

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)

на тему : г. о. Тольятти. Двухэтажный жилой дом. Инженерные сети.

Допустить к защите

« » 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

Завкафедрой _ТГВВиВ_____

М.Н. Кучеренко

(подпись)

(И.О. Фамилия)

«__» _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Студент Лисневич Надежда Александровна

1. Тема г.о. Тольятти. Двухэтажный жилой дом. Инженерные сети.

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы _____

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе планы этажей жилого дома

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов) 1. Исходные данные; 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 технического объекта.

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

6. Консультанты по разделам: Щипанов А.В., Усманова Е.А.

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

Руководитель выпускной квалификационной
работы

(подпись)

Е.А. Усманова

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

Н.А. Лисневич

(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 выпускной квалификационной работы

Студента: Лисневич Надежды Александровны

по теме: г. о. Тольятти. Двухэтажный жилой дом. Инженерные сети.

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Исходные данные	04.04.16	04.04.16	выполнено	
Теплотехнический расчет	11.04.16	11.04.16	выполнено	
Теплоснабжение	18.04.16	18.04.16	выполнено	
Вентиляция	02.05.16	02.05.16	выполнено	
Водоснабжение и водоотведение	12.05.16	12.05.16	выполнено	
Газоснабжение	18.05.16	18.05.16	выполнено	
Контроль и автоматизация	25.05.16	25.05.16	выполнено	
Организация монтажных работ	30.05.16	30.05.16	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)

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

В данной выпускной квалификационной работе представлены проектирование и расчёт систем отопления, вентиляции, холодного и горячего водоснабжения, водоотведения и газоснабжения для жилого двухэтажного дома, находящегося в г.о Тольятти Самарской области. Произведен теплотехнический расчет ограждающих конструкций. Проведен гидравлический расчет системы отопления и подобраны отопительные приборы. Проведен аэродинамический расчет систем вентиляции и подобрано вентиляционное оборудование –. Выполнены гидравлические расчеты систем холодного и горячего водоснабжения, канализации, внутреннего газоснабжения. Представлена функциональная схема индивидуальной котельной. Выполнен расчет объёмов и трудоёмкости работ по монтажу отопления. Представлен раздел «Безопасность и экологичность технического объекта».

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	
1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРУЕМОГО ОБЪЕКТА	7
1.1 Параметры наружного воздуха	7
1.2 Параметры внутреннего воздуха	7
1.3 Архитектурно-планировочное описание объекта	8
2 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ	9
2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций	9
2.2 Определение теплотерь здания	15
3 ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ	17
3.1 Конструирование системы отопления	17
3.2 Горячее водоснабжение	25
3.3 Подбор оборудования котельной	Ошибка! Закладка не определена.
4. ВЕНТИЛЯЦИЯ	35
4.1 Определение требуемых воздухообменов	35
4.2 Выбор принципиальных решений и конструирование	35
4.3 Аэродинамический расчет систем вентиляции	36
4.4 Расчет и подбор оборудования	38
5. ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ	Ошибка! Закладка не определена.
5.1 Холодное водоснабжение	42
5.2 Водоотведение	46
6. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ	50
6.1 Конструирование системы газоснабжения	50
6.2 Гидравлический расчет системы газоснабжения	50
7 КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ	54
8 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ	55
9 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	
ЛИТЕРАТУРА	
ПРИЛОЖЕНИЯ	68

ВВЕДЕНИЕ

Инженерные системы зданий имеют немаловажное значение при строительстве современных жилых зданий, основной целью которых является комфорт и удобство проживания в них людей. В настоящее время расширились задачи этих систем. Кроме задачи обеспечить комфортные условия микроклимата помещений, ставятся задачи по снижению энергозатрат при монтаже и эксплуатации.

Поддержание определённых параметров среды важно не только для долговечности строительных конструкций, но и для сохранения здоровья людей.

Уровень благоустройства в здании определяют системы отопления, вентиляции, водоснабжения, водоотведения и газоснабжения.

Основная цель проекта заключается в проектировании и расчёте инженерных систем жилого дома, соответствующих всем современным нормам и требованиям.

Задачи проекта:

- Выполнение теплотехнического расчёта
- Проектирование системы теплоснабжения
- Проектирование системы вентиляции
- Проектирование системы холодного водоснабжения и водоотведения
- Проектирование системы газоснабжения
- Организация монтажных работ
- Безопасность и экологичность объекта

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРУЕМОГО ОБЪЕКТА

1.1 Параметры наружного воздуха

Расчетные параметры наружного воздуха принимаются согласно СП Строительная климатология [1] для заданного города – г.о. Тольятти. Параметры наружного воздуха сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 - Выбор параметров 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.о топительного 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	-		

1.2 Параметры внутреннего воздуха

Параметры внутреннего микроклимата для холодного периода принимаются согласно ГОСТ Здания жилые и общественные [2] и сводятся в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 - Параметры внутреннего воздуха

Наименование помещения	Внутренняя температура воздуха, t _в , °С
Котельная	16
Тамбур	18
Прихожая	18
Холл	18
Жилая комната	20
Кладовая	18
Кабинет	20
Ванная комната/санузел совм.	25
Гостиная	20
Кухня-столовая	20
Спальная	20
Гардеробная	18

1.3 Архитектурно-планировочное описание объекта

Двухэтажный жилой дом располагается в г. о. Тольятти. Главный фасад здания ориентирован на запад. Высота здания 9,6 м, высота этажа 3,3 м. Площадь каждого этажа составляет 185,7 м². Строительный объем – 1782,72м³.

Размеры здания 12,40х14,00 м. по осям. Здание представляет собой двухэтажный жилой дом с подвалом, высота которого 3,0 м. В подвале здания предусмотрено помещение под одну жилую комнату, котельную и кладовые. На 1-ом этаже располагаются кухня-столовая, гостиная, жилая комната и кабинет. На 2-ом этаже находятся спальни, ванные комнаты и гардеробные.

Конструкция наружных стен жилого дома трехслойная, материал – кладка из керамического кирпича на цементно-песчаном растворе, утеплитель – минераловатные плиты «Rockwool» [30]. Чердачное перекрытие из сборных ж/б плит, утеплитель – «Rockwool» [30]; пол в подвале – керамогранитная плитка, армированная цементно-песчаная стяжка, рубероид, утеплитель – экструдированный пенополистирол, бетонное основание.

Заполнение оконных проемов – двухкамерные стеклопакеты в деревянных переплетах.

2 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ

2.1 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций выполняется согласно СП Проектирование тепловой защиты здания [3].

Условия эксплуатации ограждающих конструкций при нормальном влажностном режиме помещений и расположении здания в сухой климатической зоне – А [4, табл.2].

Теплотехнический расчет стен выше отметки -1.200

Таблица 2.1 – Состав наружной стены

№ п/п	Наименование материала	Толщина слоя δ , м	Плотность γ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·С°)
1	Цементно-песчаная штукатурка	0,02	1800	0,76
2	Кладка из сплошного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе	0,25	1800	0,7
3	Утеплитель – минераловатные плиты «Rockwool»		45	0,038
4	Кладка из керамического пустотного кирпича на цементно-песчаном растворе	0,12	1600	0,58

Требуемое сопротивление теплопередаче стен:

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

$$3,19 = 0,9 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,25}{0,7} + \frac{\delta_{ym}}{0,038} + \frac{0,12}{0,58} + \frac{1}{23} \right)$$

$$\delta_{ym} = \left(\frac{3,19}{0,9} - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,25}{0,7} + \frac{0,12}{0,58} + \frac{1}{23} \right) \right) \cdot 0,038 = 0,106 \text{ м}$$

Принимаем $\delta_{ym} = 150$ мм – по одному слою плит утеплителя толщиной 100 и 50 мм.

$$R_O^{\phi} = 0,9 \cdot \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,25}{0,7} + \frac{0,15}{0,038} + \frac{0,12}{0,58} + \frac{1}{23} \right) = 4,226 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$$

$$k = \frac{1}{4,226} = 0,237 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

2) Теплотехнический расчет стен ниже отметки –1.200.

Таблица 2.2 – Состав наружной стены ниже отметки -1200.

№ п/п	Наименование материала	Толщина слоя δ , м	Плотность γ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·°C)
1	Цементно-песчаная штукатурка	0,02	1600	0,76
2	Железобетонные фундаментные плиты	0,5	2500	1,92
3	Обмазочная гидроизоляция – битумная мастика	0,004	1400	0,27
4	Утеплитель – плиты из экструдированного пенополистирола		35	0,031
	Кладка из сплошного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе	0,12	1800	0,7

Сопротивление теплопередаче утепленных стен, расположенных ниже уровня земли, с коэффициентом теплопроводности $\lambda < 1,2$ Вт/(м·°C) утепляющего слоя толщиной δ , м, определяется по формуле [4, прил.Е]:

$$R^{mp} = R_c + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}, (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}, \quad (2.1)$$

где $R_c = 2,1 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}$ – для I зоны [4, прил.Е].

Требуемое сопротивление теплопередаче стен:

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

$$\sum \frac{\delta}{\lambda_h} = 3,19 - 2,1 = 1,09 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$$

$$1,09 = 0,9 \left(\frac{0,02}{0,76} + \frac{0,5}{1,92} + \frac{0,004}{0,27} + \frac{\delta_{ym}}{0,031} + \frac{0,12}{0,7} \right)$$

$$\delta_{ym} = \left(\frac{1,09}{0,9} - \left(\frac{0,02}{0,76} + \frac{0,5}{1,92} + \frac{0,004}{0,27} + \frac{0,12}{0,7} \right) \right) \cdot 0,031 = 0,023 м$$

Принимаем $\delta_{ym} = 23$ мм – один слой плит утеплителя толщиной 25 мм.

$$R_O^{\phi} = 2,1 + 0,9 \left(\frac{0,02}{0,76} + \frac{0,5}{1,92} + \frac{0,004}{0,27} + \frac{0,025}{0,031} + \frac{0,12}{0,7} \right) = 3,251 (м^2 \cdot ^\circ C) / Вт$$

$$k = \frac{1}{3,251} = 0,308 Вт / (м^2 \cdot ^\circ C)$$

3) Теплотехнический расчет чердачного перекрытия.

Таблица 2.3 - Состав чердачного перекрытия

№ п/п	Наименование материала	Толщина слоя δ , м	Плотность γ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·С°)
1	Сборная ж/б плита	0,22	2500	1,92
2	Гидроизоляция – два слоя рубероида	0,003	600	0,17
3	Утеплитель – минераловатные плиты «Rockwool»		37	0,039
4	Армированная цементно- песчаная стяжка	0,04	1800	0,76

Требуемое сопротивление теплопередаче чердачного перекрытия:

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

$$4,202 = 0,9 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,003}{0,17} + \frac{\delta_{ym}}{0,039} + \frac{0,04}{0,76} + \frac{1}{12} \right)$$

$$\delta_{ym} = \left(\frac{4,202}{0,9} - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,003}{0,17} + \frac{0,04}{0,76} + \frac{1}{12} \right) \right) \cdot 0,039 = 0,167 м$$

Принимаем $\delta_{ym} = 200$ мм – два слоя плит толщиной 100 мм.

$$R_O^{\phi} = 0,9 \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,003}{0,17} + \frac{0,2}{0,039} + \frac{0,04}{0,76} + \frac{1}{12} \right) = 4,961 (м^2 \cdot ^\circ C) / Вт$$

$$k = \frac{1}{4,961} = 0,202 Вт / (м^2 \cdot ^\circ C)$$

4) Теплотехнический расчет полов на грунте:

Таблица 2.4 – Состав полов на грунте

№ п/п	Наименование материала	Толщина слоя δ , м	Плотность γ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м·С°)
1	Керамическая плитка	0,008	2800	3,49
2	Армированная цементно песчаная стяжка	0,04	1800	0,76
3	Утеплитель – плиты из экструдированного пенополистирола	0,05	35	0,031
4	Гидроизоляция – два слоя рубероида.	0,003	600	0,17
	Бетонное основание	0,2	2400	1,74

Сопrotивление теплопередаче полов на грунте с коэффициентом теплопроводности $\lambda < 1,2$ Вт/(м·С°) утепляющего слоя толщиной δ , м, определяется по формуле [4, прил.Е]:

$$R^{mp} = R_c + r \cdot \sum \frac{\delta}{\lambda_h}, \text{ (м}^2 \cdot \text{С}^\circ \text{) / Вт,} \quad (2.2)$$

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

4,3 (м²·С° /Вт) – для II зоны;

8,6 (м²·С° /Вт) – для III зоны;

14,2 (м²·С° /Вт) – для IV зоны (для оставшейся площади пола).

Сопrotивление теплопередаче утепляющих слоев:

$$\sum \frac{\delta}{\lambda_h} = \frac{0,008}{3,49} + \frac{0,04}{0,76} + \frac{0,05}{0,031} + \frac{0,003}{0,17} + \frac{0,2}{1,74} = 1,801 \text{ (м}^2 \cdot \text{С}^\circ \text{) / Вт}$$

Сопrotивление коэффициент теплопередачи утепленного пола по зонам:

$$\text{I: } R_o^{mp} = 2,1 + 0,9 \cdot 1,801 = 3,721 \text{ (м}^2 \cdot \text{С}^\circ \text{) / Вт}; \quad k = \frac{1}{3,721} = 0,269 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{С}^\circ \text{)};$$

$$\text{II: } R_o^{mp} = 4,3 + 0,9 \cdot 1,801 = 5,921 \text{ (м}^2 \cdot \text{С}^\circ \text{) / Вт}; \quad k = \frac{1}{5,921} = 0,169 \text{ Вт / (м}^2 \cdot \text{С}^\circ \text{)}$$

$$\text{III: } R_O^{mp} = 8,6 + 0,9 \cdot 1,801 = 10,221 (\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C}) / \text{Вт}; \quad k = \frac{1}{10,221} = 0,098 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C});$$

$$\text{IV: } R_O^{mp} = 14,2 + 0,9 \cdot 1,801 = 15,821 (\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C}) / \text{Вт}. \quad k = \frac{1}{15,821} = 0,063 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C}).$$

5) Теплотехнический расчет окон:

Требуемое сопротивление теплопередаче окон:

$$R_O^{mp} = 0,534 (\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C}) / \text{Вт};$$

Принимаем двухкамерный стеклопакет из обычного стекла (с межстекольным расстоянием 12 мм) в деревянных переплетах.

$$R_O^\phi = 0,54 (\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C}) / \text{Вт};$$

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

6) Теплотехнический расчет наружных дверей:

Приведенное сопротивление теплопередаче наружных дверей определяется согласно [4, п. 5.2] по формуле:

$$R_O = 0,6 \cdot R_O^{норм}, (\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{Вт}). \quad (2.3)$$

где $R_O^{норм}$ – сопротивление теплопередаче наружных стен, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C}) / \text{Вт}$, определяемое по формуле:

$$R_O^{норм} = \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\alpha_{\text{с}} \cdot \Delta t_{\text{н}}}, (\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C} / \text{Вт}). \quad (2.4)$$

Где $\Delta t_{\text{н}}$ – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха $t_{\text{в}}$ и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, $^\circ \text{C}$, принимаемый по таблице 5 [4].

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

$$R_O = 0,6 \cdot 1,437 = 0,862 (\text{м}^2 \cdot ^\circ \text{C}) / \text{Вт}.$$

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

7) Теплотехнический расчет внутренних стен:

Потери теплоты через внутренние ограждающие конструкции помещений допускается не учитывать, если разность температур воздуха в этих помещениях равна 3°C и менее [5, п. 6.2.2].

Наибольший перепад температур на внутренней стене составляет 7°C(между пом.108, и пом.201, 207 на втором этаже).

Таблица 2.5 –Состав внутренней стены

№ п/п	Наименование материала	Толщина слоя δ , м	Плотность γ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(м.С°)
1	Известково-песчаная штукатурка	0,015	1600	0,7
2	Кладка из керамического пустотного кирпича на цементно-песчаном растворе	0,12	1400	0,58
3	Известково-песчаная штукатурка	0,015	1600	0,7

Фактическое сопротивление теплопередаче:

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

$$k = \frac{1}{0,479} = 2,088 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

Результаты теплотехнического расчета сведены в таблицу Приложение А.

