669=11148 Па													

Продолжение приложения В

Второстепенные циркуляционные кольца													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4к	4970	222,3	0,063	0,24	25x4,2	0,29	98,1	24	2,20	тройник на разделение потока - 1,2, внезапное расширение - 1	90	114	Потери давления на участке от коллектора до отопительных приборов 7614 Па
4к'	4970	222,3	0,063	0,19	25x4,2	0,29	98,1	19	1,80	тройник на соединение потока - 0,8, шаровый кран - 0,5 внезапное сужение - 0,5	74	93	
											Σ=	207	
Суммарные потери давления (с учетом участков от коллектора до отопительного прибора) составляют 207+7682=7889 Па													
Невязка (2115+8669)-(207+7614)=10784-7821=2963 Па - увязка клапаном Broen Venturi (на уч.4')													
5к	4572	204,5	0,058	4,54	25x4,2	0,27	85,2	387	4,20	тройник на разделение потока - 1,2, отвод - 0,5x4, внезапное расширение - 1	150	536	Потери давления на участке от коллектора до отопительных приборов 7682 Па
5к'	4572	204,5	0,058	4,54	25x4,2	0,27	85,2	387	3,80	тройник на соединение потока - 0,8, отвод - 0,5x4, шаровый кран - 0,5 внезапное сужение - 0,5	135	522	
											Σ=	1059	
Суммарные потери давления (с учетом участков от коллектора до отопительного прибора) составляют 1059+7682=8741 Па													
Невязка (514+8669)-(1059+7682)=9183-8741=442 Па - увязка клапаном Broen Venturi (на уч.5')													

Приложение Г. .Тепловой расчет отопительных приборов.

№ пом.	Расчетная мощность отопительного прибора Q _р , Вт	Температура теплоносителя, °С		Температура в помещении t _в , °С	Номинальная мощность 1 м прибора (при графике 75- 65°С, t _в =20°С) Q _{ном} , Вт	Коэффициент пересчета n	Фактическая мощность 1 м прибора Q, Вт	Общая длина приборов, м		Тип отопительного прибора
		подающая	обратная					расчетная	принятая	
001	362	80	60	18	742	0,96	773	0,47	0,50	therm-x2 Plofil-VM, тип 12, h=300
002	436			18	742	0,96	773	0,56	0,60	therm-x2 Plofil-VM, тип 12, h=300
003	283			20	742	1,01	735	0,39	0,40	therm-x2 Plofil-VM, тип 12, h=300
004	1311			20	1022	1,01	1012	1,30	1,30	therm-x2 Plofil-VM, тип 22, h=300
005	1448			20	1022	1,01	1012	1,43	1,50	therm-x2 Plofil-VM, тип 22, h=300
006	1130			16	1022	0,91	1123	1,01	1,10	therm-x2 Plofil-VM, тип 22, h=300
101	566			18	742	0,96	773	0,73	0,80	therm-x2 Plofil-VM, тип 12, h=300
102	356			18	742	0,96	773	0,46	0,50	therm-x2 Plofil-VM, тип 12, h=300
103	494			25						теплый пол
104	1350			20	742	1,01	735	1,84	1,90	therm-x2 Plofil-VM, тип 12, h=300
104	675			20	1022	1,01	1012	0,67	0,70	therm-x2 Plofil-VM, тип 22, h=300
105	2127			20	1022	1,01	1012	2,10	2,20	therm-x2 Plofil-VM, тип 22, h=300
106	1720			20	1022	1,01	1012	1,70	1,70	therm-x2 Plofil-VM, тип 22, h=300
201	957			25						теплый пол
202	1083			20	742	1,01	735	1,47	1,50	therm-x2 Plofil-VM, тип 12, h=300
204	349			18	742	0,96	773	0,45	0,50	therm-x2 Plofil-VM, тип 12, h=300
205	1714			20	1022	1,01	1012	1,69	1,70	therm-x2 Plofil-VM, тип 22, h=300
206	2240			18	1022	0,96	1065	2,10	2,20	therm-x2 Plofil-VM, тип 22, h=300

Приложение Д
Расчет контуров теплого пола.

№ пом.	Расчетная температура в помещении, °C	Температура поверхности пола, °C	Средняя разность температур, °C	Материал покрытия	Площадь контура F, м2	Удельная теплоотдача q, Вт	Мощность контура Q, Вт	Расход G, кг/ч	Диаметр труб, мм	Шаг укладки труб b, м	Длина труб контура L, м	Длина подводок L, м	Потери давления на один метр R, Па	Потери давления с учетом местных сопр. 1,3·Rl, Па
103	25	31	20	Керамическая плитка	5,9	94	554,6	95,4	18 x 2	0,2	29,50	4,57	38	1633
105	20	26	25		9,8	116	1136,8	195,5		0,2	49,00	23,58	135	10102
201	25	31	20		7,7	126	970,2	166,8		0,1	77,00	11,71	85	9681

Приложение Е

Расчет магистральных трубопроводов теплого пола.

