

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт «Архитектурно-строительный»
Кафедра «Градостроительство, инженерные сети и системы»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
к.т.н., доцент
_____ Д.В. Ульрих
_____ 2020 г.

Проектирование систем газоснабжения и создания микроклимата
жилых зданий посёлка Светлогорье Кировской области.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 08.03.01.2020.211.03. ПЗ ВКР

Консультанты:

Раздел «Автоматизация»
доцент, к.т.н.
_____ С.В. Панферов
_____ 2020 г.

Руководитель проекта:
доцент, к.т.н.
_____ Е.Ю.Анисимова.
_____ 2020 г.

Автор проекта:
студент группы АС-425
_____ А.А.Брюханова.
_____ 2020 г.

Нормоконтролер:
старший преподаватель
_____ Ю.В.Дорофеева.
_____ 2020 г.

АННОТАЦИЯ

Брюханова А.А. Проектирование систем газоснабжения и создания микроклимата жилых зданий посёлка Светлогорье Кировской области.– Челябинск: ФГАОУ ВО ЮУрГУ (НИУ),АС-425, кафедра ГИСиС 2020, 61 стр., библиогр. список –17 наименований, 10 иллюстраций,10 приложений, 7 листов чертежей формата А1.

В ПЗ представлены следующие разделы: исходные данные, расчет теплопотерь через наружные ограждающие конструкции, расчет теплопотерь в результате несбалансированной вентиляции, описание принятой системы отопления, гидравлический расчет системы отопления, подбор оборудования для системы отопления, определение расчетного расхода теплоты на ГВС, характеристика газообразного топлива, подбор газоиспользующего оборудования, проектирование сетей газоснабжения среднего давления, проектирование сетей газоснабжения низкого давления, проектирование внутридомовой сети газоснабжения, подбор оборудования ГРП, продольный профиль трассы газопровода, автоматизация ГРП.

В графических приложениях представлены: исходные данные, план жилого здания, генплан поселка с нанесением сетей газоснабжения, схема газопровода среднего давления, схема газопровода низкого давления, схема внутридомового газопровода, продольный профиль трассы газопровода, план и разрез ГРП, схема ввода газопровода в здание, план здания с нанесением системы отопления, схема системы отопления, схема присоединения отопительного прибора, схема присоединения котла, автоматизация ГРП.

						08.03.01.2020.211.03 ПЗ ВКР		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Зав. каф.	Ульрих				Проектирование систем газоснабжения и создания микроклимата жилых зданий посёлка Светлогорье Кировской области.	Стадия	Лист	Листов
Н.контр.	Дорофеева					ДП	3	
Руководит.	Анисимова					ЮУрГУ Кафедра ГИСиС		
Консульт.	Дорофеева							
Дипломник	Брюханова							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ	10
1.1 Характеристика объекта строительства	10
1.2 Климатическая характеристика района строительства	10
1.3 Характеристика ограждающих конструкций.....	11
1.4 Параметры внутреннего воздуха	21
2 РАСЧЕТ ТЕПЛОПOTЕРЬ ЧЕРЕЗ НАРУЖНЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ	22
3 РАСЧЕТ ТЕПЛОПOTЕРЬ В РЕЗУЛЬТАТЕ НЕСБАЛАНСИРОВАННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ	23
4 ОПИСАНИЕ ПРИНЯТОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ.....	26
5 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ	28
5.1 Гидравлический расчет теплого пола	28
5.2 Гидравлический расчет системы отопления.	29
5.4 Гидравлическая увязка циркуляционных колец.	30
6 ПОДБОР ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ	32
7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОГО РАСХОДА ТЕПЛОТЫ НА ГВС	33
8 ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЗООБРАЗНОГО ТОПЛИВА.....	35
9 ПОДБОР ГАЗОИСПОЛЬЗУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ	36
10 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТЕЙ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ СРЕДНЕГО ДАВЛЕНИЯ.....	37
10.1 Конструирование сетей газоснабжения среднего давления	37