Таблица 2.6 - 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 вышеотм. -1,200	0,15	0,54	4,226	0,237
Наружная стена ниже отм. -1,200 (Изона)	0,025	0,669	3,251	0,308
Полы в подвале				
Изона	0,05	0,301	3,721	0,269
Пизона	0,05	0,301	5,921	0,169

III зона	0,05	0,301	10,221	0,098
IV зона	0,05	0,301	15,821	0,063
Чердачное перекрытие	0,2	0,463	4,961	0,202
Стена внутренняя	-	0,15	0,479	2,088
Окна	двухкамерный стеклопакет из обычного стекла в деревянных переплетах		0,534	1,852
Дверь наружная	дверь наружная		0,862	1,16

2.2 Определение теплотерь здания

Тепловая мощность системы отопления каждого помещения определяется по потерям теплоты через наружные ограждения и теплотратам на нагревание инфильтрующегося воздуха за вычетом бытовых тепловыделений [17]. Рассчитывается по формуле:

$$Q_{от} = Q_{н.о} + Q_{инф} - Q_{быт}, \quad (2.5)$$

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

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

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

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

Потери тепла через наружные ограждения вычисляются по формуле:

$$Q = \Sigma(F \cdot k \cdot (t_{в} - t_{н})), \quad (2.6)$$

где Q – теплотери через наружные ограждения, Вт;

F – расчетная площадь наружного ограждения, м²;

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

$t_{в}$ – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °C;

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

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

$$Q = Q_{н.о} \cdot (1 + \Sigma \beta), \quad (2.7)$$

Потери тепла на подогрев инфильтрующегося воздуха вычисляются по формуле:

$$Q_{inf} = 0,28 \cdot G \cdot c \cdot (t_{г} - t_{н}) \cdot k, \quad (2.8)$$

$$\text{где} \quad G = L \cdot \rho \quad (2.9)$$

L —расход удаляемого воздуха, м³/ч, не компенсируемый подогретым приточным воздухом, при общей площади более 20 м³/чел. рассчитывается по формуле [4, прил. Г]:

$$L = 0,35 \cdot h_{эт} \cdot A_{жс} \quad (2.9)$$

$h_{эт}$ — высота этажа от пола до потолка, м;

$A_{жс}$ — площадь, м²;

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

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

k — коэффициент, учитывающий влияние встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях [3].

Расчет бытовых теплопоступлений производится по формуле:

$$Q_{быт} = q_{быт} \cdot A_{жс}, \quad (2.10)$$

$A_{жс}$ — площадь жилых помещений, м².

$q_{быт}$ — удельные бытовые тепловыделения для жилых зданий с расчетной заселенностью 45 м² общей площади и более на одного человека, 10 Вт/м² [5, прил. Г]. Результаты расчёта теплотерь здания сведены в таблицу 2.6.

3 ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

3.1 Конструирование системы отопления

Проектируемым источником системы теплоснабжения является газовый котел, расположенный на цокольном этаже на отметке -3.000. Теплоноситель – вода. Расчетный температурный график системы отопления – 80-60 °С.

В здании запроектирована двухтрубная вертикальная система отопления с нижней разводкой магистралей и тупиковым движением теплоносителя. Также предусмотрена система теплых полов в ряде помещений: на первом этаже в помещениях санузла, прихожей и кухни-столовой, на втором этаже в помещениях ванных комнат.

В системе отопления применяются полипропиленовые трубы Tebo, армированные алюминием [18], в системе теплых полов– металлополимерные Upronog [19]. Трубопроводы прокладываются в бетонной стяжке пола и в стенах. Подающая и обратная магистрали располагаются параллельно друг к другу. В качестве нагревательных приборов применяются настенные биметаллические радиаторы RifarBase с боковым подключением. Все трубопроводы изолируются трубной теплоизоляцией из вспененного каучука K-Flex ST.

Привязки и положение радиаторов, трубопроводов системы отопления и системы теплых полов уточняются при монтаже.

Для гидравлической увязки системы отопления применяются автоматические балансировочные клапаны Danfoss типа ASV-PV с клапанами-партнерами ASV-M, для регулирования температуры в помещениях на подающих подводках к отопительным приборам предусмотрены регулирующие радиаторные клапаны Danfoss типа RA-N с термостатическими элементами и возможностью предварительной настройки, на обратных подводках предусмотрены отключающие полнопроходные шаровые краны Danfoss BVR [21,22]. Удаление воздуха из системы производится при помощи кранов Маевского, расположенных в верхних частях радиаторов. Слив стояков

системы может осуществляться через балансировочные клапаны, для слива магистралей в нижней точке в котельной предусмотрены сливные шаровые краны.

Гидравлический расчёт

Целью гидравлического расчёта системы отопления является определение необходимых диаметров трубопроводов, подбор регулирующей и балансировочной арматуры [23].

Гидравлический расчет выполнен по методу линейных потерь давления отдельно для магистралей и стояков с учетом рекомендаций производителя регулирующей арматуры [21].

В системе применяются автоматические балансировочные клапаны Danfoss ASV-PV, которые поддерживают заданный перепад давления на стояках, таким образом система гидравлически разделяется на магистрали и стояки.

Аксометрическая схема с расчетными участками в приложении Е.

Общие потери давления на расчетном участке определяются по формуле:

$$\Delta P_{уч} = R \cdot l + Z, \text{ Па} \quad (3.1)$$

Результаты гидравлического расчета системы отопления сведены в таблицы Приложения Б.

Пропускная способность радиаторных регулирующих клапанов RA-N, установленных на каждом отопительном приборе и значение их предварительной настройки определяется согласно технической документации производителя [22].

Необходимая пропускная способность клапана RA-No определяется по формуле:

$$K_v = \frac{G_{уч}}{\sqrt{10 \cdot \Delta P_{уч}}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.2)$$

Характеристики радиаторных клапанов RA-N сведены в таблицу 3.5.

Перепад давления на автоматических балансировочных клапанах ASV-PV, согласно рекомендациям производителя, должен быть не меньше перепада

давления на радиаторных регулирующих клапанах, принимается 12 кПа для всех клапанов, диаметр клапанов – Ду15 [21].

Тепловой расчёт отопительных приборов

Целью расчёта является подбор типоразмера отопительного прибора, исходя из требуемой теплоотдачи для каждого помещения [23].

При расчете не учитывается теплоотдача подводов и стояков, так как все трубопроводы в помещениях теплоизолированы и прокладываются скрыто в стенах.

Мощность отопительных приборов с учетом различия номинальных и фактических условий эксплуатации рассчитывается по формуле:

$$Q = Q_{н.у} \cdot \left(\frac{\Delta t}{70} \right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{np}}{360} \right)^p \cdot b \cdot \Psi \cdot c \quad (3.3)$$

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

Δt – фактический температурный напор, °С;

G_{np} – фактический массовый расход теплоносителя через отопительный прибор, кг/ч;

n, p, b, Ψ, c – числовые коэффициенты, принимаемые в зависимости от условий эксплуатации отопительного прибора [20, п.9.3; 28], $n = 0,3, p = 0,02, b = 0,991, \Psi = 1, c = 1$.

Результаты подбора отопительных приборов сведены в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 - Тепловой расчет отопительных приборов.

№ пом.	Расчетная мощность отопительного прибора Q_p , Вт	Расход воды в приборе G , кг/ч	Температура, °C		Температурный напор Δt , °C	Номинальная мощность одной секции (при $\Delta t=70^\circ\text{C}$, $G=360$ кг/ч) $Q_{н.у.}$, Вт	Фактическая мощность одной секции Q , Вт	Количество секций		Тип отопительного прибора
			средняя температура теплоносителя $t_{ср}$	помещения, t_v				расчетное N_p	принятое $N_{уст}$	
001	322	15	70	18	52	136	85,94	3,75	4	RifarBase 350
002	405	19	70	18	52	136	81,49	4,97	5	RifarBase 350
003	757	34	70	18	52	136	83,41	9,08	10	RifarBase 350
004	529	24	70	22	48	136	74,13	7,14	8	RifarBase 350
005	628	29	70	20	50	136	78,76	7,97	8	RifarBase 350
006	584	27	70	20	50	136	78,54	7,44	8	RifarBase 350
101	415	19	70	18	52	136	81,49	5,09	6	RifarBase 350
102	700	32	70	22	48	136	74,99	9,33	10	RifarBase 350
103	355	16	70	25	45	136	67,07	5,29	6	RifarBase 350
104	878	40	70	22	48	136	75,66	11,60	12	RifarBase 350
105	1498	68	70	22	48	204	115,92	12,92	13	RifarBase 500
106	539	25	70	22	48	136	74,25	7,26	8	RifarBase 350
107	413	19	70	20	50	136	77,44	5,33	6	RifarBase 350
107	757	34	70	20	50	136	79,27	9,55	10	RifarBase 350
201	369	17	70	20	50	136	77,10	4,79	5	RifarBase 350
202	453	21	70	20	50	136	77,75	5,83	6	RifarBase 350
203	780	35	70	25	45	204	103,80	7,51	8	RifarBase 500
204	1101	50	70	22	48	136	76,34	14,42	14	RifarBase 350
206	707	32	70	20	50	136	79,07	8,94	9	RifarBase 350
207	492	23	70	20	50	136	78,04	6,30	7	RifarBase 350
208	1276	58	70	27	43	204	99,84	12,78	13	RifarBase 500

Расчёт системы «теплого пола»

Проектирование водяного «теплого пола» осуществляется в соответствии с СП Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха [5,6] и рекомендациями производителя труб Uponor [19]. Температурный график теплоносителя в системе теплый пол принимается равной 40-35°C. Заданная температура теплоносителя в контуре теплого пола поддерживается с помощью трехходового клапана по сигналу от температурного датчика. Трубопроводы теплого пола запроектированы из металлополимерных труб Uponor Unipipe.

Система теплого пола запроектирована как дополнительная, система радиаторного отопления самостоятельно может обеспечивать необходимую температуру воздуха в помещении. Таким образом, расчет мощности теплого пола выполняется по максимальной допустимой температуре поверхности пола.

Конструкция теплого пола принимается согласно рекомендациям производителя труб [19]: система Uponor Classic с толщиной стяжки над трубой 45 мм и диаметром труб 16x2 мм, покрытие пола – керамическая плитка с термическим сопротивлением $R = 0,011(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{Вт}$.

Согласно СП [5, п.6.4.8] максимальная температура поверхности пола для помещений с постоянным пребыванием людей – +26°C, для полов помещений с временным пребыванием людей – +31°C.

Средняя разность температур определяется по формуле:

$$\Delta t_{cp} = \frac{(t_z + t_o)}{2} - t_g, ^\circ\text{C} \quad (3.4)$$

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

t_g – расчетная температура воздуха в помещении, °C.

По средней разности температур и максимальной температуре поверхности пола с помощью номограмм [19] принимается шаг укладки труб и определяется теплоотдача теплого пола.

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

$$G = \frac{3.6 \cdot Q}{c \cdot \Delta t}, \text{ кг/ч} \quad (3.5)$$

где Q – тепловая мощность контура, Вт;

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

Длина трубопровода L , м, контура вычисляется по формуле:

$$L = \frac{F}{b}, \text{ м} \quad (3.6)$$

где F – площадь, занимаемая контуром, м²;

b – шаг укладки труб, м.

Потери давления в контуре определяются формулой:

$$\Delta P = 1.3 \cdot R \cdot l, \text{ Па} \quad (3.7)$$

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

R – удельные потери давления по длине, Па;

l – длина трубопровода, м.

Результаты расчета системы теплых полов сведены в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Расчет системы теплых полов.

№ пом.	Расчетная температура в помещении, °С	№ контура	Температура поверхности пола, °С	Средняя разность температур, °С	Материал покрытия	Площадь контура F, м2	Удельная теплоотдача q, Вт	Мощность контура Q, Вт	Расход G, кг/ч	Диаметр труб, мм	Шаг укладки и труб b, м	Потери давления на один метр R, Па	Потери давления 1,3·Rl, Па
106	22	1	26	15,5	Керамическая плитка	9,6	68	652,8	112,26	16 x 2	0,2	120	7488
	22	2	26	15,5		9,7	68	659,6	113,43		0,2	120	7566
	22	3	26	15,5		12,31	68	837,08	143,94		0,2	120	9601,8
101	18	4	31	19,5		11,8	85	1003	172,48		0,2	250	19175
103	25	5	31	12,5		3,07	85	260,95	44,873		0,15	24	638,56
208	27	6	31	10,5		7,07	85	600,95	103,34		0,15	100	6127,333
	27	7	31	10,5		7,64	85	649,4	111,67		0,15	115	7614,533
203	25	8	31	12,5		9,36	85	795,6	136,81		0,15	170	13790,4

Подбор насосов систем отопления

Исходные данные для подбора насосов.

1. Насос системы радиаторного отопления:

Расчетный напор определяется по формуле:

$$0,9 \cdot \Delta P_n = \Delta P_{c.o} = \Delta P_{mag} + \Delta P_{\delta k} + \Delta P_{ст} + \Delta P_{рк} \quad (3.8)$$

где ΔP_n – напор, создаваемый насосом системы отопления;

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

ΔP_{mag} – потери давления в магистральных;

$\Delta P_{\delta k}$ – потери давления в балансировочных клапанах;

$\Delta P_{ст}$ – потери давления в стояках;

$\Delta P_{рк}$ – потери давления в радиаторных клапанах.

$$\Delta P_{c.o} = 6150 + 12000 + 700 + 12000 = 30850 \text{ Па}$$

$$\Delta P_n = \frac{30850}{0,9} = 34278 \text{ Па} = 3,5 \text{ м}$$

Расчетный расход насоса равен расходу теплоносителя в системе отопления:

$$G_n = G_{c.o} \quad (3.9)$$

$$G_n = 1029,8 \text{ кг} / \text{ч} = 1,055 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

К установке принимается насос Alpha2 25-60 180. Характеристика насоса приведена в приложении Ж.

2. Насос системы теплых полов:

Расчетный напор определяется по формуле:

$$0,9 \cdot \Delta P_n = \Delta P_{c.mn} \quad (3.10)$$

где ΔP_n – напор, создаваемый насосом системы теплых полов;

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

$$\Delta P_{c.o} = 19175 \text{ Па}$$

$$\Delta P_n = \frac{19175}{0,9} = 21306 \text{ Па} = 2,18 \text{ м}$$

Расчетный расход насоса равен расходу теплоносителя в системе теплых полов:

$$G_n = G_{c.mn} \quad (3.11)$$

$$G_n = 908,3 \text{ кг/ч} = 0,915 \text{ м}^3/\text{ч}$$

К установке принимается насос Alpha2 25-40 180. Характеристика насоса приведена в приложении И.

3.2 Горячее водоснабжение

В здании запроектирована система горячего водоснабжения. Нагрев воды производится в накопительном водяном нагревателе. Схема сетей горячего водоснабжения циркуляционная. В санузлах предусматривается установка полотенцесушителей.

Магистральные трубопроводы системы ГВС прокладываются скрыто в коробах под потолком подвала с уклоном $i=0,002$. В нижних точках предусмотрены спускные устройства для опорожнения системы. На стояках системы ГВС предусматривается установка отключающей арматуры – шаровых кранов. Подводки к водоразборным устройствам на этажах прокладываются скрыто в стенах.

Для системы горячего водоснабжения используются полипропиленовые трубы Tebo PN20 [18]. Для уменьшения теплопотерь магистрали и стояки системы изолируются трубной теплоизоляцией K-Flex ST.

Определение расчетных расходов горячей воды и теплоты на нужды горячего водоснабжения

Расчетное количество проживающих в здании: $U = 4$ человека.

Общее количество водоразборных приборов в здании $N = 8$ шт.

Максимальный секундный расход горячей воды в здании определяется согласно СП Внутренний водопровод и канализация зданий [8] по формуле:

$$q^h = 5 \cdot q_0^h \cdot \alpha, \text{ л/с}, \quad (3.12)$$

где q_0^h – секундный расход воды прибором; при различных приборах, обслуживающих одинаковых потребителей определяется по [8, прил. 3];
 $q_0^h = 0,3 \text{ л/с}$;

α – коэффициент, определяемый согласно [8, прил. 4], в зависимости от общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P^h , вычисляемой по формуле:

$$P^h = \frac{q_{hr,u}^h \cdot U}{3600 \cdot q_0^h \cdot N}, \quad (3.13)$$

где $q_{hr,u}^h$ – норма расхода воды одним потребителем в час наибольшего водопотребления, л/ч, принимается по [8, прил. 3];

$$P^h = \frac{10,5 \cdot 4}{3600 \cdot 0,3 \cdot 8} = 0,00486,$$

$$\alpha = 0,2538,$$

$$q^h = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,2538 = 0,38 \text{ л/с};$$

Максимальный часовой расход горячей воды в здании определяется согласно [8] по формуле:

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot q_{0,hr}^h \cdot \alpha_{hr}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (3.14)$$

где $q_{0,hr}^h$ – часовой расход воды прибором в час наибольшего водопотребления, $q_{0,hr}^h = 300 \text{ л/ч}$ [8, прил. 3];

α – коэффициент, определяемый согласно [8, прил. 4], в зависимости от общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P_{hr}^h , вычисляемой по формуле:

$$P_{hr}^h = \frac{3600 \cdot P^h \cdot q_0^h}{q_{0,hr}^h}; \quad (3.15)$$

$$P_{hr}^h = \frac{3600 \cdot 0,00486 \cdot 0,3}{300} = 0,0175;$$

$$\alpha_{hr}^h = 0,389$$

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot 300 \cdot 0,389 = 0,584 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Среднечасовой расход теплоты Q_T^h , кВт, на нужды горячего водоснабжения рассчитывается согласно [8] по формуле:

$$Q_T^h = 1,16 \cdot q_T^h \cdot (62 - t^c) + Q^{ht}, \quad (3.16)$$

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

t^c – температура холодной воды, °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 согласно [8] по формуле:

$$q_T^h = \frac{q_u}{24}, \quad (3.17)$$

$$q_T^h = \frac{0,9}{24} = 0,038 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Q_T^h = (1,16 \cdot 0,038 \cdot (62 - 5)) \cdot 1,1 = 2,77 \text{ кВт}.$$

Максимальный часовой расход теплоты, кВт, на нужды горячего водоснабжения рассчитывается согласно [8] по формуле:

$$Q_{hr}^h = 1,16 q_{hr}^h (62 - t^c) + Q^{ht} \quad (3.18)$$

$$Q_{hr}^h = (1,16 \cdot 0,584 \cdot (62 - 5)) \cdot 1,1 = 42,5 \text{ кВт}.$$

Гидравлический расчет подающих трубопроводов системы горячего водоснабжения

Гидравлический расчёт системы внутреннего горячего водоснабжения проводится с целью определения необходимых диаметров трубопроводов сети и потерь напора в системе [24].