№ участка	Тепловая нагрузка участка Q, Вт	Расход воды на участке G, кг/ч	Расход воды на участке G, л/с	Длина участка l, м	Диаметр трубы D, мм	Скорость движения воды w, м/с	Потери давления на трение		Сумма коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \xi$	Местные сопротивления	Потери давления в местных сопротивлениях Z, Па	Сумма потерь давления Rl+Z, Па	Примечание
							на 1 м R, Па/м	по длине участка Rl, Па					
Основное циркуляционное кольцо													
1	2662	238,1	0,068	34,54	32x5,4	0,20	35,2	1216	5,00	отвод - 0,5x10	98	1314	

Приложение Ж

Характеристика балансировочных клапанов системы теплого пола.

Участок	Расход воды на участке G, кг/ч	Потери давления на клапане ΔP , Па	Пропускная способность, kv , м3/ч	Значение предварительной настройки клапана	Тип клапана
пом.103	95,4	8469	0,33	1,5	Broen Venturi 20 L
пом.201	166,8	421	2,58	4,5	Broen Venturi 20 H

Приложение И. Аэродинамический расчет систем вентиляции.

Аэродинамический расчет													
№ участка	Расход воздуха, м³/ч	Длина воздуховода L, м	Размеры воздуховодов			Скорость V, м/с	Потери давления на трение		Динамическое давление, Р _д , Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений Σζ	Потери давления на местные сопротивления, Z, Па	Общие потери давления на участке, ΔР=β _ш RL+Z, Па	Примечание
			круглых, d, мм	прямоугольных, АхВ, мм	F, м²		на 1м R, Па/м	на всем участке β _ш RL, Па					
П1													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
PP-1	90	-	-	200x100	0,016	1,56	-	-	1,465	2,2	3,223	3,22	
1	90	3,53	125	-	0,012	2,04	0,586	2,069	2,493	1,05	2,617	4,69	отвод, тройник на отв.
2	140	4,47	125	-	0,012	3,17	1,173	5,243	6,031	0,2	1,206	6,45	тройник на пр.
3	180	4,36	160	-	0,020	2,49	0,580	2,529	3,714	0,15	0,557	3,09	отвод
4	180	3,06	160	-	0,020	2,49	0,580	1,775	3,714	2,65	9,843	11,62	3 отвода, решетка
											Всего:	29,06	
Располагаемое давление на ответвлении Р = 7,91 Па													
PP-1	50	-	-	200x100	0,016	0,87	-	-	0,452	2,2	0,995	0,99	
5	50	4,59	100	-	0,008	1,77	0,588	2,699	1,878	0,5	0,939	3,64	2 отвода, тройник на пр.
											Всего:	4,63	
(7,91-4,63)/7,91=41% - увязка с помощью диафрагмы													
ζ диафрагмы = (7,91-4,63)/1,878=1,75, d=62 мм													
Располагаемое давление на ответвлении Р =14,36 Па													
PP-1	40	-	-	200x100	0,016	0,69	-	-	0,289	2,2	0,637	0,64	

Продолжение приложения И

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
6	40	2,13	80	-	0,005	2,21	1,132	2,411	2,935	1,05	3,081	5,49	отвод, тройник на отв.
											Всего:	6,13	
(14,36-6,13)/14,36=57% - увязка с помощью диафрагмы													
ζ диафрагмы = (14,36-6,13)/2,935=2,8, d=44 мм													
B1													
PP-1	50	-	-	200x100	0,016	0,87	-	-	0,452	2,2	0,995	0,99	
1	50	5,19	100	-	0,008	1,77	0,588	3,052	1,878	0,95	1,784	4,84	отвод, тройник на пр.
2	140	8,11	160	-	0,020	1,94	0,371	3,009	2,247	0,95	2,135	5,14	отвод, тройник на пр.
3	180	9,21	160	-	0,020	2,49	0,580	5,342	3,714	0,75	2,786	8,13	5 отводов
4	180	10,31	160	-	0,020	2,49	0,580	5,980	3,714	1,75	6,500	12,48	3 отвода, зонт(1,3)
											Всего:	31,58	
Располагаемое давление на ответвлении P = 5,83 Па													
PP-1	80	-	-	200x100	0,016	1,39	-	-	1,157	2,2	2,546	2,55	
5	80	0,2	125	-	0,012	1,81	0,445	0,089	1,969	1,24	2,442	2,53	тройник на отв.
											Всего:	5,08	
(5,83-5,08)/5,83=12,8% - увязка не требуется													
Располагаемое давление на ответвлении P = 10,97 Па													
PP-1	40	-	-	200x100	0,016	0,69	-	-	0,289	2,2	0,637	0,64	
6	40	2,8	80	-	0,005	2,21	0,379	1,061	2,935	1,39	4,079	5,14	отвод, тройник на отв.