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		4

10.2	Определение часового расхода газа поселком.....	38
10.3	Гидравлический расчет сетей газоснабжения среднего давления.	38
11	ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГАЗОПРОВОДА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ.....	43
11.1	Конструирование газопровода низкого давления.....	43
11.2	Гидравлический расчет сети низкого давления.	45
12	ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНУТРИДОМОВОГО ГАЗОПРОВОДА.....	56
12.1	Конструирование внутридомового газопровода	56
12.2	Гидравлический расчет внутридомового газопровода.....	58
13	ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ГРП.....	62
13.1	Подбор регулятора давления.	62
11.2	Подбор фильтра.	64
11.3	Подбор предохранительно запорного клапана.	65
11.4	Подбор предохранительно сбросного клапана.	66
14	ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ ТРАССЫ ГАЗОПРОВОДА	67
15	АВТОМАТИЗАЦИЯ ГРП.....	69
15.1	Характеристика объекта регулирования	69
15.2	Задачи системы автоматизации ГРП	69
15.3	Принцип работы системы автоматизации.....	70
15.4	Блокировка и защита оборудования	70
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	72
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	74
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	76
	ПРИЛОЖЕНИЕ В	84

ПРИЛОЖЕНИЕ Г	88
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	89
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	90
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж	91
ПРИЛОЖЕНИЕ К	92
ПРИЛОЖЕНИЕ Л	93
ПРИЛОЖЕНИЕ М	101
ПРИЛОЖЕНИЕ Н	102

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		6

ВВЕДЕНИЕ

В данном дипломном проекте рассматриваются вопросы выбора и расчета систем отопления и газоснабжения в п. Светлогорье, Кировской области. Основная задача выполнения проекта- создание комфортных условий для человека в жилых одноэтажных зданиях. При строительстве жилых зданий одной из самых важных задач является создание микроклимата в помещениях, который будет обеспечивать комфортное проживание людей. Комфортные условия благоприятно воздействуют не только на людей, но и на ограждающие конструкции, на оборудование, расположенное в здании и на технологические процессы в производственных помещениях.

Эффективность работы системы во многом зависит от правильности выполнения инженерных расчетов, применения новейшего оборудования, средств автоматизации, условий эксплуатации. Отопление является отраслью строительной техники. Монтаж стационарной отопительной установки проводится в процессе возведения здания, ее элементы при проектировании увязываются со строительными конструкциями и сочетаются с планировкой и интерьером помещений. Вместе с тем отопление — один из видов технологического оборудования зданий.

Функционирование отопления характеризуется определенной периодичностью в течение года и изменчивостью использования мощности установки, зависящей, прежде всего, от метеорологических условий в холодное время года.

При понижении температуры наружного воздуха и усилении ветра теплоотдача от отопительных установок в помещения должна увеличиваться, а при повышении температуры наружного воздуха, воздействии солнечной радиации – уменьшаться, т. е. теплоотдача от отопительных установок должна постоянно регулироваться. Изменение внешних воздействий сочетается с

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		7

неравномерными теплоступлениями от внутренних производственных и бытовых источников, что также вызывает необходимость регулирования действия отопительных установок.

Для создания и поддержания теплового комфорта в помещениях зданий требуются технически совершенные и надежные отопительные установки. И чем суровее климат местности и выше требования к обеспечению благоприятных тепловых условий в здании, тем более мощными и гибкими должны быть эти установки.

Эффективность действия отопительных установок обеспечивается путем оптимизации проектных решений с применением ЭВМ, придания установкам надежности в эксплуатации, автоматического поддержания необходимой температуры теплоносителя. Исследуются режимы эксплуатации, изыскиваются способы управления отопительными установками для экономии тепловой энергии.

Немаловажным в повышении эффективности системы отопления является снижение потерь. Сюда относится не только борьба с тепловыми потерями, но и с гидравлическими, которые сказываются на повышении затрат для транспортировки теплоносителя к потребителям тепла. Увеличение гидравлических потерь связано, прежде всего, с физическим старением трубопроводов, с изменениями внутренних диаметров труб из-за коррозионных наростов и «заиливанием» в местах пониженных скоростей теплоносителя. Для повышения эффективности в данном проекте использованы современные строительные материалы с низким значением теплопроводности, а так же трубопроводы системы отопления из сшитого полиэтилена, которые в свою очередь не подвержены коррозии.