Расчетная аксонометрическая схема горячего водоснабжения в приложении К.

Потери напора на участках вычисляются по формуле:

$$H = i \cdot l \cdot (1 + k_l), \text{ м}, \quad (3.19)$$

где i – удельные потери давления по длине трубопровода, принимаются согласно технической документации производителя полипропиленовых труб, Па/м [18];

l – длина участка, м;

k_l – коэффициент, учитывающий потери в местных сопротивлениях, для жилых зданий принимается $k_l = 0,3$ [8, п.8.3].

Расчетный расход воды на участках определяется по формуле 3.19.

Общие потери напора в системе горячего водоснабжения составляют:

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

Результаты расчета сведены в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 - Гидравлический расчет системы горячего водоснабжения.

№ уч.	l, м	N, шт.	P	P•N _i	α	Q _{расч} , л/с	d _{вн} , мм	d _{нар} , мм	V, м/с	Потери напора i, м	
										На 1 м	На участке
1	6,51	1	0,00486	0,005	0,200	0,20	16,6	25	0,92	0,0732	0,48
2	7,5	2	0,00486	0,010	0,200	0,20	16,6	25	0,92	0,0732	0,55
3	11,72	3	0,00486	0,015	0,202	0,20	16,6	25	0,92	0,0732	0,86
4	4,35	7	0,00486	0,034	0,245	0,25	16,6	25	1,16	0,1119	0,49
5	2,73	8	0,00486	0,039	0,254	0,25	16,6	25	1,16	0,1119	0,31
										Σ=	2,68

Расчет потерь теплоты подающими трубопроводами

Потери теплоты подающими трубопроводами системы горячего водоснабжения определяются для каждого участка с учетом теплоизоляции и расположения трубопроводов [24]. Расчет производится исходя из средней температуры воды в системе:

$$t_{\text{с}}^{\text{ср.}} = (t_{\text{н}} + t_{\text{к}}) / 2, \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (3.20)$$

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

$t_{\text{к}}$ – температура горячей воды у наиболее удаленного водоразборного прибора, $^{\circ}\text{C}$.

$$t_{\text{с}}^{\text{ср.}} = (63 + 60) / 2 = 61,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Потери теплоты на расчетном участке определяются по формуле:

$$\Delta Q = \pi d_{\text{н}} l K (t_{\text{г}}^{\text{ср.}} - t_{\text{окр.}}) (1 - \eta), \text{ Вт} \quad (3.21)$$

где $d_{\text{н}}$ – 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 $K = 0,75 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$;

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

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

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

Таблица 3.4 - Расчет потерь теплоты в системе горячего водоснабжения.

№ уч.	l, м	d нар, мм	токр, °С	tср.г. - t окр, °С	1 - η	Потери теплоты Q, Вт		ΣΔQ	Примечание
						На 1 м	На участке		
Стояк СтТЗ-1									
1	6,51	25	23	38,5	0,4	0,91	5,90	105,90	полотенцесушитель на участке
2	7,5	25	23	38,5	0,4	0,91	6,80	112,70	
3	11,72	25	23	38,5	0,4	0,91	10,63	123,33	
6	7,58	25	23	38,5	0,4	0,91	6,87	130,20	
Стояк СтТЗ-2									
13	2,89	25	23	38,5	0,4	0,91	2,62	102,62	полотенцесушитель на участке
12	2,77	25	23	38,5	0,4	0,91	2,51	105,13	
11	3,45	25	23	38,5	0,4	0,91	3,13	108,26	
10	0,88	25	23	38,5	0,4	0,91	0,80	109,06	
9	2,93	25	23	38,5	0,4	0,91	2,66	211,71	полотенцесушитель на участке
8	2,73	25	23	38,5	0,4	0,91	2,48	214,19	
Магистраль уч.4-5									
4	4,35	25	23	38,5	0,4	0,91	3,94	344,39	
7	6,68	25	23	38,5	0,4	0,91	6,06	350,45	
5	2,73	25	23	38,5	0,4	0,91	2,48	352,92	

Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов

Требуемый циркуляционный расход воды в системе горячего водоснабжения q^{cir} определяется по формуле:

$$q^{cir} = \frac{0,86 \Sigma Q^{ht}}{\Delta t}, \text{ кг/ч ;} \quad (3.22)$$

где ΣQ^{ht} – суммарные теплотери подающих трубопроводов системы, Вт;

Δt – разность температур горячей воды на выходе из водонагревателя и у самого удаленного водоразборного прибора, $\Delta t = 3^\circ\text{C}$.

$$q^{cir} = \frac{0,86 \cdot 352,92}{3} = 101,17 \text{ кг/ч.}$$

Распределение суммарного циркуляционного расхода воды q^{cir} , осуществляется пропорционально потерям теплоты на участках.

Результаты гидравлического расчета циркуляционных трубопроводов сведены в таблицу 3.5

Таблица 3.5 - Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов системы водоснабжения.

№ уч.	l, м	q _{сир} , кг/ч	q _{сир} , л/с	d нар, мм	V, м/с	Потери напора i, м	
						На 1 м	На участке
1'	24,51	37,32	0,0106	20	0,07	0,0014	0,0343
2'	1	29,42	0,0083	20	0,07	0,0014	0,0014
3'	2,59	0,72	0,0002	20	0,07	0,0014	0,0036
4'	3,47	31,03	0,0088	20	0,07	0,0014	0,0049
5'	3,36	29,66	0,0084	20	0,07	0,0014	0,0047
6'	5,82	61,40	0,0174	20	0,13	0,0023	0,0134
7'	7,53	101,17	0,0286	20	0,21	0,0073	0,0550

3.3 Подбор оборудования котельной

Подбор котла

Выбор котельного агрегата зависит от тепловых нагрузок системы отопления и горячего водоснабжения. При этом мощность подбирается по большей нагрузке.

Тепловая нагрузка системы отопления – $Q_{c.o} = 23,96 \text{ кВт}$.

Тепловая нагрузка системы ГВС – $Q_{hr}^h = 42,5 \text{ кВт}$

К установке принимается настенный газовый котел Vaillant eco TEC VU OE 466/4-5 [31].

Краткие технические характеристики котла:

- номинальная мощность – 44,1 кВт;
- габариты – 800х480х450 мм;
- присоединительный диаметр дымохода – 125 мм;
- вес – 46 кг.

Подбор накопительного водонагревателя

Емкость накопительного водонагревателя рассчитывается в зависимости от длительности периода максимального водоразбора по формуле:

$$W = \frac{T \cdot Q_{hr}^h}{1,16 \cdot (62 - t^c)}, \text{ м}^3, \quad (3.23)$$

где T – длительность периода с максимальным водопотреблением, ч,

принимается $T = 0,5 \text{ ч}$. $W = \frac{0,5 \cdot 42,5}{1,16 \cdot (62 - 5)} = 0,321 \text{ л.}$ К установке принимается

водонагреватель Vaillant uni STOR VIH R 400, емкостью 400 литров [32].

4 ВЕНТИЛЯЦИЯ

4.1 Определение требуемых воздухообменов

Воздухообмен в здании рассчитывается с учетом требований СП Проектирование и строительство инженерных систем многоквартирных жилых домов [9]. Расчетные величины воздухообменов в помещениях дома принимаются по таблице [9, табл.8.1].

Таблица 4.1. Воздухообмен в здании

№ пом.	Наименование	Площадь, м ²	Высота, м	Объем, м ³	Приток		Вытяжка	
					Расход, м ³ /ч	Система	Расход, м ³ /ч	Система
001	Котельная	13,7	2,7	37	60	-	120	BE1
002	Тамбур	2,5	2,7	6,8	-	-	-	-
004	Комната	19,4	2,7	52,4	60	-	-	-
102	Кабинет	11,8	3	35,4	20	-	-	-
103	Санузел	4,2	3	12,6	40	-	140	BE2
104	Комната	19,4	3	58,2	40	-	-	-
105	Гостиная	45,3	3	135,9	40	-	-	-
106	Кухня-столовая	36	3	108	360	-	320	B1
					20	-	20	BE3
201	Спальня	28,2	3	84,6	50	-	-	-
203	Ванная комната	11	3	33	40	-	110	BE4
204	Спальня	19,4	3	58,2	40	-	-	-
207	Спальня	26,6	3	79,8	50	-	-	-
208	Ванная комната	16,6	3	49,8	40	-	110	BE5

4.2 Выбор принципиальных решений и конструирование

Для обеспечения необходимых условий микроклимата в здании предусмотрена комбинированная система вентиляции, включающая в себя системы с механическим и естественным побуждением.

Вытяжные системы:

B1 – вытяжной зонт от газовой плиты в помещении кухни-столовой (106);

BE1 –естественная вытяжка из помещения котельной (001);

BE2 – естественная вытяжка из помещений санузла первого этажа (103)

BE3 – естественная вытяжка из помещений кухни-столовой (106)

BE4 – естественная вытяжка из помещения ванной второго этажа (203).

BE5 – естественная вытяжка из помещения ванной второго этажа.(208).

Приток предусмотрен неорганизованный, через неплотности ограждающих конструкций, за исключением помещений котельной и кухни-столовой, где дополнительно предусматривается установка встроенных оконных клапанов Air-Box Comfort S[34]. Дополнительно приток воздуха в котельной через решетку в двери.

Вытяжной зонт выбран с учетом того, чтобы его размеры были больше размеров плиты на 50мм с каждой стороны.

Отвод дымовых газов от котла осуществляется по трубе, которая приобретается в комплекте с котлом. Труба расположена в отдельной шахте, выполненной в строительных конструкциях.

4.3 Аэродинамический расчет систем вентиляции

Аэродинамический расчет выполнен согласно методике [25].

Потери давления на участке:

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

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

Z – потери давления в местных сопротивлениях, Па.

Потери давления на трение по длине участка определяются по формуле:

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

где R – потери давления по длине, Па/м [25, табл. 22.15];

l – длина участка, м;

Потери давления в местных сопротивлениях рассчитываются по формуле:

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

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.

Невязка суммарных потерь давления в магистрали и ответвлении должна удовлетворять соотношению:

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

В системах с естественным побуждением требуется увязка потерь давления с расчетным гравитационным давлением:

$$P_{гр} \geq \Delta P_{сис} \quad (4.6)$$

Гравитационное давление рассчитывается по формуле:

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

где $k_з$ – коэффициент запаса на неучтенные потери для расчета невязки,

$k_з = 0,9$;

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 систем вентиляции сведены в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 - Аэродинамический расчет систем вентиляции.

№ участка	Расход воздуха, м³/ч	Длина воздуховода l, м	Размеры воздуховодов				Скорость V, м/с	Коэф. шероховатости, K _{шер}	Поправка β _ш	Потери давления на трение		Динамическое давление, P _д , Па	Сумма коэффициентов местных сопротивлений Σζ	Потери давления на местные сопротивления, Z, Па	Общие потери давления на участке, ΔP=β _ш RI+Z, Па
			круглых, d, мм	прямоугольных						на 1 м R, Па/м	на всем участке β _ш RI, Па				
				AxB, мм	F, м²	d _v , мм									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Система В1															
1	320	11,8	200	-	0,031	-	2,83	0,1	1	0,544	6,419	4,808	0,63	3,029	9,448
														Всего:	9,45
Система ВЕ1															
Prp = (1,269-1,212)*9,6*9,81 = 5,36 Па															
1(решетка)	120	-	-	300x150	0,041	-	0,81	-	-	-	-	-	-	1,000	1,000
1	120	9,8	160	-	0,020	-	1,66	0,1	1	0,286	2,803	1,651	1,21	1,997	4,800
														Всего:	5,80
Невязка (5,36-5,8)/5,36 = 8%															
Система ВЕ2															
Prp = (1,269-1,184)*4,5*9,81 = 3,75 Па															
1(решетка)	140	-	-	300x150	0,041	-	0,95	-	-	-	-	-	-	2,000	2,000
1	140	4,9	200	-	0,031	-	1,24	0,1	1	0,129	0,632	0,920	1,21	1,114	1,746
														Всего:	3,75
Невязка (3,75-3,75)/3,75 = 0%															

Система ВЕ3															
Prp = (1,269-1,196)*6,4*9,81 = 4,58 Па															
1(решетка)	20	-	-	150x150	0,020	-	0,28	-	-	-	-	-	-	1,200	1,200
1	20	6,6	80	-	0,005	-	1,11	0,1	1	0,330	2,178	0,734	1,21	0,888	3,066
														Всего:	4,27
Невязка (4,58-4,27)/4,58 = 7%															
Система ВЕ4															
Prp = (1,269-1,184)*1,7*9,81 = 1,41 Па															
1(решетка)	110	-	-	300x150	0,041	-	0,75	-	-	-	-	-	-	1,000	1,000
1	110	1,9	250	-	0,049	-	0,62	0,1	1	0,029	0,055	0,233	1,21	0,282	0,337
														Всего:	1,34
Невязка (1,41-1,34)/1,41 = 5%															
Система ВЕ5															
Prp = (1,269-1,176)*3,1*9,81 = 2,83 Па															
1(решетка)	110	-	-	300x150	0,041	-	0,75	-	-	-	-	-	-	1,200	1,200
1	110	3,3	180	-	0,025	-	1,20	0,1	1	0,139	0,459	0,866	1,21	1,048	1,507
														Всего:	2,71
Невязка (2,83-2,71)/2,83 = 5%															

Таблица 4.3 - Ведомость КМС системы вентиляции.

№ участка	Местные сопротивления	ζ	Количество	$\Sigma\zeta$
1	Отвод круглого сечения, R/d=1	0,21	3	0,63
Ведомость КМС системы ВЕ1				
№ участка	Местные сопротивления	ζ	Количество	$\Sigma\zeta$
1	Отвод круглого сечения, R/d=1	0,21	1	0,21
	Зонт вытяжной	1	1	1
Ведомость КМС системы ВЕ2				
№ участка	Местные сопротивления	ζ	Количество	$\Sigma\zeta$
1	Отвод круглого сечения, R/d=1	0,21	1	0,21
	Зонт вытяжной	1	1	1
Ведомость КМС системы ВЕ3				
№ участка	Местные сопротивления	ζ	Количество	$\Sigma\zeta$
1	Отвод круглого сечения, R/d=1	0,21	1	0,21
	Зонт вытяжной	1	1	1
Ведомость КМС системы ВЕ4				
№ участка	Местные сопротивления	ζ	Количество	$\Sigma\zeta$
1	Отвод круглого сечения, R/d=1	0,21	1	0,21
	Зонт вытяжной	1	1	1
Ведомость КМС системы ВЕ5				
№ участка	Местные сопротивления	ζ	Количество	$\Sigma\zeta$
1	Отвод круглого сечения, R/d=1	0,21	1	0,21
	Зонт вытяжной	1	1	1

4.4 Расчет и подбор оборудования

Для всех вытяжных систем с естественным побуждением принимаются к установке решетки фирмы «Арктос» типа АМН [34].

Для вытяжной системы от газовой плиты принимается вытяжной зонт со встроенным вентилятором и фильтром «Samsung» HDC6145BX [35], технические данные приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 - Технические данные вентиляторов

Система	Модель	Производительность(макс), м ³ /ч	Полное давление, Па	Эл. мощность, кВт
В1	HDC6145BX	450	100	0,150

5 ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ

5.1 Холодное водоснабжение

Здание оборудуется системой хозяйственно-питьевого внутреннего водоснабжения. Схема водопроводных сетей тупиковая.

Ввод в здание прокладывается подземно, минимальная глубина заложения рассчитывается в зависимости от глубины промерзания грунта [24]:

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

где $h_{пром}$ – глубина промерзания грунта для района строительства.

$$h_{вода} = 1,65 + 0,5 = 2,15 м;$$

Ввод водоснабжения расположен в помещении котельной, расположенной в подвале здания. На вводе устанавливается запорная арматура, фильтр, система водоподготовки.

Магистральные трубопроводы системы водоснабжения прокладываются скрыто в коробах под потолком подвала с уклоном $i=0,002$. В нижних точках предусмотрены спускные устройства для опорожнения системы. На стояках системы водоснабжения предусматривается установка отключающей арматуры – шаровых кранов. Подводки к водоразборным устройствам на этажах прокладываются скрыто в стенах.

Для системы водоснабжения используются полипропиленовые трубы TeboPN10[18]. Для исключения образования конденсата магистрали и стояки системы изолируются трубной теплоизоляцией K-Flex ST.

Определение расчетных расходов системы водоснабжения

Расчетное количество проживающих в здании: $U = 4$ человека.