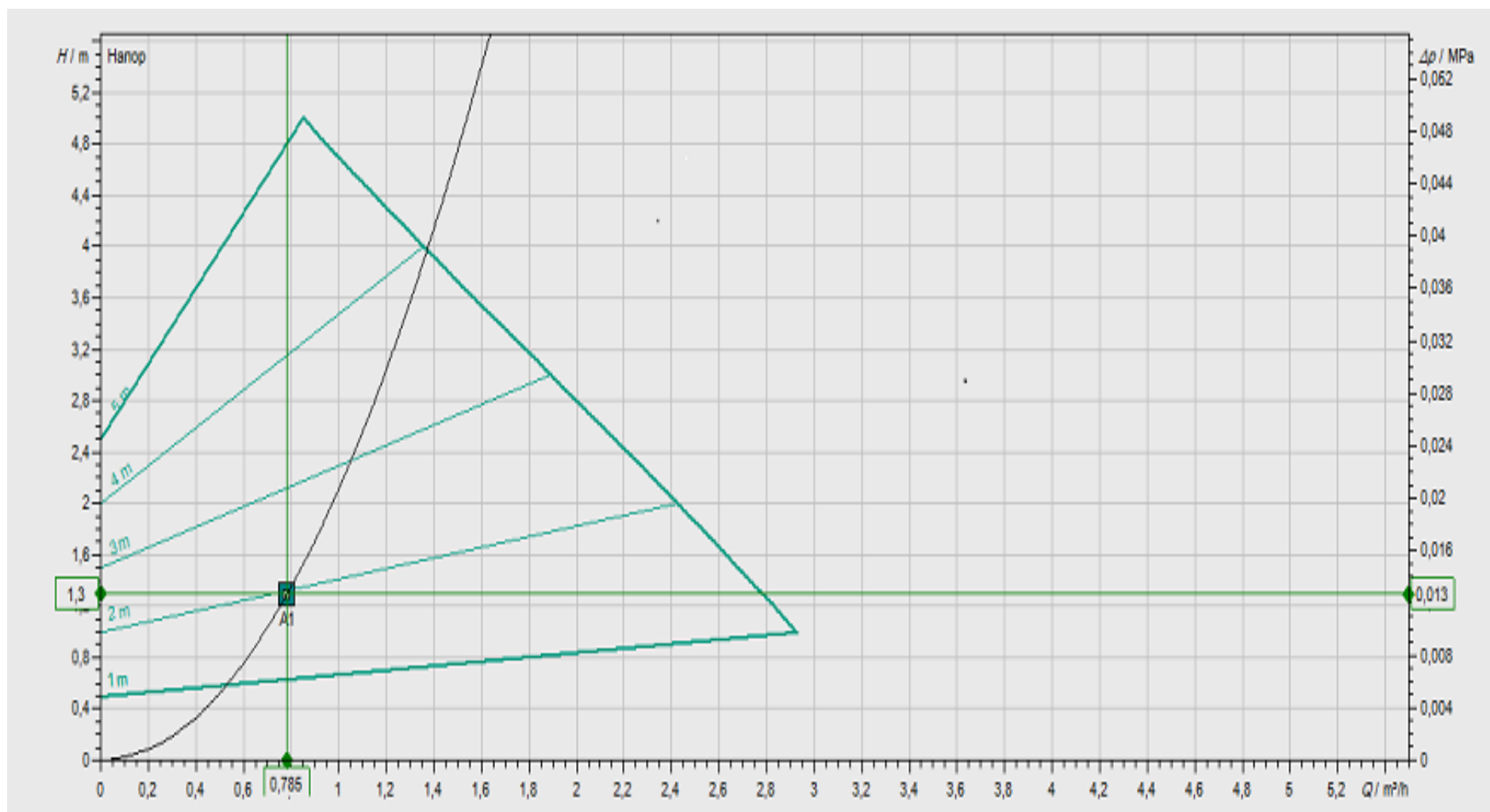
Продолжение приложения И

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
											Всего:	5,78	
(10,97-5,78)/10,97=47% - увязка с помощью диафрагмы													
ζ диафрагмы = (10,97-5,78)/2,935=1,77, d=50 мм													
B2													
1	120	9,88	125	-	0,012	2,72	0,910	8,991	4,431	0,45	1,994	10,98	3 отвода
											Всего:	10,98	
BE1													
Расчетное гравитационное давление $P_{гр} = (1,269-1,221)*7,7*9,81 = 3,63$ Па													
PP-3	160	-	-	200x100	0,041	1,08	-	-	0,705	2,2	1,551	1,55	
1	160	8,39	225	-	0,040	1,12	0,093	0,780	0,750	1,6	1,201	1,98	2 отвода, зонт(1,3)
											Всего:	3,53	
(3,63-3,53)/3,63=3%													
BE2													
Расчетное гравитационное давление $P_{гр} = (1,269-1,184)*6,1*9,81 = 5,09$ Па													
PP-1	90	-	-	200x100	0,041	0,61	-	-	0,223	2,2	0,491	0,49	
1	90	6,47	140	-	0,015	1,62	0,314	2,032	1,584	1,45	2,297	4,33	1 отвод, зонт(1,3)
											Всего:	4,82	
(5,09-4,82)/5,09=5%													
BE3													