Системы газоснабжения представляют собой сложный комплекс сооружений. Так как природный газ является высокоэффективным энергоносителем, в условиях экономического кризиса газификация может

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		8

составить основу социально-экономического развития, обеспечить улучшение условий труда и быта населения, а также снижение загрязнения окружающей среды.

Основной задачей при использовании природного газа является его рациональное потребление, то есть снижение удельного расхода посредством внедрения экономических технологических процессов, при которых наиболее полно реализуются положительные свойства газа. Применение газового топлива позволяет избежать потерь теплоты, определяемых механическим и химическим недожогом.

Схему разводки газоснабжения принимают максимально короткой с учетом особенностей планировки поселка. Материалы и способ прокладки газопровода принимают подходящими для климатических условий проектируемого объекта. Газоиспользующее оборудование подбирают с максимально возможным КПД.

Для улучшения работы системы газоснабжения предусматривается автоматизация ГРП.

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		9

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1.1 Характеристика объекта строительства

Объектом проектирования является поселок Светлогорье в Кировской области, в 19 км от города Киров. Количество участков в поселке 81. На участках расположены однотипные одноэтажные жилые дома. Ориентация домов по сторонам света различная (главный фасад здания выходит на проезжую часть).

Каждому зданию присвоена серия в зависимости от ориентации главного фасада:

- Здание серии 1- ориентация главного фасада на север;
- Здание серии 2- ориентация главного фасада на восток;
- Здание серии 3- ориентация главного фасада на юг;
- Здание серии 4- ориентация главного фасада на запад;

Централизованная система теплоснабжения и центральная система горячего водоснабжения отсутствуют. Нужды отопления, горячего водоснабжения, приготовления пищи обеспечиваются газоснабжением жилых домов. Проектируемый газопровод подключается с помощью врезки в существующий подземный стальной газопровод среднего давления $P=0,255\text{МПа}$ с диаметром 160 мм.

1.2 Климатическая характеристика района строительства

Расчётные параметры наружного воздуха для проектирования системы отопления принимаются по СП 131.13330.2018 «Строительная климатология» [1]. Расчётная температура наружного воздуха для проектирования системы отопления, принимается по параметрам Б. Расчетная температура внутреннего воздуха принимается по ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные». Параметры микроклимата в помещениях».

Район строительства- город Киров;

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		10

Зона влажности- нормальная [2, прил Б];

Влажностный режим помещений зданий- нормальный [2. табл 1];

Условия эксплуатации ограждающих конструкций- Б [2. табл 2];

Температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92- $t_{н}=-32^{\circ}\text{C}$ [1.табл 3.1];

Средняя температура наружного воздуха отопительного периода - $t_{от}=-5^{\circ}\text{C}$. [1.табл 3.1];

Продолжительность отопительного периода- $Z_{от} = 223$ сут [1.табл 3.1];

Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь- $v = 3$ м/с [1.табл 3.1].

1.3 Характеристика ограждающих конструкций

Расчет сопротивления теплопередаче наружной стены.