Общее количество водоразборных приборов в здании $N = 12$ шт.

Максимальный секундный расход холодной воды в здании определяется по формуле:

$$q^c = 5 \cdot q_0^c \cdot \alpha, \text{ л/с}, \quad (5.2)$$

где q_0^c – секундный расход воды прибором; при различных приборах, обслуживающих одинаковых потребителей определяется по [8, прил. 3];
 $q_0^c = 0,3 \text{ л/с}$;

α – коэффициент, определяемый согласно [8, прил. 4], в зависимости от общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P^c , вычисляемой по формуле:

$$P^c = \frac{q_{hr,u}^c \cdot U}{3600 \cdot q_0^c \cdot N}, \quad (5.3)$$

где $q_{hr,u}^c$ – норма расхода воды одним потребителем в час наибольшего водопотребления, л/ч, принимается по [8, прил. 3];

$$P^c = \frac{10,5 \cdot 4}{3600 \cdot 0,3 \cdot 12} = 0,00324,$$

$$\alpha = 0,2538,$$

$$q^c = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,2538 = 0,38 \text{ л/с};$$

Максимальный часовой расход холодной воды в здании определяется по формуле:

$$q_{hr}^c = 0,005 \cdot q_{0,hr}^c \cdot \alpha_{hr}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (5.4)$$

где $q_{0,hr}^c$ – часовой расход воды прибором в час наибольшего водопотребления, $q_{0,hr}^c = 300 \text{ л/ч}$ [8, прил. 3];

α – коэффициент, определяемый согласно [8, прил. 4], в зависимости от общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P_{hr}^c , вычисляемой по формуле:

$$P_{hr}^c = \frac{3600 \cdot P^c \cdot q_0^c}{q_{0,hr}^c}; \quad (5.5)$$

$$P_{hr}^c = \frac{3600 \cdot 0,00324 \cdot 0,3}{300} = 0,01166;$$

$$\alpha_{hr}^c = 0,389$$

$$q_{hr}^c = 0,005 \cdot 300 \cdot 0,389 = 0,584 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Среднесуточный расход воды на здание определяется по формуле:

$$q_u = \frac{q_u^c \cdot U}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (5.6)$$

где q_u^c – среднесуточный расход воды потребителем [8, прил. 3];

$$q_u = \frac{225 \cdot 4}{1000} = 0,9 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Гидравлический расчет системы водоснабжения

Гидравлический расчёт системы внутреннего водоснабжения проводится с целью определения необходимых диаметров трубопроводов сети и потерь напора в системе.

Для тупиковой схемы водоснабжения расчетным принимается самый удаленный от ввода прибор.

Расчетная аксонометрическая схема холодного водоснабжения в приложении Л.

Потери напора на участках вычисляются по формуле:

$$H = i \cdot l \cdot (1 + k_l), \text{ м}, \quad (5.7)$$

где i – удельные потери давления по длине трубопровода, принимаются согласно технической документации производителя полипропиленовых труб, Па/м[18];

l – длина участка, м;

k_l – коэффициент, учитывающий потери в местных сопротивлениях, для жилых зданий принимается $k_l = 0,3$ [8, п.7.7].

Расчетный расход воды на участках определяется по формуле 5.2.

Результаты расчета сведены в таблицу 5.1.

Общие потери напора в системе составляют:

$$H = 2,74 \cdot (1 + 0,3) = 3,57 \text{ м}.$$

Таблица 5.1. Гидравлический расчет системы холодного водоснабжения.

№ уч.	l, м	N, шт.	P	P•N _i	α	Q _{расч} , л/с	d _{вн} , мм	d _{нар} , мм	V, м/с	Потери напора i, м	
										На 1 м	На участке
1	6,56	1	0,00324	0,003	0,200	0,20	16,2	20	0,97	0,0823	0,54
2	3,28	2	0,00324	0,006	0,200	0,20	16,2	20	0,97	0,0823	0,27
3	3,3	3	0,00324	0,010	0,200	0,20	16,2	20	0,97	0,0823	0,27
4	11,67	5	0,00324	0,016	0,205	0,21	16,2	20	1,02	0,09097	1,06
5	4,35	11	0,00324	0,036	0,249	0,25	20,4	25	0,77	0,0416	0,18
6	9,89	12	0,00324	0,039	0,254	0,25	20,4	25	0,77	0,0416	0,41
										$\Sigma=$	2,74

Определение требуемого напора

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

$$H_{mp} = h_1 + h_2 + h_3, \text{ м} \quad (5.8)$$

где h_1 – свободный напор у самой высокой точки водопотребления, для смесителей, оборудованных аэраторами – не менее 5 м, принимается $h_1 = 7 \text{ м}$;

h_2 – геодезическая высота расположения диктующей точки над уровнем воды в скважине, $h_2 = 29,1 \text{ м}$;

h_3 – сумма потерь напора в сети, полученная в результате расчёта, $h_3 = 3,57 \text{ м}$;

$$H_{mp} = 7 + 29,1 + 3,57 = 39,7 \text{ м}$$

5.2 Водоотведение

Здание оборудуется системой хозяйственно-бытовой внутренней канализации.

Сеть внутренней канализации представляет собой самотечную систему, движение сточных вод в которой осуществляется под действием гравитационных сил.

Стояки системы прокладываются скрыто в шахтах для инженерных коммуникаций и в коробах. Магистральные сборные трубопроводы располагаются под потолком подвала в коробах, при этом предусматривается доступ к прочисткам. Стояки предусматриваются вентилируемыми, открытая верхняя часть выводится на кровлю здания.

Для системы предусматривается один выпуск, отводящий сточные воды в систему наружной дворовой канализации и установку биологической очистки.

Минимальная глубина заложения выпуска вычисляется в зависимости от глубины промерзания грунта и диаметра трубопровода, но не менее 0,7 м до верха трубопровода. Для трубопроводов диаметром до 500 мм:

$$\begin{aligned} h_{\text{вып}} &= h_{\text{пром}} - 0,3 \text{ м} \\ h_{\text{вып}} &= 1,65 - 0,3 = 1,35 \text{ м} \end{aligned} \quad (5.9)$$

Также в здании запроектирована наружная система дождевой канализации, состоящая из сборных желобов, водосточных воронок, наружных стояков. Выпуск водостока предусмотрен на отмокку здания.

Определение расчетных расходов системы внутренней канализации

Среднесуточный и максимальный часовой расход сточных вод в здании равен общему среднесуточному и максимальному часовому расходу воды. Так как в здании запроектирована система с водонагревателем, то, согласно [8, прил.3] расходы холодной воды будут равны общим расходам воды на здание.

Среднесуточный расход сточных вод:

$$q_u^s = 0,9 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Максимальный часовой расход сточных вод:

$$q_{hr}^s = 0,584 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Максимальный секундный расход сточных вод при $q^c \leq 8 \text{ л/с}$ вычисляется по формуле:

$$q^s = q^{\text{tot}} + q_0^s, \text{ л/с}, \quad (5.10)$$

где q^{tot} – общий максимальный секундный расход воды в здании, л/с;

q_0^s – максимальный секундный расход стоков от прибора с максимальным водоотведением, для унитаза $q_0^s = 1,6 \text{ л/с}$.

$$q^s = 0,38 + 1,6 = 1,98 \text{ л/с}.$$

Гидравлический расчет системы внутренней канализации

Гидравлический расчет системы канализации заключается в подборе необходимых диаметров и уклонов трубопроводов, для стояков в целях исключения возможности срыва гидравлических затворов на санитарно-

технических приборах, на горизонтальных участках – для обеспечения требований СП [8, п.8.3.2]: скорости движения сточных вод не менее 0,7 м/с, наполнения трубопроводов – не менее 0,3 и обеспечения выполнения условия:

$$V \cdot \sqrt{\left(\frac{h}{d}\right)} \geq 0,5 \quad (5.11)$$

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

$\frac{h}{d}$ – наполнение трубопровода.

Отводные трубопроводы от санитарно-технических приборов до стояков не являются расчетными из-за невозможности соблюдения условия (5.11), минимальный уклон принимается по формуле:

$$i = \frac{1}{D} \quad (5.12)$$

где D – диаметр трубопровода, мм.

Расчетная аксонометрическая схема канализации в приложении М.

Определение максимального секундного расхода для каждого стояка по формуле 5.10:

$$\alpha_{CmK1-1} = \alpha_{CmK1-3} = 0,205;$$

$$q_{CmK1-1} = q_{CmK1-3} = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,205 + 1,6 = 1,908 \text{ л/с.}$$

$$\alpha_{CmK1-2} = 0,200;$$

$$q_{CmK1-1} = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,200 + 1,6 = 1,9 \text{ л/с.}$$

Согласно СП [8, табл. 8] для ПВХ труб принимается диаметр стояков 110 мм, угол присоединения поэтажных отводов – 87,5°. При этом максимальный расчетный расход составляет 3,58 л/с, что меньше рассчитанных расходов по стоякам.

Результаты расчета горизонтальных участков сведены в таблицу 5.2

Таблица 5.2. - Гидравлический расчет системы канализации.

№ уч.	N, шт.	P	P•N _i	α	Q _{расч} , л/с	d, мм	V, м/с	h/d	i
1	5	0,00324	0,016	0,205	1,81	110	0,82	0,3	0,027
2	1	0,00324	0,003	0,200	1,80	110	0,82	0,3	0,027
3	5	0,00324	0,016	0,205	1,81	110	0,82	0,3	0,027
4	6	0,00324	0,019	0,212	1,81	110	0,82	0,3	0,027
5	11	0,00324	0,036	0,249	1,85	110	0,83	0,3	0,028
6	12	0,00324	0,039	0,254	1,85	110	0,83	0,3	0,028

6 ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

6.1 Конструирование системы газоснабжения

В здании запроектирована система газоснабжения. Подключение осуществляется от существующей городской сети низкого давления. Ввод газопровода в здание расположен в помещении котельной. Снаружи здания перед вводом предусмотрена установка запорной арматуры на высоте 1,2 м [9, п.9.2.2]. В помещении котельной также устанавливается счетчик газа.

Система запроектирована из стальных водогазопроводных труб. Подводки к приборам – из гибких трубопроводов. Прокладка газопровода от котельной до кухни осуществляется открыто под потолком подвала. Соединения труб неразъемные, выполняются сваркой. Разъемные соединения предусматриваются только в местах установки отключающей арматуры и счетчика.

Согласно требованиям СП Газораспределительные системы [11, п.7.2] в помещении котельной и кухни устанавливаются датчики системы загазованности САКЗ-МК-1 с автоматическим отключением газоснабжения при срабатывании.

6.2 Гидравлический расчет системы газоснабжения

Гидравлический расчет системы газоснабжения проводится с целью определения диаметра трубопроводов и расчета потерь давления в сети [26].

Часовой расход газа на участке Q_d^h определяется 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, 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:

$$q_{nom} = \frac{3600 \cdot N}{Q_n^c} \quad (6.2)$$

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

Q_n^c – низшая теплота сгорания газа, кДж/м³, $Q_n^c = 36000$ кДж/м³ [26].

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

$$q_{nom}^{котла} = \frac{3600 \cdot 44}{36000} = 4,4 \text{ м}^3/\text{час}$$

При расчете газопроводов низкого давления необходимо учитывать гидростатический напор, вычисляемый по формуле:

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

где g – ускорение свободного падения, $g = 9,81$ м/с²;

h – разность абсолютных отметок начальных и конечных участков газопровода, м, $h = 1,7$ м;

ρ_a – плотность воздуха, кг/м³, $\rho_a = 1,29$ кг/м³;

ρ – плотность газа, кг/м³, $\rho = 0,73$ кг/м³;

$$H_g = 9,81 \cdot 1,7 \cdot (1,29 - 0,73) = 9,34 \text{ Па}$$

Предварительный подбор диаметров труб осуществляется по значению средних потерь давления:

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

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

где $\Delta P_{зд}$ – допустимые потери давления во внутренней сети здания, принимается $\Delta P_{зд} = 300$ Па;

ΔP_{np} – потери давления в приборе, для плит $\Delta P_{np} = 50$ Па [26];

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

$$\Delta P_{дон} = 300 + 9,34 - 50 - 100 = 159,34 \text{ Па};$$

$\sum l_i$ – сумма длин участков расчетного направления, $\sum l_i = 24,5$ м;

$$R_{cp} = \frac{159,34}{1,3 \cdot 24,5} = 5 \text{ Па/м.}$$

По величине Q_d^h и R_{cp} по номограмме [26] 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 потерям давления в местном сопротивлении со значением коэффициента $\xi = 1$.

Эквивалентная длина зависит от расхода газа и диаметра трубы на участке и определяется по номограмме [26].

После проведения гидравлического расчета действительные потери давления сравниваются с допустимыми.

Результаты расчета сведены в таблицу 6.1.

$$\sum R \cdot \ell = 70,56 \text{ Па} < \Delta P_{don} = 160 \text{ Па.}$$

Таблица 6.1 - Гидравлический расчет системы газоснабжения.

№ уч.	li, м	Qhd, м3/ч	dy, мм	Тип местного сопротивления	ξ	$\Sigma \xi$	ld, м	$\Sigma \xi \cdot ld, м$	l, м	Потери давления R, Па	
										На 1 м	На участке
1	23	1,2	15	отвод 90 - 3 шт.	0,9	1,90	0,5	0,95	23,95	2,5	59,88
				тройник на проход - 1 шт.	1,0						
2	1,5	5,6	25	отвод 90 - 1 шт.	0,3	1,80	0,65	1,17	2,67	4	10,68
				тройник на отв. - 1 шт.	1,5						
										$\Sigma =$	70,56

7 КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Система теплоснабжения жилого дома состоит из трех регулируемых контуров: радиаторного отопления, теплого пола и контура водонагревателя.

Функционирование котельной в автоматическом режиме осуществляет контроллер Vaillant calor MATIC 630/3, выполняющий следующие функции:

- изменение температуры теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха: при получении сигнала от датчика температуры наружного воздуха, расположенного на северной стене здания, осуществляется повышение или понижение температуры воды на выходе из котла с помощью котлового трехходового клапана и изменения мощности двухступенчатой горелки котла;

- управление контурами отопления: по сигналу датчика температуры обратной воды происходит переключение трехходового клапана для обеспечения температуры в обратной магистрали не более 60°C;

- управление контуром водонагревателя: задается температурный диапазон включения/выключения бойлера, 58-62°C, при остывании температуры воды в нагревателе до нижней границы диапазона по сигналу от датчика температуры воды в бойлере осуществляется переключение трехходового клапана, при этом теплоноситель циркулирует только по контуру бойлера, при нагревании воды до верхней границы диапазона происходит обратное действие, переключение трехходового клапана и перенаправление теплоносителя в контуры системы отопления;

- управление циркуляционным насосом системы горячего водоснабжения: в зависимости от режима водоразбора регулируется подача насоса.

- защита котла от перегрева и избыточного давления и автоматическое отключение горелки при превышении заданных производителем предельных значений.

8 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Определение объёмов и трудоёмкости монтажных работ

Объем строительных и монтажных работ принимается согласно проектной документации.

Требуемые трудозатраты принимаются по «Единым нормам и расценкам на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы» [13].

Трудоёмкость работ определяется по формуле:

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

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

V – физический объем работ;

8,2 – продолжительность смены, ч.

Кроме трудоёмкости основных строительно-монтажных работ при расчете учитываются затраты труда на работы за счет накладных расходов и на проведение подготовительных работ.

Результаты расчета объемов работ и трудозатрат сведены в таблицу 8.1.

Таблица 8.1 - Объемы работ и трудозатраты.

№	Наименование работ	Объем работ		Норма времени, чел.-ч	Трудоёмкость, чел.-дни
		Ед. изм.	Кол-во.		
1	Монтаж стояков и подводок из полипропиленовых труб диаметром 20 мм	м	225	0,25	6,86
2	Монтаж магистралей из полипропиленовых труб диаметром 20 мм	м	30	0,2	0,73
3	Монтаж магистралей из полипропиленовых труб диаметром 25 мм	м	53,65	0,22	1,44
4	Монтаж магистралей из полипропиленовых труб диаметром 32 мм	м	40,75	0,22	1,09

5	Монтаж магистралей из полипропиленовых труб диаметром 50 мм	м	1,5	0,25	0,05
6	Установка радиаторов	шт	36	0,24	1,05
7	Установка запорных и регулирующих клапанов	шт	112	0,1	1,37
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.

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

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

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 W7219	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			
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

Объект дипломного проектирования – индивидуальный жилой дом. Монтажные работы систем отопления, газоснабжения, канализации холодного и горячего водоснабжения выполняются в двухэтажном индивидуальном жилом доме, расположенном в г. о. Тольятти.

Рабочие места расположены в близости от мест монтажа трубопроводов, водоразборных устройств и отопительных приборов.