Расчетное гравитационное давление $P_{гр} = (1,269-1,204)*4,6*9,81 = 2,93$ Па													
PP-4	320	-	-	200x400	0,064	1,24	-	-	0,923	1,8	1,661	1,66	
1	320	4,97	-	300x300	0,09	0,99	0,14	0,696	0,585	1,15	0,673	1,37	1 отвод, зонт(1)

Продолжение приложения И

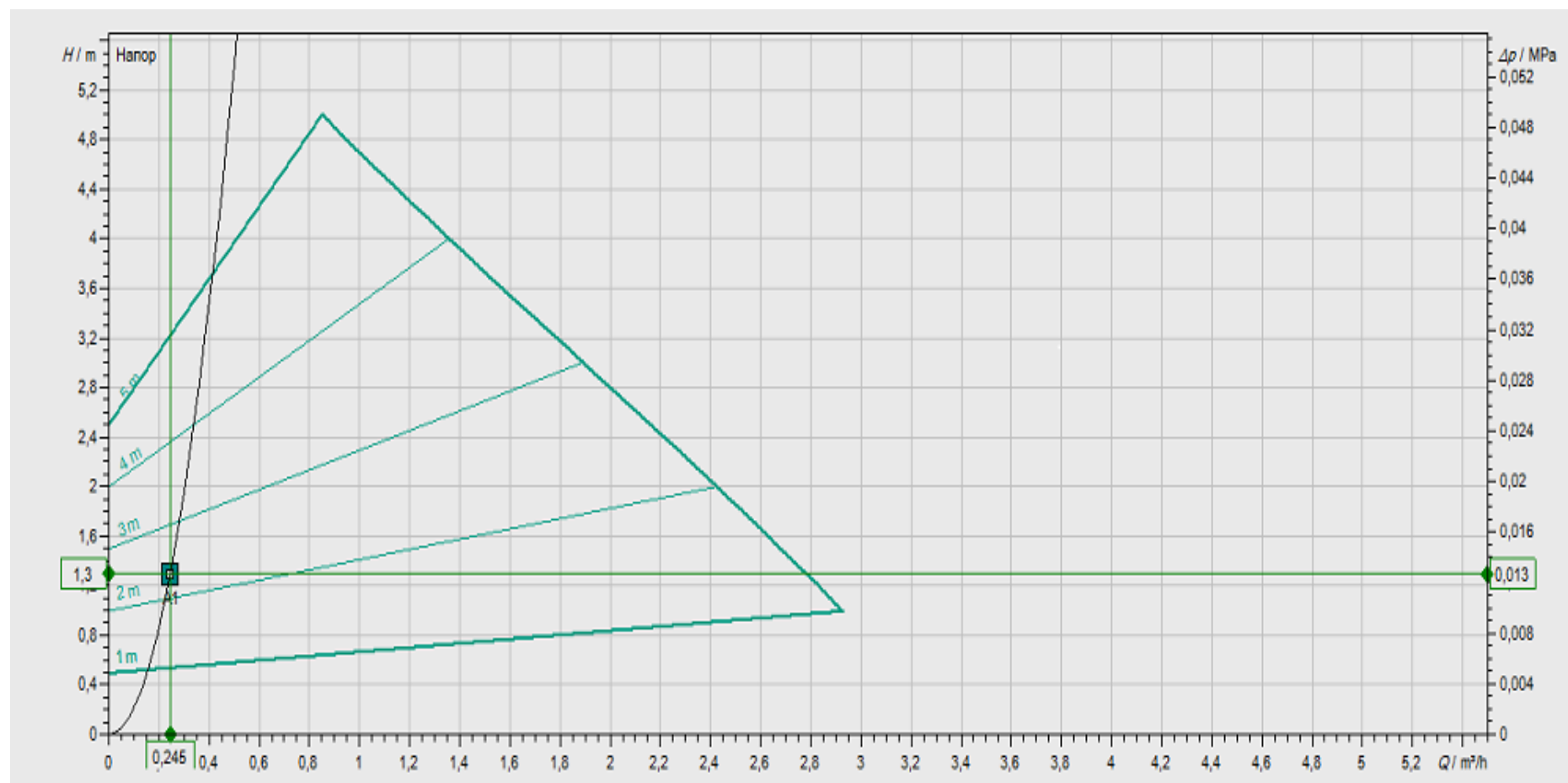
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
											Всего:	3,03	
(2,93-3,03)/2,93=4%													
BE4													
Расчетное гравитационное давление $P_{гр} = (1,269-1,204)*4,6*9,81 = 2,93$ Па													
PP-1	40	-	-	200x100	0,041	0,27	-	-	0,044	2,2	0,097	0,10	
1	40	4,8	110	-	0,009	1,17	0,257	1,234	0,821	1,75	1,437	2,67	ОТВОД, ЗОНТ(1,6)
											Всего:	2,77	
(2,93-2,77)/2,93=5%													
BE5													
Расчетное гравитационное давление $P_{гр} = (1,269-1,184)*2,8*9,81 = 2,33$ Па													
PP-1	130	-	-	200x100	0,041	0,88	-	-	0,465	2,2	1,024	1,02	
1	130	3,23	200	-	0,031	1,15	0,112	0,362	0,794	1,45	1,151	1,51	ОТВОД, ЗОНТ(1,3)
											Всего:	2,54	
(2,33-2,54)/2,33=9%													