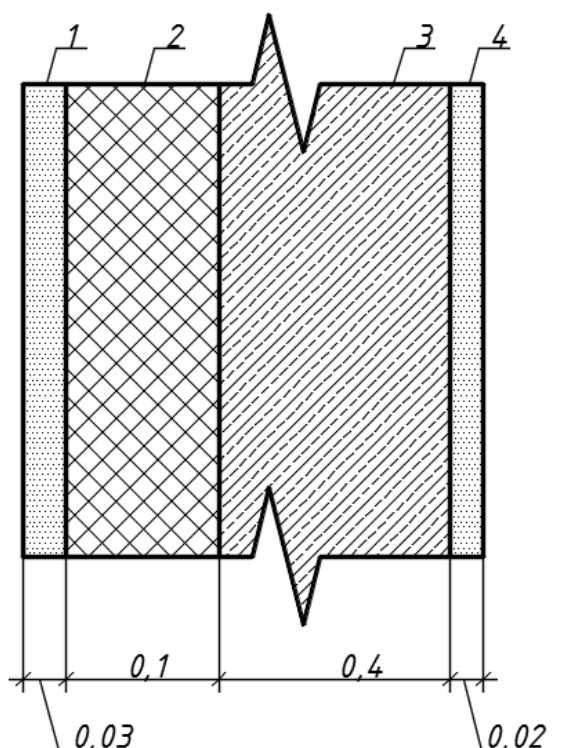


Рисунок 1.1- конструкция наружной стены

Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата

08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ

Лист

11

Таблица 1.1- характеристика слоев наружной стены

№ слоя	Наименование слоя	δ, м	ρ, кг/м ²	λ, Вт/м·°С
1	Штукатурка декоративная (раствор цементно-песчаный)	0,03	1800	0,93
2	Плиты минералловатные ПЖ-100 по ГОСТ 9573-2012	х	110	0,039
3	Газобетон на цементом вяжущем	0,4	1000	0,43
4	Внутренняя штукатурка (раствор известково-песчаный)	0,02	1600	0,81

Найдем значение требуемого сопротивления теплопередаче стены (метод интерполяции) $R_0^{тр} = 3,4 \frac{°C \cdot м^2}{Вт}$ [1, табл. 3].

Нормируемое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$R_0^{норм} = R_0^{тр} \cdot m_p \quad (1.1)$$

где m_p - коэффициент, учитывающий особенности региона строительства, принимаем $m_p = 1$.

$$R_0^{\text{норм}} = 3,4 \cdot 1 = 3,4 \frac{\text{°C} \cdot \text{м}^2}{\text{Вт}}$$

Что бы выполнялось поэлементное требование R_0 должно быть больше чем $R_0^{\text{норм}}$, где R_0 определяется по формуле:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \quad (1.2)$$

где $\alpha_{\text{в}}$ и $\alpha_{\text{н}}$ - коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхностей ограждающей конструкции $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{°C} \cdot \text{м}^2}$ [2. табл 4]; $\alpha_{\text{н}}^{\text{НС}} = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{°C} \cdot \text{м}^2}$ [2. табл 6];

$\alpha_{\text{н}}^{\text{ПЛ}} = 6 \frac{\text{Вт}}{\text{°C} \cdot \text{м}^2}$ [2. табл 6]; $\alpha_{\text{н}}^{\text{ПТ}} = 12 \frac{\text{Вт}}{\text{°C} \cdot \text{м}^2}$ [2. табл 6];

δ - толщина ограждающей конструкции;

λ - коэффициент теплопроводности материала [2. прил Т].

Примем толщину утеплителя за x , подставим в формулу (2) и приравняем к $R_0^{\text{норм}}$:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{x}{0,039} + \frac{0,4}{0,43} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{1}{23} = 3,4$$

$X=0,09\text{м}$ - примем слой утеплителя толщиной 0,1м

Подставим найденную толщину утеплителя в формулу (2) и найдем R_0 :

$$\frac{1}{8,7} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,1}{0,039} + \frac{0,4}{0,43} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{1}{23} = 3,7 \frac{\text{°C} \cdot \text{м}^2}{\text{Вт}}$$

$R_0 = 3,7 \frac{\text{°C} \cdot \text{м}^2}{\text{Вт}} > R_0^{\text{норм}} = 3,4 \frac{\text{°C} \cdot \text{м}^2}{\text{Вт}}$ требование СП-50.13330 для

сопротивления теплопередаче наружной ограждающей конструкции выполняется.

Выполним проверку санитарно-гигиенических требований:

Для выполнения санитарно-гигиенического требования необходимо, что бы температура на внутренней поверхности ограждающей конструкции должна быть выше чем температура в точке росы ($t_{\text{в}} > t_{\text{тр}}$) и температурный перепад не должен быть больше нормируемого ($\Delta t < \Delta t'_{\text{н}}$).