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
	Монтаж трубопроводов систем тепло-газоснабжения и вентиляции.	Прокладка штроб, монтаж трубопроводов, замеры, резка металлопластика, и полипропилена, зачистка кромок, сборка элементов систем, крепление кронштейнов, присоединение трубопроводов к приборам и др.	Монтажник, слесарь-сантехник	Ручные инструменты и приспособления: перфоратор, дрель электрическая, штраборез, термоэлектрический паяльник, метр складной металлический, строительный уровень, отвес строительный, молоток слесарный, лом монтажный, ключи гаечные, ножницы для резки металла ручные, плоскогубцы комбинированные, штангенциркуль, лестница-стремянка.	
	Монтаж теплого пола	Замеры, Укладка трубопровода, укладка теплоизоляции заливка бетонной стяжки.	Монтажник, слесарь сантехник	Рулетка, плоскогубцы (пассатижи), уровень, разводные ключи, ключи обычные гаечные, отвертки, шлифмашинка, сварочный аппарат для пропиленовых труб (паяльник), перфоратор, газовая	

				горелка, труборез,	
--	--	--	--	--------------------	--

Продолжение таблицы 9.1

	Обеспечение материалами и оборудованием	Завоз материалов и оборудования к месту монтажа систем ТГВ, выгрузка материалов.	Водитель грузового автотранспорта, грузчики	Автотранспорт	
	Проверка работы систем	Первичные гидравлические испытания и устранение аварий	Инженер, монтажник.	Помповый насос, электрическая подстанция	

Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 9. 2 – Идентификация профессиональных рисков.

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ ⁽¹⁾	Опасный и /или вредный производственный фактор ²	Источник опасного и / или вредного производственного фактора ³
1	работа с электротехническим оборудованием	Повышенная напряженность электрического поля	Электротехническое оборудование, сварочный трансформатор
2	Прокладка штроб в стенах, и дробление отверстий для прохода трубопроводов в стенах, использование отбойных молотков	Разрушающиеся конструкции	Перфоратор, отбойные молотки, дрель
3	Резка металла, зачистка кромок, сборка газопроводов	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	оборудование и приспособления для резки металла. шлифовальная машинка
4	Монтажные работы в труднодоступных местах	Недостаточная освещенность рабочего места	Оборудование для монтажа
5	Работа помпового насоса и электрической подстанции	Повышенный уровень инфразвуковых колебаний	Насос, электрическая подстанция
6	Работа с ручным электроинструментом,	Повышенный уровень вибрации и шума на	Перфоратор, отбойные молотки, дрель

	использование отбойных молотков, дробление отверстий для прохода трубопроводов в стенах	рабочем месте	
--	---	---------------	--

Продолжение таблицы 9.2

7	Дробление отверстий для прокладки трубопроводов, работа перфоратором, сварочные работы	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Перфоратор, отбойные молотки, дрель
8	Погрузо-разгрузочные работы, продолжительная работа в неизменном положении при монтаже приборов, вертикальное и горизонтальное перемещение трубопроводов.	Физические (статические и динамические) перегрузки аппарата движения, подъем и перемещение тяжестей, монотонность труда	Переносное оборудование, сантехнические приборы, трубопроводы.

Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.

Таблица 9.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ 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	Повышенная напряженность электрического поля	Защитное заземление, защитное зануление, изоляция токоотводящих частей и ее непрерывный контроль, защитное отключение, предупредительная сигнализация и блокировка, установка оградительных устройств, использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов, применение малого напряжения, применение индивидуальной электрозащиты.	Одежда специальная и другие средства индивидуальной защиты от поражения электрическим током, воздействия электростатического, электрического и электромагнитного полей, средства индивидуальной защиты от воздействия статического электричества; защиты глаз (очки защитные) и лица (щитки защитные лицевые) от воздействия электромагнитного поля; диэлектрические средства индивидуальной защиты

			от воздействия электрического тока;
2	Разрушающиеся конструкции, Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	До начала работ по монтажу санитарно-технических устройств и оборудования места, опасные для работы и прохода людей, ограждают, снабжают надписями и указателями. Применять средства малой механизации по назначению, в соответствии с инструкциями заводов изготовителей; поддерживать порядок на рабочих местах; быть внимательными во время работы и не допускать нарушений требований безопасности. Продолжениетаблицы 9.3	Одежда специальная защитная от механических воздействий и общих производственных загрязнений; средства индивидуальной защиты рук от механических воздействий, защиты ног (обувь) от ударов, проколов и порезов, защиты головы (каска защитные и защитные каскетки);
3	Недостаточная освещенность рабочего места	Организация искусственного освещения	
4	Повышенный уровень вибрации и шума на рабочем месте	Машины и агрегаты, создающие шум при работе, должны эксплуатироваться таким образом, чтобы уровни звукового давления и уровни звука на постоянных рабочих местах в помещениях и на территории организации не превышали допустимых величин, указанных в государственных стандартах. организационные мероприятия(выбор рационального режима труда и отдыха, сокращение времени нахождения в шумных условиях, лечебно-профилактические и другие мероприятия). снижение вибрации в источнике ее образования конструктивными или технологическими мерами: уменьшение вибрации на пути ее распространения средствами виброизоляции и вибропоглощения; дистанционное управление, исключающее передачу вибрации на рабочие места.	Средства индивидуальной защиты рук от вибраций; защиты ног (обувь) от вибраций, средства индивидуальной защиты органа слуха.
5	Повышенная запыленность и загазованность	Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны, а также	Одежда специальная защитная от механических

	воздуха рабочей зоны	уровни шума и вибрации на рабочих местах не должны превышать установленных соответствующими государственными стандартами. помещения, в которых происходит выделение пыли, должны иметь гладкую поверхность стен, потолков, полов и регулярно очищаться от пыли.	воздействий и общих производственных загрязнений, средства индивидуальной защиты глаз (очки защитные); защиты лица (щитки защитные лицевые); защиты органов дыхания фильтрующие
6	Физические (статические и динамические) перегрузки аппарата движения, подъем и перемещение тяжестей, монотонность труда	Главными мероприятиями по снижению физических перегрузок до ПДУ являются ликвидация ручных операций, уменьшение темпа работы, борьба с другими производственными факторами, а также лечебно-профилактические мероприятия (периодические медицинские осмотры).	

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

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. 106 – кухня-столовая	Газовая плита	С	Возможность возникновения взрыва	Осколки, части разрушившихся строительных конструкций, инженерных сооружений
3	помещения жилого дома, кроме 001 и 106.	-	А	Пламя, тепловой поток, повышенная тем-раокр. среды.	-

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 людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Установка огнетушителей в пом. 001 и 106.			Установка отключающего устройства на вводе газопровода				Оповещение при возникновении загазованности в помещениях 001 и 106

Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.

Таблица 9.6 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Котельная	Газовый котел	Возможна утечка газа	-	-

Помещения кухни, санузла и ванной	Система канализации.	-	Сточные воды, водозабор	Сточные воды
Кухня	Газовая плита	Возможна утечка газа		

Таблица 9.7 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Индивидуальный жилой дом			
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	по	Установка датчиков системы загазованности САКЗ-МК-1 с автоматическим отключением газоснабжения при срабатывании.		
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	по	Для очистки и последующего отвода сточных вод в грунт, предусмотрена система очистки, состоящая из септика и фильтрующей траншеи		
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	по	Для очистки и последующего отвода сточных вод в грунт, предусмотрена система очистки, состоящая из септика и фильтрующей траншеи		

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. – Введ. 2013.01.01. – М.: Минрегион России, 2012. – 120 с.
2. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – Введ. 2013.01.01. – М.: Стандартинформ, 2013.
3. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. – Введ. 2004.06.01. – М.: ФГУП ЦПП, 2004.
4. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. – Введ. 2013.07.01. – М.: Минрегион России, 2012.
5. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. – Введ. 2013.01.01. – М.: Минрегион России, 2012.
6. СП 41-102-98. Проектирование и монтаж трубопроводов систем отопления с использованием металлополимерных труб. – Введ. 1998.04.16. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1998.
7. СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов. – Введ. 1996.07.01. – М.: Минстрой России, ГУП ЦПП, 1997.
8. СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*. – Введ. 2013.01.01. – М.: Минрегион России, 2012.
9. СП 31-106-2002. Проектирование и строительство инженерных систем многоквартирных жилых домов. – Введ. 2002.09.01. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2002.
10. 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

11. СП 62.13330.2011*. Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002. – Введ. 2003.07.01.– М.: ФГУП ЦПП, 2005.
12. СП 73.13330.2012. Внутренние санитарно-технические системы зданий. Актуализированная редакция СНиП 3.05.01-85. – Введ. 2013.01.01. – М.: Минрегион России, 2012
13. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы
14. СНиП 12-03-2001 "Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.
15. ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты»
16. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
17. Малявина, Е.Г. Теплотери здания. Справочное пособие. – М., «АВОК-ПРЕСС», 2007.
18. Tebotechnics. Полипропиленовые трубы и фитинги. Техническое руководство.
19. Проектирование систем Uponor. Техническое описание и рекомендации к проектированию.
20. Технический каталог радиаторов отопления «Rifar».
21. Проектирование автоматизированных систем отопления многоэтажных жилых и общественных зданий. Пособие. Danfoss, 2015.
22. Каталог балансировочных клапанов Danfoss.
23. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.1. Отопление: справочник проектировщика/под ред. И.Г. Староверова и Ю.И. Шиллера.– М.: Стройиздат, 1990.
24. 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.

25. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха: справочник проектировщика/под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера.– М.: Стройиздат, 1992.

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

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

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

29. Покотилов, В.В. Пособие по расчету систем отопления: собственное издательство, 2006.

30. Официальный сайт компании «ROCKWOOL» [Электронный ресурс]:
Режим доступа - <http://www.rockwool.ru/products+and+solutions>.

31. Официальный сайт компании «Vaillant» [Электронный ресурс]:
Режим доступа - <https://www.vaillant.ru/oborudovanie-vaillant/>

32. Официальный сайт компании «Vaillant» [Электронный ресурс]:
Режим доступа - <https://www.vaillant.ru/oborudovanie-vaillant/>

33. Официальный сайт компании «Air-Box» [Электронный ресурс]:
Режим доступа - <http://air-box.ru/>

34. «Арктика» системы вентиляции отопления кондиционирования.
[Электронный ресурс]:

Режим доступа - <http://www.arktika.ru/html/amn-amrm-adn-adrm.htm>

35. Официальный сайт компании «Samsung» [Электронный ресурс]:
Режим доступа - <http://www.samsung.com/ru/consumer/home-appliances/cooking-appliances/hoods/HDC6145BX/BWT>

Приложение А

Расчет теплопотерь здания.

№ пом.	Помещение	Площадь, м2	Огражд. констр.	Ориент.	Длина, м	Высота, м	F, м2	k, Вт/м2°С	tвн, °С	Δt, °С	Q, Вт	Добавки			Q(1+Σβ), Вт	Qбыт, Вт	Qинф, Вт	Q
												Ориент.	Прочие	Σβ				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Подвал																		
001	Котельная	13,7	НС	СЗ	4,97	1,8	8,82	0,237	18	48	101	0,1		0,1	112			644
			НС	СВ	3,46	1,8	6,228	0,237	18	48	71	0,1		0,1	79			
			НС I зона	СЗ	4,97	1,2	5,88	0,308	18	48	87	0,1		0,1	96			
			НС I зона	СВ	3,46	1,2	4,152	0,308	18	48	62	0,1		0,1	69			
			ОК	СЗ	0,75	1	0,75	1,615	18	48	59	0,1		0,1	65			
			ОК	СВ	0,75	1	0,75	1,615	18	48	59	0,1		0,1	65			
			I зона	-	-	-	6,56	0,269	18	48	85	0		0	85			
			II зона	-	-	-	8,51	0,169	18	48	70	0		0	70			
002	Тамбур	2,5	НС	СВ	1,44	1,8	2,592	0,237	18	48	30	0,1		0,1	33			405
			НС I зона	СВ	1,44	1,2	1,728	0,308	18	48	26	0,1		0,1	29			
			ДВ	СВ	0,81	2,1	1,701	1,16	18	48	95	0,1	2,112	2,212	306			
			I зона	-	-	-	1,024	0,269	18	48	14	0		0	14			
			II зона	-	-	-	2,56	0,169	18	48	21	0		0	21			
			III зона	-	-	-	0,256	0,098	18	48	2	0		0	2			
003	Холл	9,1	НС	СВ	4,71	1,8	8,478	0,237	18	48	97	0,1		0,1	107			337
			НС I зона	СВ	4,71	1,2	5,652	0,308	18	48	84	0,1		0,1	93			
			ОК	СВ	1,35	1	1,35	1,615	18	48	105	0,1		0,1	116			
			ВС	-	4,6	3	13,8	2,088	18	-4	-116	0		0	-116			
			I зона	-	-	-	4,11	0,269	18	48	54	0		0	54			
			II зона	-	-	-	7,37	0,169	18	48	60	0		0	60			
			III зона	-	-	-	4,76	0,098	18	48	23	0		0	23			

Продолжение приложения А																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
004	Комната	19,4	НС	СВ	4,97	1,8	8,82	0,237	22	52	109	0,1		0,1	120	194	359	1057
			НС	ЮВ	4,97	1,8	8,82	0,237	22	52	109	0,05		0,05	115			
			НС I зона	СВ	4,97	1,2	5,88	0,308	22	52	95	0,1		0,1	105			
			НС I зона	ЮВ	4,97	1,2	5,88	0,308	22	52	95	0,05		0,05	100			
			ОК	ЮВ	0,75	1	0,75	1,615	22	52	63	0,05		0,05	67			
			ОК	ЮВ	0,75	1	0,75	1,615	22	52	63	0,05		0,05	67			
			ВС	-	4,6	3	13,8	2,088	22	4	116	0		0	116			
			I зона	-	-	-	6,56	0,269	22	52	92	0		0	92			
			II зона	-	-	-	10,8	0,169	22	52	95	0		0	95			
			III зона	-	-	-	2,89	0,098	22	52	15	0		0	15			
005	Кладовая	58,2	НС	ЮВ	7,22	1,8	12,996	0,237	20	50	155	0,05		0,05	163			1256
			НС	ЮЗ	0,65	1,8	1,17	0,237	20	50	14	0		0	14			
			НС	СЗ	5,42	1,8	9,756	0,237	20	50	116	0,1		0,1	128			
			НС	СВ	0,65	1,8	1,17	0,237	20	50	14	0,1		0,1	16			
			НС I зона	ЮВ	7,22	1,2	8,664	0,308	20	50	134	0,05		0,05	141			
			НС I зона	ЮЗ	0,65	1,2	0,78	0,308	20	50	13	0		0	13			
			НС I зона	СЗ	5,42	1,2	6,504	0,308	20	50	101	0,1		0,1	112			
			НС I зона	СВ	0,65	1,2	0,78	0,308	20	50	13	0,1		0,1	15			
			ОК	СЗ	0,9	1	0,9	1,615	20	50	73	0,1		0,1	81			
			I зона	-	-	-	11,6	0,269	20	50	157	0		0	157			
			II зона	-	-	-	27,83	0,169	20	50	236	0		0	236			
			III зона	-	-	-	29,41	0,098	20	50	145	0		0	145			
			IV зона	-	-	-	10,92	0,063	20	50	35	0		0	35			
006	Кладовая	55,8	НС	ЮВ	4,97	1,8	8,82	0,237	20	50	105	0,05		0,05	111			1750
			НС	ЮЗ	14,51	1,8	26,118	0,237	20	50	310	0		0	310			
			НС	СЗ	4,97	1,8	8,82	0,237	20	50	105	0,1		0,1	116			
			НС I зона	ЮВ	4,97	1,2	5,88	0,308	20	50	91	0,05		0,05	96			
			НС I зона	ЮЗ	14,51	1,2	17,412	0,308	20	50	269	0		0	269			

		Продолжение приложения А																
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
			НС I зона	СЗ	4,97	1,2	5,88	0,308	20	50	91	0,1		0,1	101			
			ОК	ЮВ	0,75	1	0,75	1,615	20	50	61	0,05		0,05	65			
			ОК	ЮВ	0,75	1	0,75	1,615	20	50	61	0,05		0,05	65			
			ОК	СЗ	0,75	1	0,75	1,615	20	50	61	0,1		0,1	68			
			I зона	-	-	-	17,63	0,269	20	50	238	0		0	238			
			II зона	-	-	-	29,97	0,169	20	50	254	0		0	254			
			III зона	-	-	-	11,59	0,098	20	50	57	0		0	57			
															итого по подвалу:		5449	
1 этаж																		
101	Прихожая	11,8	НС	ЮВ	4,6	3,3	15,18	0,237	18	48	173	0,05		0,05	182			830
			ОК	ЮВ	0,8	1,5	1,2	1,615	18	48	94	0,05		0,05	99			
			ОК	ЮВ	0,8	1,5	1,2	1,615	18	48	94	0,05		0,05	99			
			ДВ	ЮВ	1,21	2,1	2,541	1,16	18	48	142	0,05	2,112	2,162	450			
102	Кабинет	11,8	НС	СВ	3,14	3,3	10,362	0,237	22	52	128	0,1		0,1	141	118	241	700
			НС	ЮВ	4,97	3,3	16,17	0,237	22	52	200	0,05		0,05	210			
			ОК	ЮВ	1,7	1,5	2,55	1,615	22	52	215	0,05		0,05	226			
103	Санузел	4,2	НС	СВ	1,76	3,3	5,808	0,237	25	55	76	0,1		0,1	84			355
			ОК	СВ	0,8	1,5	1,2	1,615	25	55	107	0,1		0,1	118			
			ВС	-	1,76	3,3	5,808	2,088	25	5	61	0		0	61			
			ВС	-	2,66	3,3	8,778	2,088	25	5	92	0		0	92			
104	Комната	19,4	НС	СВ	4,97	3,3	16,17	0,237	22	52	200	0,1		0,1	220	194	395	878
			НС	СЗ	4,97	3,3	16,17	0,237	22	52	200	0,1		0,1	220			
			ОК	СЗ	1,7	1,5	2,55	1,615	22	52	215	0,1		0,1	237			
105	Гостиная	45,3	НС	СВ	0,65	3,3	2,145	0,237	22	52	27	0,1		0,1	30	453	922	3081
			НС	СЗ	5,42	3,3	17,886	0,237	22	52	221	0,1		0,1	244			
			НС	ЮЗ	0,65	3,3	2,145	0,237	22	52	27	0		0	27			
			НС	СЗ	4,97	3,3	16,17	0,237	22	52	200	0,1		0,1	220			
			НС	ЮЗ	4,97	3,3	16,17	0,237	22	52	200	0		0	200			