Приложение К .
Насос Yonos ECO 30 1-5 BMS (отопление)

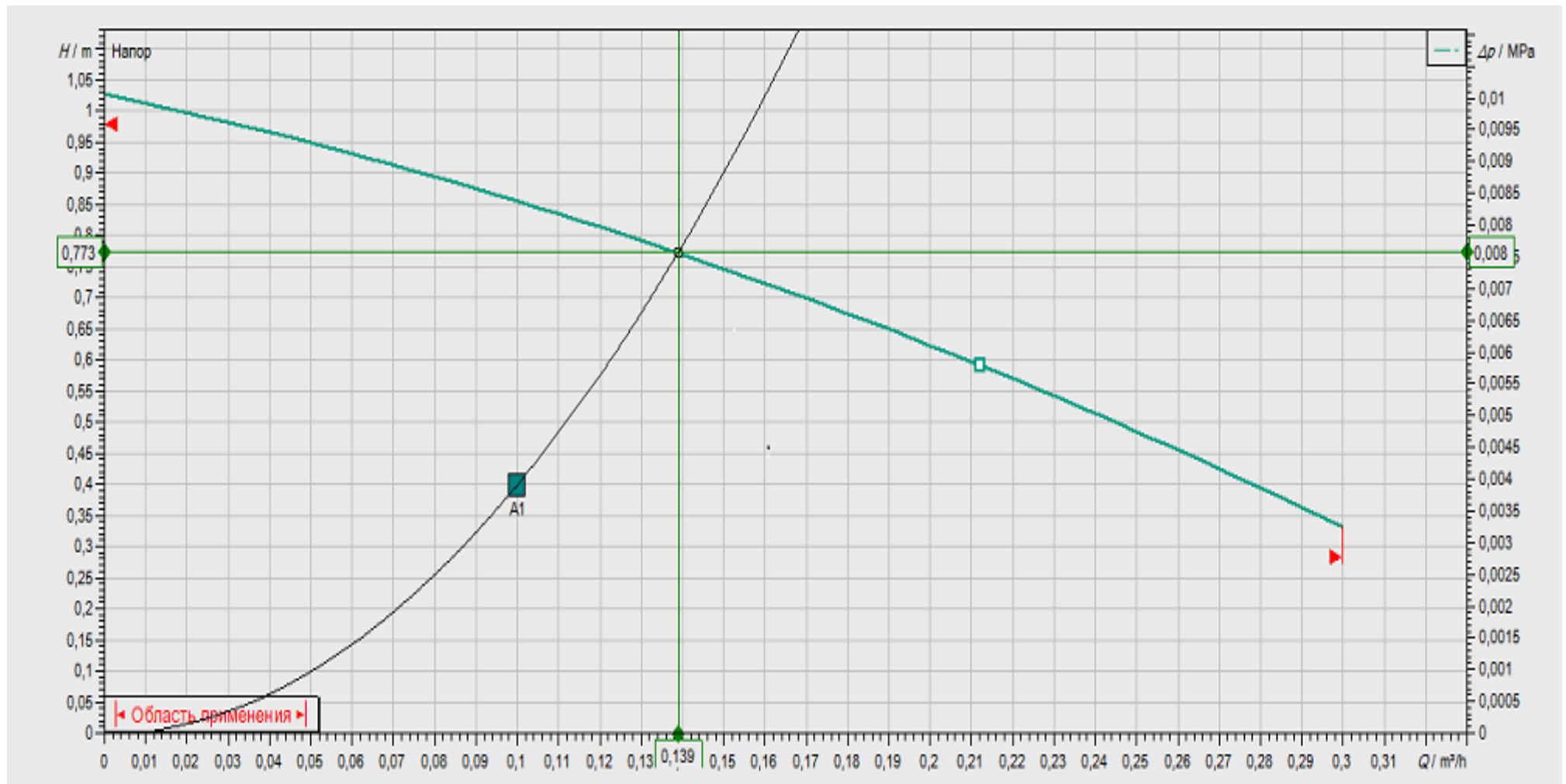


Приложение Л

Насос Yonos ECO 25 1-5 BMS (Теплый пол)