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		13

Найдем температуру на внутренней поверхности ограждающей конструкции по формуле:

$$\tau_B = t_B - \frac{n \cdot (t_B - t_H)}{\alpha_B \cdot R_0} \quad (1.3)$$

где n - показывает ориентацию НОК к окружающей среде, принимаем $n = 1$.

$$\tau_B = 21 - \frac{1 \cdot (21 - (-32))}{8,7 \cdot 3,7} = 19,3^\circ\text{C}$$

Сравним с температурой точки росы - $\tau_B = 19,3 > t_{\text{ТР}} = 11,6^\circ\text{C}$.

Найдем температурный перепад по формуле:

$$\Delta t = t_B - \tau_B \quad (1.4)$$

$$\Delta t = 21 - 19,3 = 1,7^\circ\text{C}$$

Сравним с нормируемым температурным перепадом для стены-
 $\Delta t = 1,7^\circ\text{C} < \Delta t'_H = 4^\circ\text{C}$ - санитарно-гигиеническое требование выполнено.

Расчет сопротивления теплопередаче чердачного перекрытия.

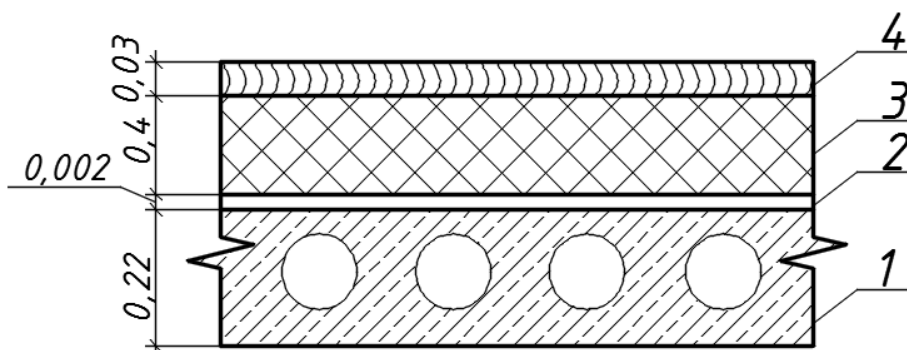


Рисунок 1.2 – Конструкция чердачного перекрытия

Таблица 1.2 – Характеристика слоев бесчердачного покрытия

№ слоя	Наименование слоя	δ, м	ρ, кг/м ²	λ, Вт/м·°С
1	Пустотная железобетонная плита	0,22	2500	2,04
2	Один слой рубероида (ГОСТ 10923)	0,002	600	0,17
3	слой утеплителя из матов минераловатных прошивных на синтетическом связующем(ГОСТ 9573)	x	150	0,041
4	Цементно-песчаная стяжка	0,03	1800	0,93

Требуемое значение теплопередачи для чердачного перекрытия

$$R_0^{\text{тр}} = 4,5 \frac{^{\circ}\text{C}\cdot\text{м}^2}{\text{Вт}} [1, \text{табл. 3}].$$

Сопротивление теплопередаче для железобетонной пустотной плиты толщиной 0,22 м и диаметром отверстий 0,16 м принимаем равной $0,107 \frac{^{\circ}\text{C}\cdot\text{м}^2}{\text{Вт}}$.

Найдем нормируемое сопротивление теплопередаче по формуле (1.1):

$$R_0^{\text{норм}} = 4,5 \cdot 1 = 4,5 \frac{^{\circ}\text{C}\cdot\text{м}^2}{\text{Вт}}$$

Примем толщину утеплителя за x, подставим в формулу (1.2) и приравняем к $R_0^{\text{норм}}$:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + 0,107 + \frac{0,002}{0,17} + \frac{x}{0,041} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{1}{12} = 4,5 \frac{^{\circ}\text{C}\cdot\text{м}^2}{\text{Вт}}$$

X=0,17м- примем слой утеплителя толщиной 0,2м.