		Продолжение приложения А																
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
			ОК	СЗ	5,42	3,3	17,886	1,615	22	52	1503	0,1		0,1	1654			
			ОК	СЗ	1,7	1,5	2,55	1,615	22	52	215	0,1		0,1	237			
106	Кухня- столовая	36	НС	ЮЗ	9,61	3,3	31,713	0,237	22	52	391	0		0	391	360	733	1617
			НС	ЮВ	4,97	3,3	16,17	0,237	22	52	200	0,05		0,05	210			
			ОК	ЮЗ	1	1,5	1,5	1,615	22	52	126	0		0	126			
			ОК	ЮЗ	1	1,5	1,5	1,615	22	52	126	0		0	126			
			ОК	ЮВ	1,7	1,5	2,55	1,615	22	52	215	0,05		0,05	226			
			ДВ	ЮЗ	1,3	2,1	2,73	1,16	22	52	165	0		0	165			
107	Холл	28,6	НС	СВ	4,71	3,3	15,543	0,237	20	50	185	0,1		0,1	204			522
			ОК	СВ	1	1,5	1,5	1,615	20	50	122	0,1		0,1	135			
			ОК	СВ	1	1,5	1,5	1,615	20	50	122	0,1		0,1	135			
			ОК	СВ	1,5	1,5	2,25	1,615	20	50	182	0,1		0,1	201			
			ВС	-	1,76	3,3	5,808	2,088	20	-5	-61	0		0	-61			
			ВС	-	2,66	3,3	8,778	2,088	20	-5	-92	0		0	-92			
															итого по 1 этажу:		7983	
2 этаж																		
201	Спальня	28,2	НС	ЮВ	7,22	3,3	23,826	0,237	20	50	283	0,05		0,05	298	282	552	1475
			ОК	ЮВ	1,85	1,5	2,775	1,615	20	50	225	0,05		0,05	237			
			ОК	ЮВ	1,85	1,5	2,775	1,615	20	50	225	0,05		0,05	237			
			ОК	ЮВ	3,2	1,5	4,8	1,615	20	50	388	0,05		0,05	408			
			ВС	-	2,66	3,3	8,778	2,088	20	-5	-92	0		0	-92			
			ВС	-	3,82	3,3	12,606	2,088	20	-7	-185	0		0	-185			
			ПТ	-	-	-	29,82	0,202	20	50	302	0		0	302			
202	Гардеробная	7,8	НС	ЮВ	4,97	3,3	16,17	0,237	20	50	192	0,05		0,05	202			453
			НС	СВ	2,24	3,3	7,392	0,237	20	50	88	0,1		0,1	97			
			ОК	ЮВ	1,7	1,5	2,55	1,615	20	50	206	0,05		0,05	217			
			ВС	-	4,5	3,3	14,85	2,088	20	-5	-156	0		0	-156			
			ПТ	-	-	-	9,11	0,202	20	50	93	0		0	93			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
203	Ванная комната	11	НС	СВ	2,66	3,3	8,778	0,237	25	55	115	0,1		0,1	127			780
			ОК	СВ	0,8	1,5	1,2	1,615	25	55	107	0,1		0,1	118			
			ВС	-	2,66	3,3	8,778	2,088	25	5	92	0		0	92			
			ВС	-	4,5	3,3	14,85	2,088	25	5	156	0		0	156			
			ВС	-	4,5	3,3	14,85	2,088	25	5	156	0		0	156			
			ПТ	-	-	-	11,77	0,202	25	55	131	0		0	131			
204	Спальня	19,4	НС	СВ	4,97	3,3	16,17	0,237	22	52	200	0,1		0,1	220	194	395	1101
			НС	СЗ	4,97	3,3	16,17	0,237	22	52	200	0,1		0,1	220			
			ОК	СЗ	1,7	1,5	2,55	1,615	22	52	215	0,1		0,1	237			
			ПТ	-	-	-	21,15	0,202	22	52	223	0		0	223			
205	Холл	17,4	НС	СВ	0,65	3,3	2,145	0,237	20	50	26	0,1		0,1	29			2826
			НС	СЗ	5,42	3,3	17,886	0,237	20	50	212	0,1		0,1	234			
			НС	ЮЗ	0,65	3,3	2,145	0,237	20	50	26	0		0	26			
			НС	СВ	4,71	3,3	15,543	0,237	20	50	185	0,1		0,1	204			
			ОК	СВ	1	1,5	1,5	1,615	20	50	122	0,1		0,1	135			
			ОК	СВ	1	1,5	1,5	1,615	20	50	122	0,1		0,1	135			
			ОК	СВ	1,5	1,5	2,25	1,615	20	50	182	0,1		0,1	201			
			ОК	СЗ	5,42	3	16,26	1,615	20	50	1313	0,1		0,1	1445			
			ВС	-	4,5	3,3	14,85	2,088	20	-5	-156	0		0	-156			
			ПТ	-	-	-	56,73	0,202	20	50	573	0		0	573			
206	Гардеробная	12,3	НС	СЗ	4,97	3,3	16,17	0,237	20	50	192	0,1		0,1	212			707
			НС	ЮЗ	3,26	3,3	10,758	0,237	20	50	128	0		0	128			
			ОК	СЗ	1,7	1,5	2,55	1,615	20	50	206	0,1		0,1	227			
			ПТ	-	-	-	13,8	0,202	20	50	140	0		0	140			
207	Спальня	26,6	НС	ЮЗ	6,72	3,3	22,176	0,237	20	50	263	0		0	263	266	521	984
			ОК	ЮЗ	1	1,5	1,5	1,615	20	50	122	0		0	122			
			ОК	ЮЗ	1	1,5	1,5	1,615	20	50	122	0		0	122			
			ДВ	ЮЗ	1,3	2,1	2,73	1,16	20	50	159	0		0	159			
			ВС	-	4,5	3,3	14,85	2,088	20	-7	-218	0		0	-218			

		Продолжение приложения А																
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
			ПТ	-	-	-	27,77	0,202	20	50	281	0		0	281			
208	Ванная комната	16,6	НС	ЮЗ	4,22	3,3	13,926	0,237	27	57	189	0		0	189			1267
			НС	ЮВ	4,97	3,3	16,17	0,237	27	57	219	0,05		0,05	230			
			ОК	ЮЗ	1,7	1,5	2,55	1,615	27	57	235	0		0	235			
			ВС	-	3,82	3,3	12,606	2,088	27	7	185	0		0	185			
			ВС	-	4,5	3,3	14,85	2,088	27	7	218	0		0	218			
			ПТ	-	-	-	18,22	0,202	27	57	210	0		0	210			
																итого по 2 этажу:		9593
																итого по зданию:		23025

Приложение Б

Гидравлический расчет магистралей системы отопления.

№ участка	Тепловая нагрузка участка Q, Вт	Расход воды на участке G, кг/ч	Расход воды на участке G, л/с	Длина участка l, м	Внутренний диаметр трубы Dвн, мм	Наружный диаметр трубы Dнар, мм	Скорость движения воды w, м/с	Потери давления на трение		Сумма коэффициентов местных сопротивлений (КМС) $\Sigma \xi$	Потери давления в местных сопротивлениях Z, Па	Сумма потерь давления Rl+Z, Па
								на 1 м R, Па/м	по длине участка Rl, Па			
Ветвь А												
1	23025	1029,8	0,293	0,67	33,2	50	0,35	53,1	36	1,20	72	107
2	11449	512,1	0,145	2,19	21,2	32	0,42	130	285	2,40	207	492
3	9951	445,1	0,126	1,68	21,2	32	0,36	101,7	171	2,40	152	323
4	9323	417,0	0,118	3,01	21,2	32	0,34	90,5	272	2,40	136	408
5	7825	350,0	0,099	2,01	21,2	32	0,28	66,9	134	2,40	92	226
6	5036	225,2	0,064	7,69	16,6	25	0,30	100,8	775	2,40	106	881
7	4005	179,1	0,051	2,40	16,6	25	0,24	68,4	164	1,20	34	198
8	2974	133,0	0,038	5,57	16,6	25	0,18	39,2	218	2,40	38	256

9	2390	106,9	0,030	2,90	13,2	20	0,22	81	235	2,40	57	292
9'	2390	106,9	0,030	2,62	13,2	20	0,22	81	212	2,00	47	260
8'	2974	133,0	0,038	5,57	16,6	25	0,18	39,2	218	2,00	32	250
7'	4005	179,1	0,051	2,40	16,6	25	0,24	68,4	164	0,80	23	187
6'	5036	225,2	0,064	7,55	16,6	25	0,30	100,8	761	0,80	35	796
5'	7825	350,0	0,099	2,15	21,2	32	0,28	66,9	144	2,00	77	220
4'	9323	417,0	0,118	2,73	21,2	32	0,34	90,5	247	2,00	113	360
3'	9951	445,1	0,126	1,68	21,2	32	0,36	101,7	171	2,00	127	298
2'	11449	512,1	0,145	2,33	21,2	32	0,42	130	303	2,00	172	475
1'	23025	1029,8	0,293	0,75	33,2	50	0,35	53,1	40	1,20	72	112
			Σ=	55,9							Σ=	6141
Ветвь Б												
10	11580	517,9	0,147	1,81	21,2	32	0,42	133,2	241	1,20	103	345
11	9275	414,8	0,118	3,32	21,2	32	0,34	90,5	300	2,40	136	436
12	8953	400,4	0,114	1,94	21,2	32	0,33	85,5	166	1,20	64	230
13	8548	382,3	0,109	0,43	21,2	32	0,31	79,3	34	1,20	56	90
14	8169	365,4	0,104	0,58	21,2	32	0,30	73	42	1,20	53	95
15	6659	297,8	0,085	1,85	21,2	32	0,24	51,5	95	1,20	34	129
16	6280	280,9	0,080	1,75	21,2	32	0,23	46	81	1,20	31	112
17	5145	230,1	0,065	3,91	16,6	25	0,30	103,5	405	2,40	106	510
18	3463	154,9	0,044	1,97	16,6	25	0,20	53,4	105	1,20	23	129
19	2934	131,2	0,037	2,01	16,6	25	0,17	36,3	73	1,20	17	90
20	1781	79,7	0,023	3,35	16,6	25	0,11	12,5	42	2,40	14	56
21	628	28,1	0,008	3,00	13,2	20	0,07	14	42	4,60	11	53
21'	628	28,1	0,008	2,91	13,2	20	0,07	14	41	4,20	10	51
20'	1781	79,7	0,023	3,25	16,6	25	0,11	12,5	41	2,00	12	52
19'	2934	131,2	0,037	3,42	16,6	25	0,17	36,3	124	0,80	11	135
18'	3463	154,9	0,044	2,01	16,6	25	0,20	53,4	107	0,80	16	123
17'	5145	230,1	0,065	3,91	16,6	25	0,30	103,5	405	2,00	88	493
16'	6280	280,9	0,080	1,75	21,2	32	0,23	46	81	0,80	21	101

15'	6659	297,8	0,085	1,85	21,2	32	0,24	51,5	95	0,80	23	118
14'	8169	365,4	0,104	0,58	21,2	32	0,30	73	42	0,80	35	78
13'	8548	382,3	0,109	0,43	21,2	32	0,31	79,3	34	0,80	38	72
12'	8953	400,4	0,114	1,94	21,2	32	0,33	85,5	166	0,80	43	208
11'	9275	414,8	0,118	3,18	21,2	32	0,34	90,5	288	2,00	113	401
10'	11580	517,9	0,147	1,81	21,2	32	0,42	133,2	241	0,80	69	310
			Σ=	52,96							Σ=	4417

Приложение В

Гидравлический расчет стояков системы отопления.

№ участка	Тепловая нагрузка участка Q, Вт	Расход воды на участке G, кг/ч	Расход воды на участке G, л/с	Длина участка l, м	Внутренний диаметр трубы Dвн, мм	Наружный диаметр трубы Dнар, мм	Скорость движения воды w, м/с	Потери давления на трение		Сумма коэффициентов местных сопротивлений (КМС) $\Sigma \xi$	Потери давления в местных сопротивлениях Z, Па	Сумма потерь давления Rl+Z, Па
								на 1 м R, Па/м	по длине участка Rl, Па			
Ст1 (Ст3)												
22	1498	67,0	0,019	8,52	13,2	20	0,15	25,7	219	10,52	116	335
ΔРкл(уч.22)=12000 Па												
Ст2												
23	628	28,1	0,008	3,16	13,2	20	0,07	14	44	8,95	21	66
ΔРкл(уч.23)=12000 Па												
Ст4												
24	2789	124,7	0,035	0,80	13,2	20	0,26	107	86	1,20	40	125

25	584	26,1	0,007	1,51	13,2	20	0,07	14	21	6,15	15	36
24'	2789	124,7	0,035	0,52	13,2	20	0,26	107	56	1,20	40	95
$\Delta P_{кл}(уч.25)=12000 \text{ Па}$												
$\Delta P_{расп}(уч.26,27,26')=(12000+36)+0,4P_e=12036+135=12171 \text{ Па}$												
26	2205	98,6	0,028	3,00	13,2	20	0,21	70,2	211	1,20	26	236
27	1498	67,0	0,019	1,51	13,2	20	0,15	25,7	39	6,72	74	113
26'	2205	98,6	0,028	3,00	13,2	20	0,21	70,2	211	0,80	17	228
$\Delta P_{кл}(уч.27)=10171-577=11594 \text{ Па}$												
$\Delta P_{расп}(уч.28)=(11594+113)+0,4P_e=11707+148=11855 \text{ Па}$												
28	707	31,6	0,009	8,11	13,2	20	0,07	14	114	8,55	20	134
$\Delta P_{кл}(уч.28)=11855-134=11721 \text{ Па}$												
Ст5 (Ст6)												
29	1031	46,1	0,013	4,33	13,2	20	0,10	17,9	78	2,40	12	89
30	539	24,1	0,007	0,82	13,2	20	0,07	14	11	7,15	17	29
29'	1031	46,1	0,013	3,91	13,2	20	0,10	17,9	70	2,40	12	82
$\Delta P_{кл}(уч.30)=12000 \text{ Па}$												
$\Delta P_{расп}(уч.31)=(12000+29)+0,4P_e=12029+135=12164 \text{ Па}$												
31	492	22,0	0,006	7,42	13,2	20	0,07	14	104	9,55	23	127
$\Delta P_{кл}(уч.31)=12164-127=12037 \text{ Па}$												
Ст7												
32	584	26,1	0,007	2,09	13,2	20	0,07	14	29	8,95	21	51
$\Delta P_{кл}(уч.32)=12000 \text{ Па}$												
Ст8												
33	2390	106,9	0,030	0,94	13,2	20	0,22	81	76	1,20	28	105
34	584	26,1	0,007	0,63	13,2	20	0,07	14	9	6,15	15	24
33'	2390	106,9	0,030	0,66	13,2	20	0,22	81	53	1,20	28	82
$\Delta P_{кл}(уч.34)=12000 \text{ Па}$												
$\Delta P_{расп}(уч.35,36,35')=(12000+24)+0,4P_e=12024+135=12159 \text{ Па}$												
35	1806	80,8	0,023	3,00	13,2	20	0,18	43,2	130	1,20	19	149
36	539	24,1	0,007	0,63	13,2	20	0,07	14	9	6,15	15	24