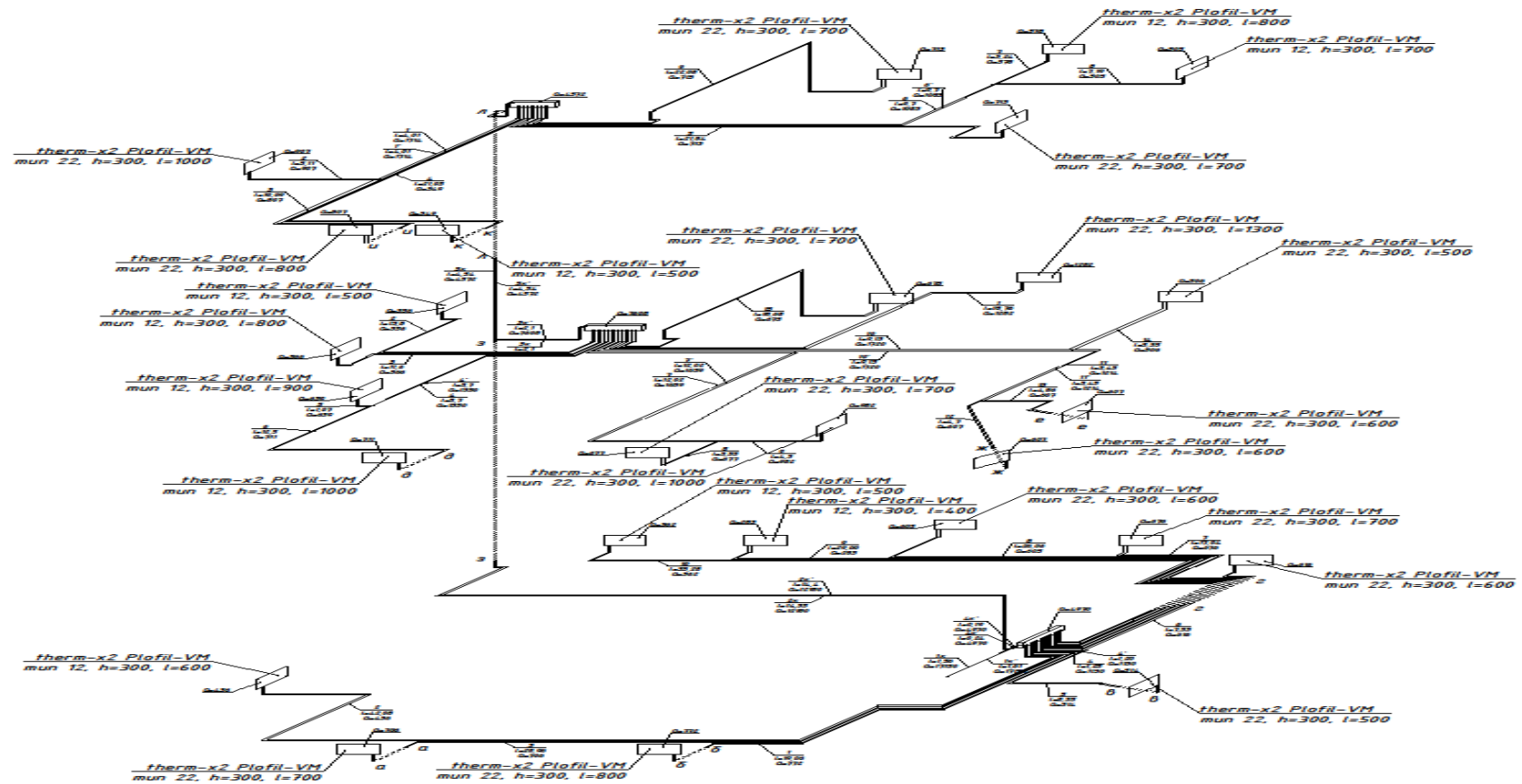


Приложение М
Насос Star-Z 15 TT (ГВС)

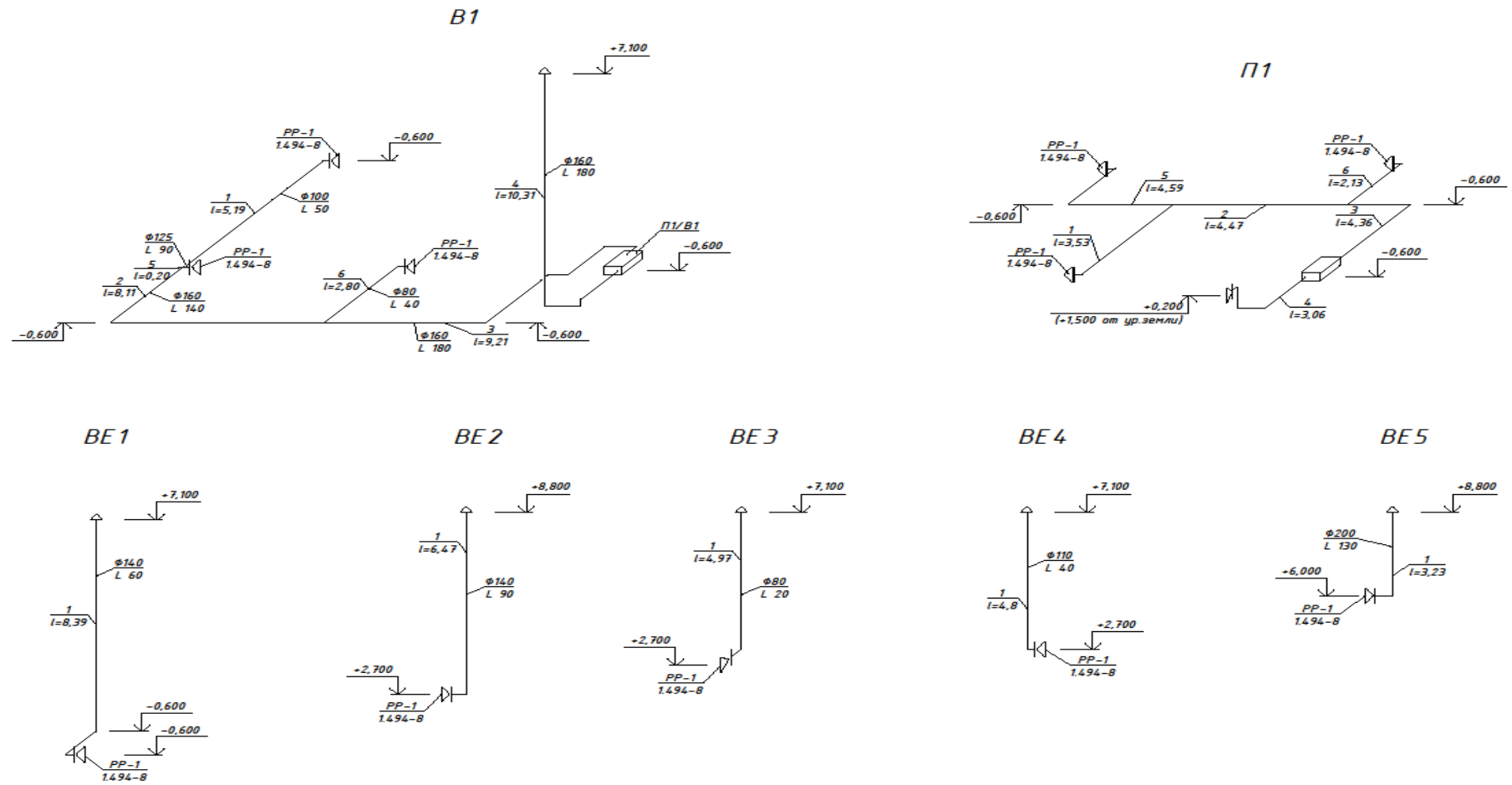


Приложение Н Схема системы отопления

Система отопления

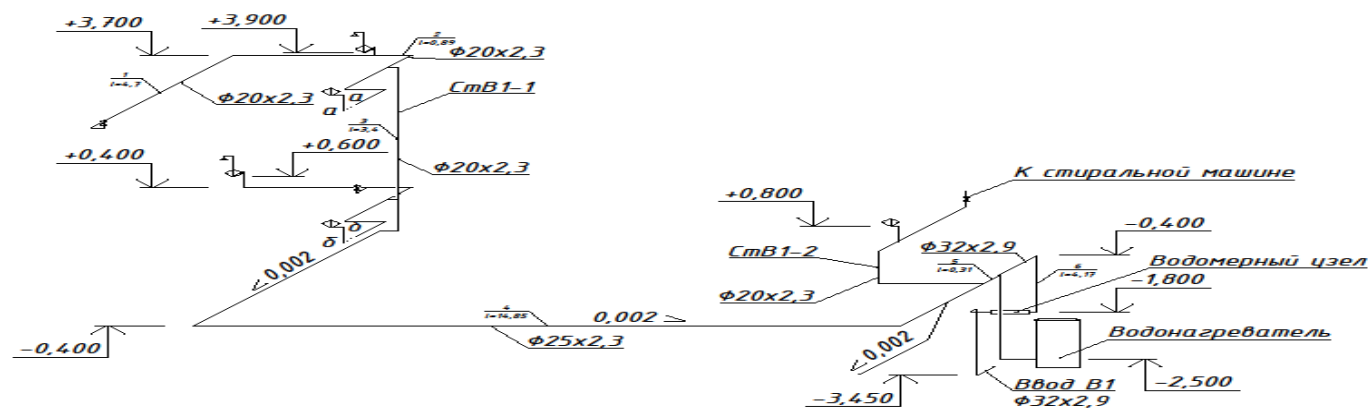


Приложение О. Схемы системы отопления