35'	1806	80,8	0,023	3,00	13,2	20	0,18	43,2	130	0,80	13	142
$\Delta P_{кл}(уч.36)=12159-314=11845 \text{ Па}$												
$\Delta P_{расп}(уч.37)=(11845+24)+0,4P_e=11869+148=12017 \text{ Па}$												
37	1267	56,7	0,016	7,23	13,2	20	0,12	21,8	158	8,55	60	218
$\Delta P_{кл}(уч.37)=12017-218=11799 \text{ Па}$												
Ст9												
38	2301	102,9	0,029	0,83	13,2	20	0,22	75,6	63	1,20	28	91
39	322	14,4	0,004	0,67	13,2	20	0,07	14	9	6,15	15	24
38'	2301	102,9	0,029	0,55	13,2	20	0,22	75,6	42	1,20	28	70
$\Delta P_{кл}(уч.39)=12000 \text{ Па}$												
$\Delta P_{расп}(уч.40,41,40')=(12000+24)+0,4P_e=12024+135=12159 \text{ Па}$												
40	1979	88,5	0,025	3,00	13,2	20	0,19	54	162	1,20	21	183
41	878	39,3	0,011	0,67	13,2	20	0,08	15,3	10	6,15	19	29
40'	1979	88,5	0,025	3,00	13,2	20	0,19	54	162	0,80	14	176
$\Delta P_{кл}(уч.41)=12159-389=11770 \text{ Па}$												
$\Delta P_{расп}(уч.42)=(11770+29)+0,4P_e=11799+148=11947 \text{ Па}$												
42	1101	49,2	0,014	7,27	13,2	20	0,11	19,2	140	8,55	51	190
$\Delta P_{кл}(уч.42)=11947-190=11757 \text{ Па}$												
Ст10												
43	322	14,4	0,004	2,07	13,2	20	0,07	14	29	8,95	21	50
$\Delta P_{кл}(уч.43)=12000 \text{ Па}$												
Ст11												
44	405	18,1	0,005	2,32	13,2	20	0,07	14	32	8,95	21	54
$\Delta P_{кл}(уч.44)=12000 \text{ Па}$												
Ст12 (Ст14)												
45	379	17,0	0,005	12,33	13,2	20	0,07	14	173	12,35	30	202
$\Delta P_{кл}(уч.45)=12000 \text{ Па}$												
Ст13												
46	1510	67,5	0,019	3,73	13,2	20	0,15	25,7	96	1,70	19	115
47	755	33,8	0,010	1,07	13,2	20	0,07	14	15	4,75	11	26

46'	1510	67,5	0,019	3,50	13,2	20	0,15	25,7	90	1,70	19	109
$\Delta P_{кл}(уч.47)=12000 \text{ Па}$												
$\Delta P_{расп}(уч.48)=(12000+26)+0,4P_e=12026+135=12161 \text{ Па}$												
48	755	33,8	0,010	7,37	13,2	20	0,07	14	103	7,15	17	120
$\Delta P_{кл}(уч.48)=12161-120=12041 \text{ Па}$												
Ст15												
49	1135	50,8	0,014	3,79	13,2	20	0,11	19,2	73	1,20	7	80
50	355	15,9	0,005	0,77	13,2	20	0,07	14	11	6,15	15	26
49'	1135	50,8	0,014	3,51	13,2	20	0,11	19,2	67	1,20	7	74
$\Delta P_{кл}(уч.50)=12000 \text{ Па}$												
$\Delta P_{расп}(уч.51)=(12000+26)+0,4P_e=12026+135=12161 \text{ Па}$												
51	780	34,9	0,010	7,37	13,2	20	0,07	14	103	6,72	16	119
$\Delta P_{кл}(уч.51)=12161-119=12042 \text{ Па}$												
Ст16												
52	1682	75,2	0,021	0,86	13,2	20	0,16	32,4	28	1,20	15	43
53	529	23,7	0,007	0,62	13,2	20	0,07	14	9	6,15	15	23
52'	1682	75,2	0,021	0,58	13,2	20	0,16	32,4	19	1,20	15	34
$\Delta P_{кл}(уч.53)=12000 \text{ Па}$												
$\Delta P_{расп}(уч.54,55,54')=(12000+23)+0,4P_e=12023+135=12158 \text{ Па}$												
54	1153	51,6	0,015	3,00	13,2	20	0,11	20,5	62	1,20	7	69
55	700	31,3	0,009	0,62	13,2	20	0,07	14	9	6,15	15	23
54'	1153	51,6	0,015	3,00	13,2	20	0,11	20,5	62	0,80	5	66
$\Delta P_{кл}(уч.55)=12158-158=12000 \text{ Па}$												
$\Delta P_{расп}(уч.56)=(12000+23)+0,4P_e=12023+148=12071 \text{ Па}$												
56	453	20,3	0,006	7,22	13,2	20	0,07	14	101	8,55	20	122
$\Delta P_{кл}(уч.56)=12071-122=11949 \text{ Па}$												
Ст17												
57	529	23,7	0,007	1,94	13,2	20	0,07	14	27	6,55	16	43
$\Delta P_{кл}(уч.57)=12000 \text{ Па}$												
Ст18 (Ст19)												

58	1153	51,6	0,015	3,85	13,2	20	0,11	20,5	79	1,20	7	86
59	415	18,6	0,005	0,62	13,2	20	0,07	14	9	6,15	15	23
58'	1153	51,6	0,015	3,33	13,2	20	0,11	20,5	68	1,20	7	75
$\Delta R_{кл}(уч.59)=12000 \text{ Па}$												
$\Delta P_{расп}(уч.60,61,60')=(12000+23)+0,4P_e=12023+135=12158 \text{ Па}$												
60	738	33,0	0,009	5,28	13,2	20	0,07	14	74	4,60	11	85
61	369	16,5	0,005	1,02	13,2	20	0,07	14	14	3,75	9	23
60'	738	33,0	0,009	5,31	13,2	20	0,07	14	74	4,20	10	84
$\Delta R_{кл}(уч.61)=12158-193=11965 \text{ Па}$												
$\Delta P_{расп}(уч.62)=(11965+23)+0,4P_e=11988+148=12136 \text{ Па}$												
62	369	16,5	0,005	0,85	13,2	20	0,07	14	12	3,75	9	21
$\Delta R_{кл}(уч.62)=12136-21=12115 \text{ Па}$												
Ст20												
63	628	28,1	0,008	1,49	13,2	20	0,07	14	21	15,35	37	58
$\Delta R_{кл}(уч.63)=12000 \text{ Па}$												

Приложение В

Коэффициенты местных сопротивлений магистралей системы отопления.

Участок	Местные сопротивления	Количество	Коэффициент	Участок	Местные сопротивления	Количество	Коэффициент
1	отвод 90	1	1,20	1'	отвод 90	1	1,20
		$\Sigma=$	1,20			$\Sigma=$	1,20
2	тройник на разделение	1	1,20	2'	тройник на соединение	1	0,80
	отвод 90	1	1,20		отвод 90	1	1,20
		$\Sigma=$	2,40			$\Sigma=$	2,00
3	тройник на разделение	1	1,20	3'	тройник на соединение	1	0,80
	отвод 90	1	1,20		отвод 90	1	1,20
		$\Sigma=$	2,40			$\Sigma=$	2,00

4	тройник на разделение	1	1,20	4'	тройник на соединение	1	0,80
	отвод 90	1	1,20		отвод 90	1	1,20
		$\Sigma=$	2,40			$\Sigma=$	2,00
5	тройник на разделение	1	1,20	5'	тройник на соединение	1	0,80
	отвод 90	1	1,20		отвод 90	1	1,20
		$\Sigma=$	2,40			$\Sigma=$	2,00
6	тройник на разделение	1	1,20	6'	тройник на соединение	1	0,80
	отвод 90	1	1,20		отвод 90	1	1,20
		$\Sigma=$	2,40			$\Sigma=$	2,00
7	тройник на разделение	1	1,20	7'	тройник на соединение	1	0,80
		$\Sigma=$	1,20			$\Sigma=$	0,80
8	тройник на разделение	1	1,20	8'	тройник на соединение	1	0,80
	отвод 90	1	1,20		отвод 90	1	1,20
		$\Sigma=$	2,40			$\Sigma=$	2,00
9	тройник на разделение	1	1,20	9'	тройник на соединение	1	0,80
	отвод 90	1	1,20		отвод 90	1	1,20
		$\Sigma=$	2,40			$\Sigma=$	2,00
10	тройник на разделение	1	1,20	10'	тройник на соединение	1	0,80
		$\Sigma=$	1,20			$\Sigma=$	0,80
11	тройник на разделение	1	1,20	11'	тройник на соединение	1	0,80
	отвод 90	1	1,20		отвод 90	1	1,20
		$\Sigma=$	2,40			$\Sigma=$	2,00
12	тройник на разделение	1	1,20	12'	тройник на соединение	1	0,80
		$\Sigma=$	1,20			$\Sigma=$	0,80
13	тройник на разделение	1	1,20	13'	тройник на соединение	1	0,80
		$\Sigma=$	1,20			$\Sigma=$	0,80
14	тройник на разделение	1	1,20	14'	тройник на соединение	1	0,80
		$\Sigma=$	1,20			$\Sigma=$	0,80
15	тройник на разделение	1	1,20	15'	тройник на соединение	1	0,80
		$\Sigma=$	1,20			$\Sigma=$	0,80
16	тройник на разделение	1	1,20	16'	тройник на соединение	1	0,80

		$\Sigma=$	1,20			$\Sigma=$	0,80
17	тройник на разделение	1	1,20	17'	тройник на соединение	1	0,80
	отвод 90	1	1,20		отвод 90	1	1,20
		$\Sigma=$	2,40			$\Sigma=$	2,00
18	тройник на разделение	1	1,20	18'	тройник на соединение	1	0,80
		$\Sigma=$	1,20			$\Sigma=$	0,80
19	тройник на разделение	1	1,20	19'	тройник на соединение	1	0,80
		$\Sigma=$	1,20			$\Sigma=$	0,80
20	тройник на разделение	1	1,20	20'	тройник на соединение	1	0,80
	отвод 90	1	1,20		отвод 90	1	1,20
		$\Sigma=$	2,40			$\Sigma=$	2,00
21	тройник на разделение	1	1,20	21'	тройник на соединение	1	0,80
	отвод 45	2	1,00		отвод 45	2	1,00
	отвод 90	2	2,40		отвод 90	2	2,40
		$\Sigma=$	4,60			$\Sigma=$	4,20

Приложение Г

Коэффициенты местных сопротивлений стояков системы отопления.

Участок	Местные сопротивления	Количество	Коэффициент	Участок	Местные сопротивления	Количество	Коэффициент
22	отвод 90	6	7,20				
	отвод 45	2	1,00				
	радиаторBase 500	1	2,32				
		$\Sigma=$	10,52				
23	отвод 90	6	7,20				
	радиаторBase 350	1	1,75				
		$\Sigma=$	8,95				
24	отвод 90	1	1,20	24'	отвод 90	1	1,20

		$\Sigma=$	1,20			$\Sigma=$	1,20
25	отвод 90	2	2,40				
	тройник на разделение	1	1,20				
	тройник на соединение	1	0,80				
	радиаторBase 350	1	1,75				
		$\Sigma=$	6,15				
26	тройник на разделение	1	1,20	26'	тройник на соединение	1	0,80
		$\Sigma=$	1,20			$\Sigma=$	0,80
27	отвод 90	2	2,40				
	тройник на разделение	1	1,20				
	тройник на соединение	1	0,80				
	радиаторBase 500	1	2,32				
		$\Sigma=$	6,72				
28	отвод 90	4	4,80				
	тройник на разделение	1	1,20				
	тройник на соединение	1	0,80				
	радиаторBase 350	1	1,75				
		$\Sigma=$	8,55				
29	отвод 90	2	2,40	29'	отвод 90	2	2,40
		$\Sigma=$	2,40			$\Sigma=$	2,40
30	отвод 90	2	2,40				
	отвод 45	2	1,00				
	тройник на разделение	1	1,20				
	тройник на соединение	1	0,80				
	радиаторBase 350	1	1,75				
		$\Sigma=$	7,15				
31	отвод 90	4	4,80				
	отвод 45	2	1,00				
	тройник на разделение	1	1,20				
	тройник на соединение	1	0,80				
	радиаторBase 350	1	1,75				

		$\Sigma=$	9,55				
32	отвод 90	6	7,20				
	радиаторBase 350	1	1,75				
		$\Sigma=$	8,95				
33	отвод 90	1	1,20	33'	отвод 90	1	1,20
		$\Sigma=$	1,20			$\Sigma=$	1,20
34	отвод 90	2	2,40				
	тройник на разделение	1	1,20				
	тройник на соединение	1	0,80				
	радиаторBase 350	1	1,75				
		$\Sigma=$	6,15				
35	тройник на разделение	1	1,20	35'	тройник на соединение	1	0,80
		$\Sigma=$	1,20			$\Sigma=$	0,80
36	отвод 90	2	2,40				
	тройник на разделение	1	1,20				
	тройник на соединение	1	0,80				
	радиаторBase 350	1	1,75				
		$\Sigma=$	6,15				
37	отвод 90	4	4,80				
	тройник на разделение	1	1,20				
	тройник на соединение	1	0,80				
	радиаторBase 350	1	1,75				
		$\Sigma=$	8,55				
38	отвод 90	1	1,20	38'	отвод 90	1	1,20
		$\Sigma=$	1,20			$\Sigma=$	1,20
39	отвод 90	2	2,40				
	тройник на разделение	1	1,20				
	тройник на соединение	1	0,80				
	радиаторBase 350	1	1,75				
		$\Sigma=$	6,15				
40	тройник на разделение	1	1,20	40'	тройник на соединение	1	0,80

		$\Sigma=$	1,20			$\Sigma=$	0,80
41	отвод 90	2	2,40				
	тройник на разделение	1	1,20				
	тройник на соединение	1	0,80				
	радиаторBase 350	1	1,75				
		$\Sigma=$	6,15				
42	отвод 90	4	4,80				
	тройник на разделение	1	1,20				
	тройник на соединение	1	0,80				
	радиаторBase 350	1	1,75				
		$\Sigma=$	8,55				
43	отвод 90	6	7,20				
	радиаторBase 350	1	1,75				
		$\Sigma=$	8,95				
44	отвод 90	6	7,20				
	радиаторBase 350	1	1,75				
		$\Sigma=$	8,95				
45	отвод 90	8	9,60				
	отвод 45	2	1,00				
	радиаторBase 350	1	1,75				
		$\Sigma=$	12,35				
46	отвод 90	1	1,20	46'	отвод 90	1	1,20
	отвод 45	1	0,50		отвод 45	1	0,50
		$\Sigma=$	1,70			$\Sigma=$	1,70
47	отвод 45	2	1,00				
	тройник на разделение	1	1,20				
	тройник на соединение	1	0,80				
	радиаторBase 350	1	1,75				
		$\Sigma=$	4,75				
48	отвод 90	2	2,40				
	отвод 45	2	1,00				

	тройник на разделение	1	1,20				
	тройник на соединение	1	0,80				
	радиаторBase 350	1	1,75				
		$\Sigma=$	7,15				
49	отвод 90	1	1,20	49'	отвод 90	1	1,20
		$\Sigma=$	1,20			$\Sigma=$	1,20
50	отвод 90	2	2,40				
	тройник на разделение	1	1,20				
	тройник на соединение	1	0,80				
	радиаторBase 350	1	1,75				
		$\Sigma=$	6,15				
51	отвод 90	2	2,40				
	тройник на разделение	1	1,20				
	тройник на соединение	1	0,80				
	радиаторBase 500	1	2,32				
		$\Sigma=$	6,72				
52	отвод 90	1	1,20	52'	отвод 90	1	1,20
		$\Sigma=$	1,20			$\Sigma=$	1,20
53	отвод 90	2	2,40				
	тройник на разделение	1	1,20				
	тройник на соединение	1	0,80				
	радиаторBase 350	1	1,75				
		$\Sigma=$	6,15				
54	тройник на разделение	1	1,20	54'	тройник на соединение	1	0,80
		$\Sigma=$	1,20			$\Sigma=$	0,80
55	отвод 90	2	2,40				
	тройник на разделение	1	1,20				
	тройник на соединение	1	0,80				
	радиаторBase 350	1	1,75				
		$\Sigma=$	6,15				
56	отвод 90	4	4,80				

	тройник на разделение	1	1,20				
	тройник на соединение	1	0,80				
	радиаторBase 350	1	1,75				
	Σ=		8,55				
57	отвод 90	4	4,80				
	радиаторBase 350	1	1,75				
	Σ=		6,55				
58	отвод 90	1	1,20	58'	отвод 90	1	1,20
	Σ=		1,20			Σ=	1,20
59	отвод 90	2	2,40				
	тройник на разделение	1	1,20				
	тройник на соединение	1	0,80				
	радиаторBase 350	1	1,75				
	Σ=		6,15				
60	тройник на разделение	1	1,20	60'	тройник на соединение	1	0,80
	отвод 90	2	2,40		отвод 90	2	2,40
	отвод 45	2	1,00		отвод 45	2	1,00
	Σ=		4,60			Σ=	4,20
61	тройник на разделение	1	1,20				
	тройник на соединение	1	0,80				
	радиаторBase 350	1	1,75				
	Σ=		3,75				
62	тройник на разделение	1	1,20				
	тройник на соединение	1	0,80				
	радиаторBase 350	1	1,75				
	Σ=		3,75				
63	отвод 90	8	9,60				
	отвод 45	4	2,00				
	тройник на разделение	1	1,20				
	тройник на соединение	1	0,80				
	радиаторBase 350	1	1,75				