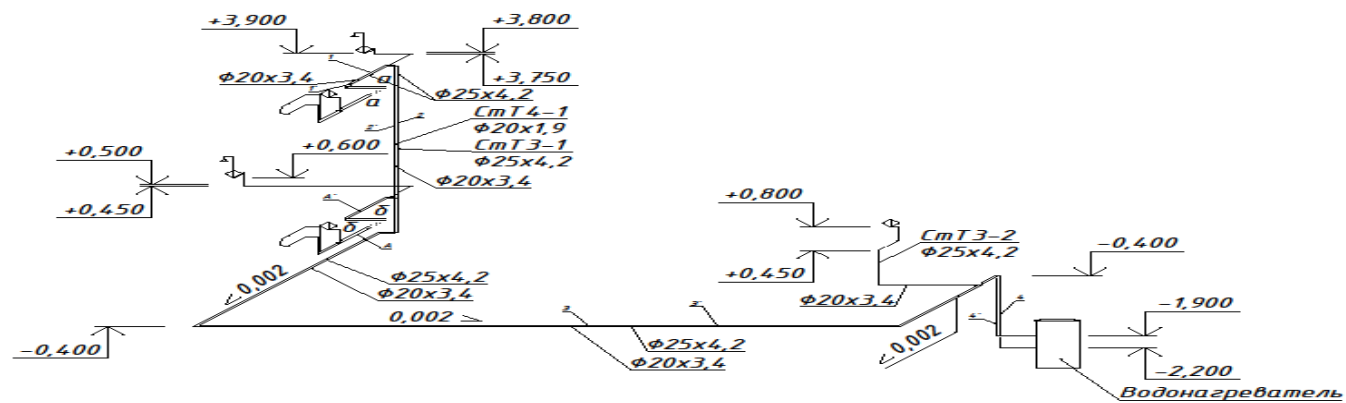


Приложение П Схемы систем водоснабжения

B1



Т3, Т4



Приложение Р Схема системы канализации

K 1