		$\Sigma=$	15,35			
--	--	-----------	-------	--	--	--

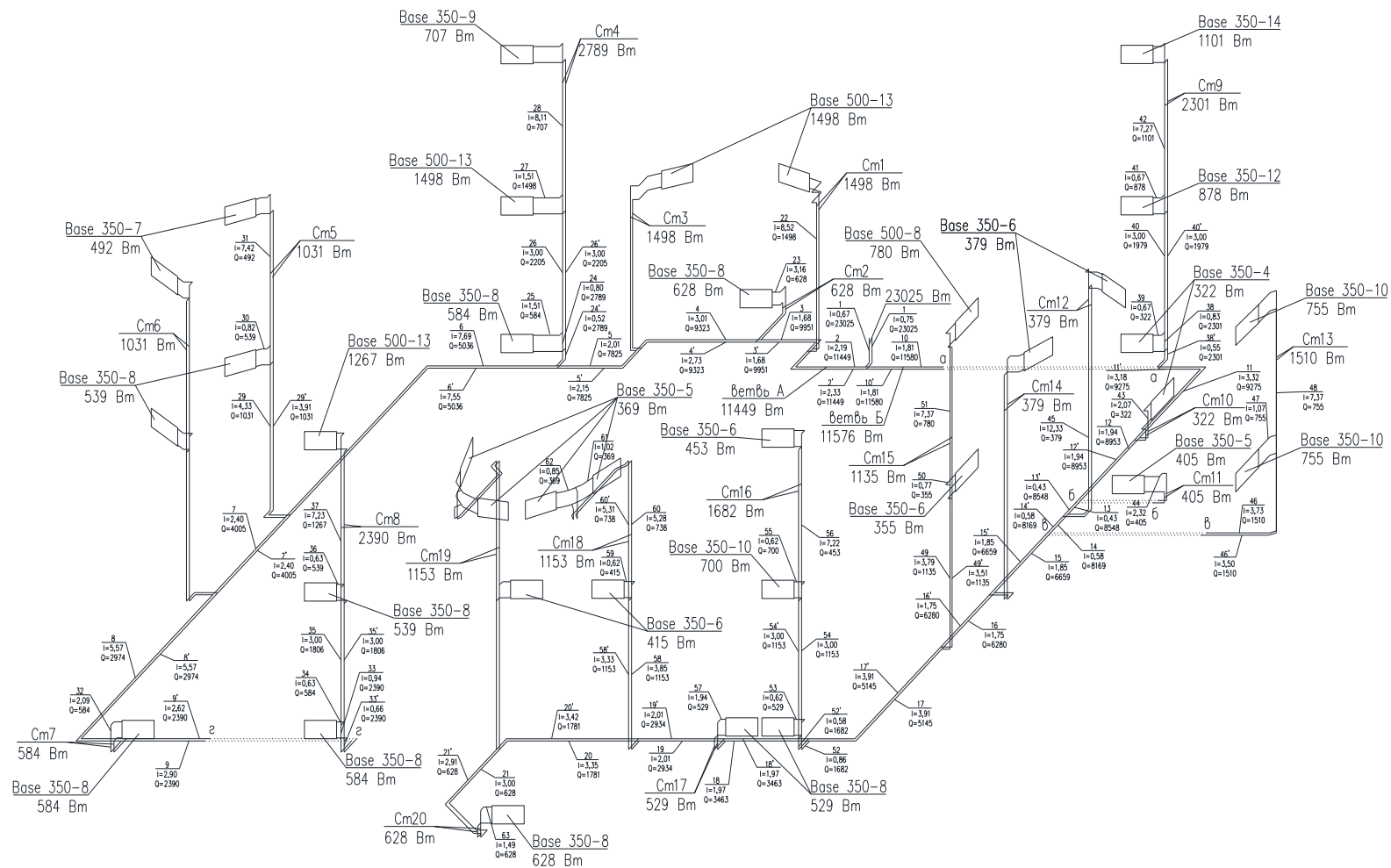
Приложение Д

Характеристика радиаторных клапанов RA-N системы отопления.

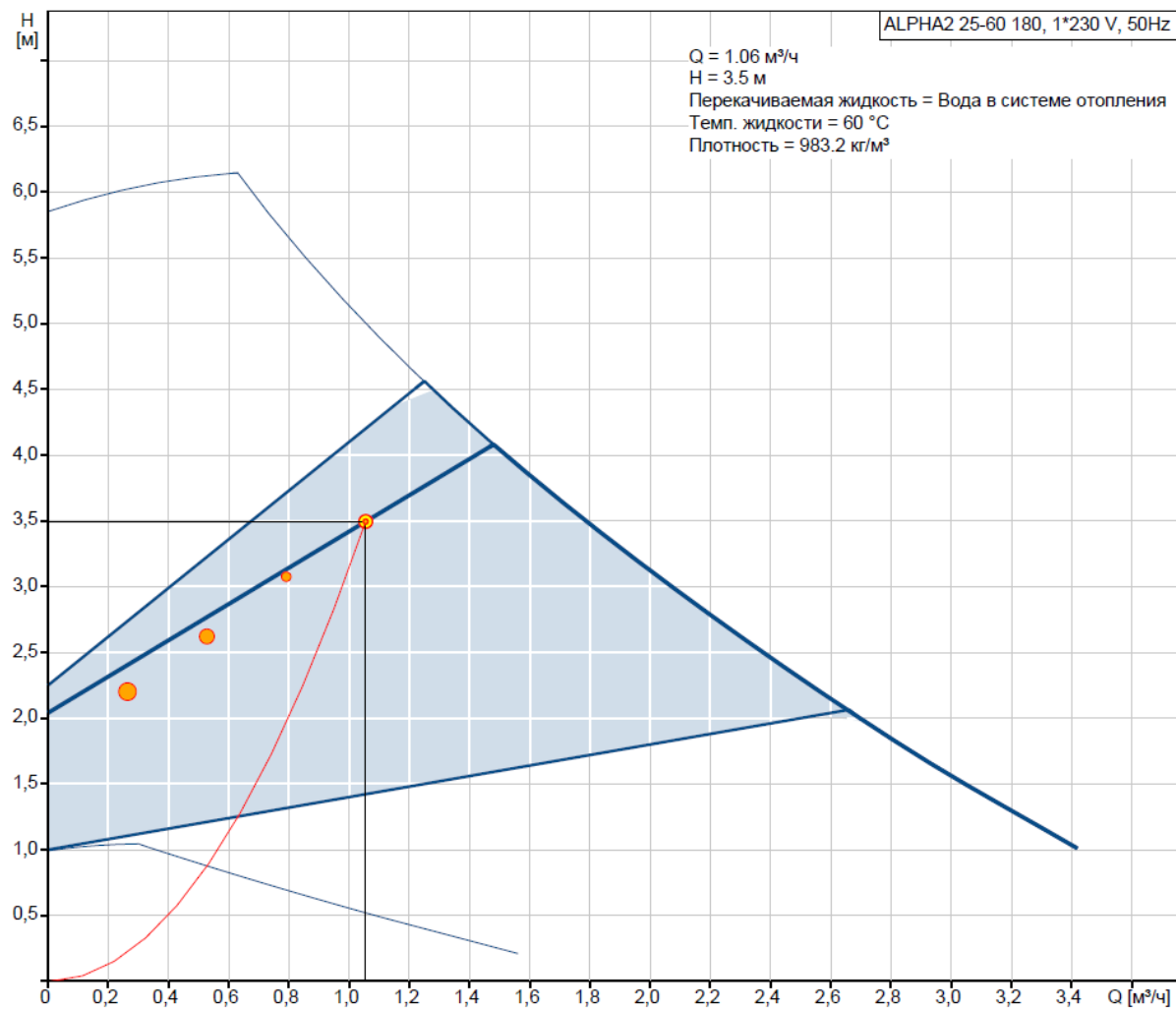
Участок	Расход воды на участке G, кг/ч	Потери давления на клапане ΔP , Па	Пропускная способность, kv, м3/ч	Значение предварительной настройки клапана n
22	67	12000	0,2	3,5
23	28,1	12000	0,09	2
25	26,1	12000	0,08	2
27	67	11594	0,2	3,5
28	31,6	11721	0,1	2
30	24,1	12000	0,07	1,5
31	22	12037	0,07	1,5
32	26,1	12000	0,08	2
34	26,1	12000	0,08	2
36	24,1	11845	0,08	2
37	56,7	11799	0,17	3
39	14,4	12000	0,05	1
41	39,3	11770	0,12	2,5

42	49,2	11757	0,15	3
43	14,4	12000	0,05	1
44	18,1	12000	0,06	1,5
45	17	12000	0,05	1
47	33,8	12000	0,1	2
48	33,8	12041	0,1	2
50	15,9	12000	0,05	1
51	34,9	12042	0,11	2,5
53	23,7	12000	0,07	1,5
55	31,3	12000	0,1	2
56	20,3	11949	0,06	1,5
57	23,7	12000	0,07	1,5
59	18,6	12000	0,06	1,5
61	16,5	11965	0,05	1
62	16,5	12000	0,05	1
63	28,1	12000	0,09	2

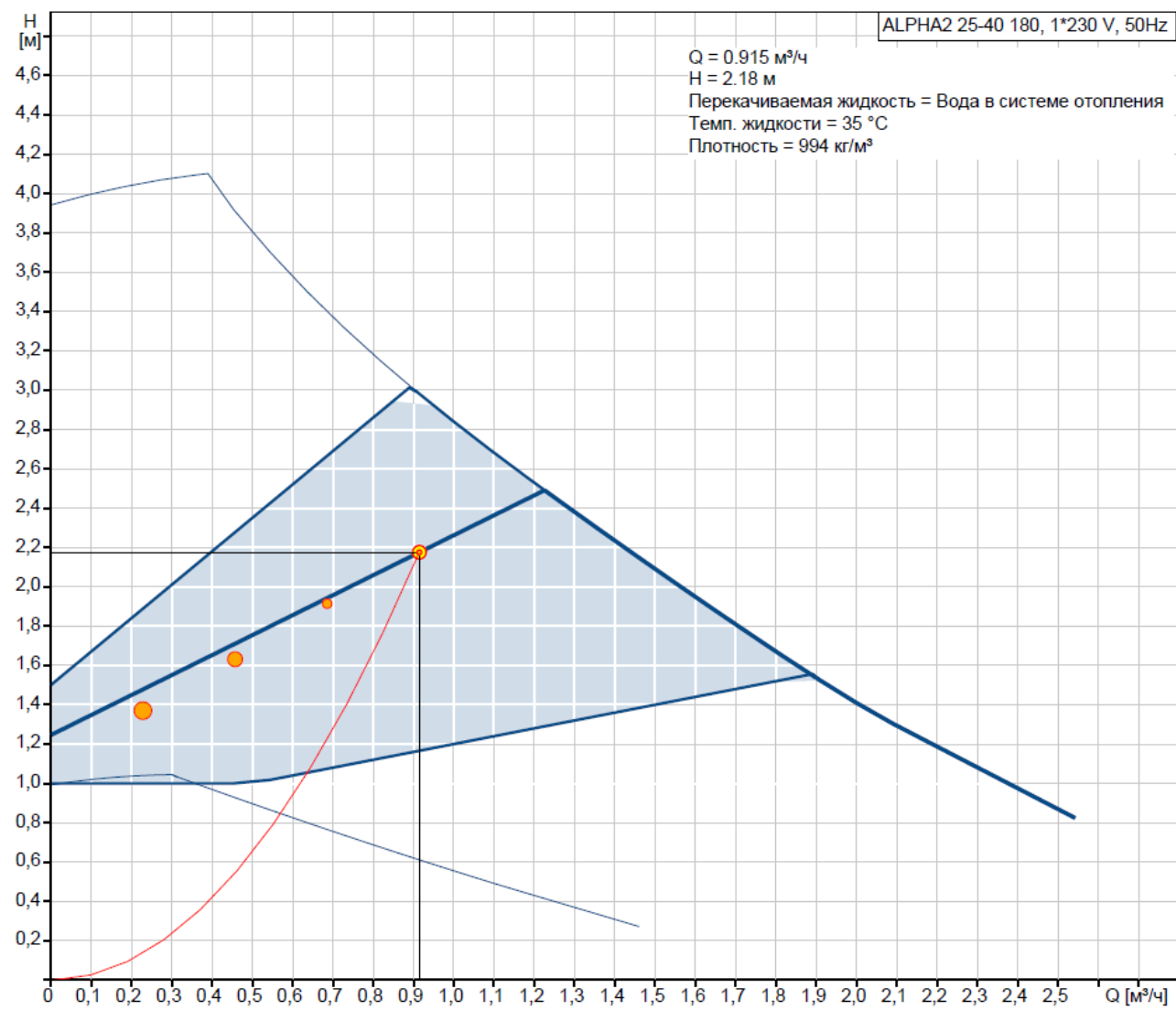
T1, T2



Приложение Ж

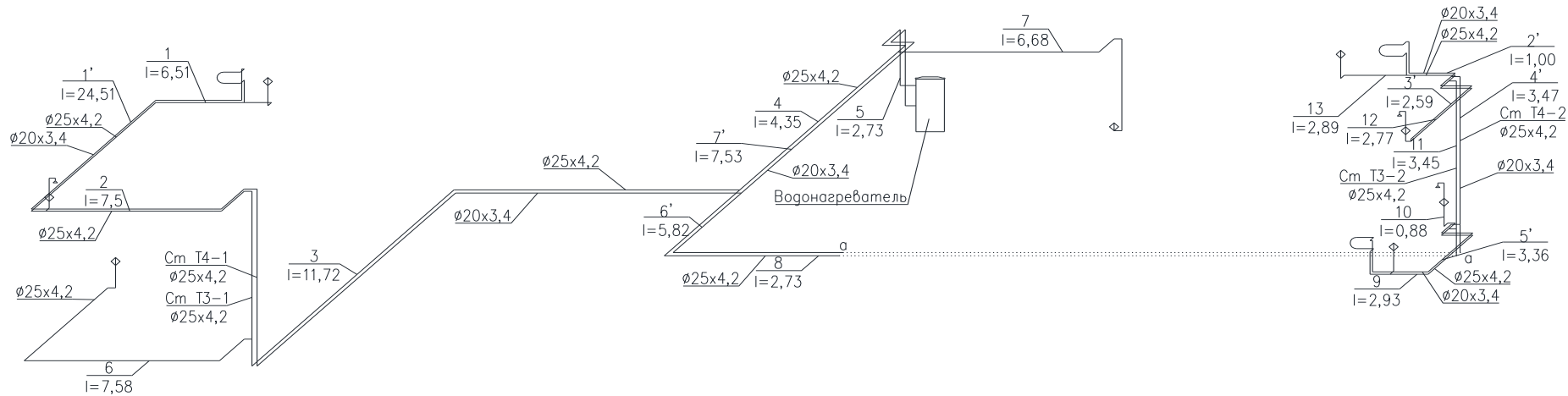


Приложение И



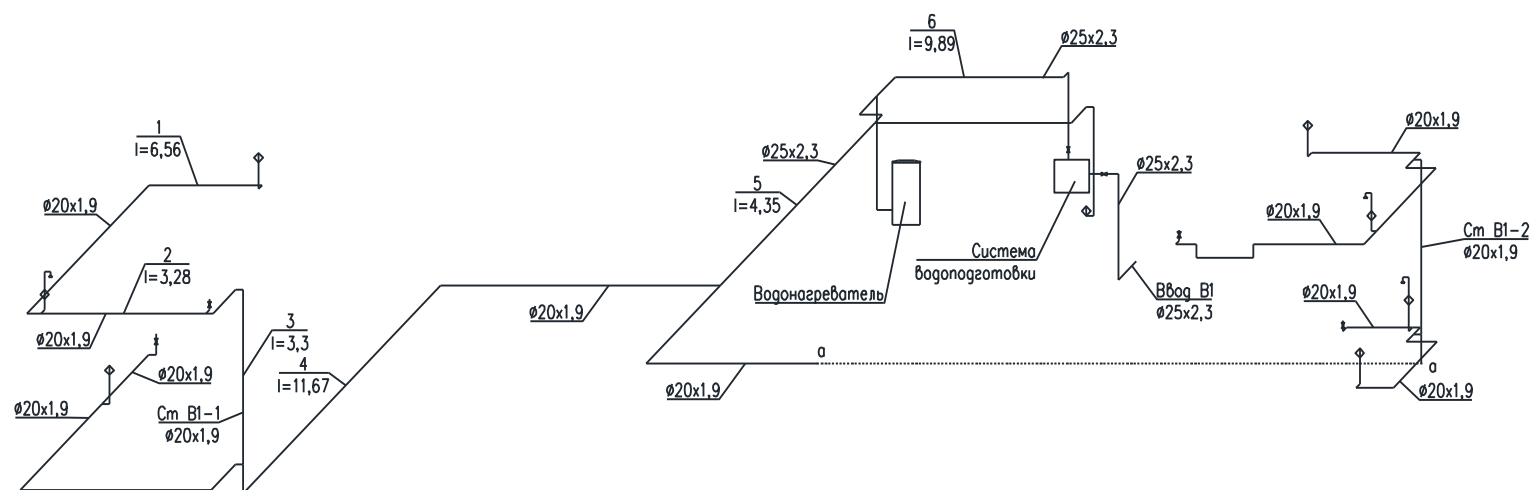
Приложение К

T3, T4



Приложение Л

В1



Приложение М

K1