Подставим найденную толщину утеплителя в формулу (1.2) и найдем R_0 :

$$\frac{1}{8,7} + 0,107 + \frac{0,002}{0,17} + \frac{x}{0,041} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{1}{12} = 5,14 \frac{^{\circ}\text{C} \cdot \text{м}^2}{\text{Вт}}$$

$R_0 = 5,14 \frac{^{\circ}\text{C} \cdot \text{м}^2}{\text{Вт}} > R_0^{\text{норм}} = 4,5 \frac{^{\circ}\text{C} \cdot \text{м}^2}{\text{Вт}}$ - требование СП-50.13330 для сопротивления теплопередаче наружной ограждающей конструкции выполняется.

Выполним проверку санитарно-гигиенических требований:

Для выполнения санитарно-гигиенического требования необходимо, чтобы температура на внутренней поверхности ограждающей конструкции должна быть выше чем температура в точке росы ($\tau_B > t_{\text{ТР}}$) и температурный перепад не должен быть больше нормируемого ($\Delta t < \Delta t'_H$).

Найдем температуру на внутренней поверхности ограждающей конструкции по формуле (1.3):

$$\tau_B = 21 - \frac{1 \cdot (21 - (-32))}{8,7 \cdot 5,14} = 19,8^{\circ}\text{C}$$

Сравним с температурой точки росы $\tau_B = 19,8 > t_{\text{ТР}} = 11,6^{\circ}\text{C}$

Найдем температурный перепад по формуле (1.4):

$$\Delta t = 21 - 19,8 = 1,2^{\circ}\text{C}$$

Сравним с нормируемым температурным перепадом для стены $\Delta t = 1,2^{\circ}\text{C} < \Delta t'_H = 3^{\circ}\text{C}$ - санитарно-гигиеническое требование выполнено.

Расчет сопротивления теплопередаче пола по грунту.

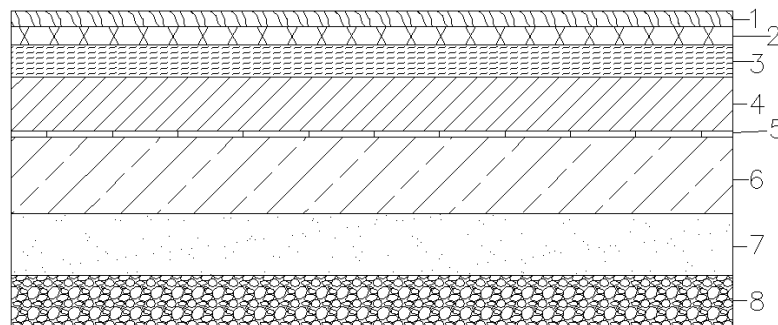


Рисунок 1.3 – Конструкция перекрытия пола по грунту

Таблица 1.3 – Характеристика слоев перекрытия пола по грунту

№ слоя	Наименование слоя	δ , м	ρ , кг/м ³	λ , Вт/м·°С
1	Покрытие: паркет из дуба поперек волокон (ГОСТ 9462, ГОСТ 2695)	0,02	700	0,23
2	Лист гипсокартонный	0,015	1350	0,56
3	Цементно-песчаная стяжка	0,03	1800	0,93
4	Пенополистирол (ТУ 6-05-11-78-78)	0,05	150	0,06
5	Железобетонная плита	0,22	2500	2,04
6	Уплотненная выравнивающая песчаная подготовка	0,25	1600	0,58
7	Слой щебня	0,25	800	0,26

Требуемое значение теплопередачи для пола $R_0^{тр} = 4,5 \frac{°C \cdot m^2}{Вт}$ [1, табл. 3].

Найдем нормируемое сопротивление теплопередаче по формуле (1.1):

$$R_0^{норм} = 4,5 \cdot 1 = 4,5 \frac{°C \cdot m^2}{Вт}$$

Разделим пол на зоны и определим сопротивление теплопередаче каждой зоны по формуле:

$$R_{ут.п} = R_{н.п} + \sum \frac{\delta_{у.с}}{\lambda_{у.с}} \quad (1.5)$$

где $R_{н.п}$ - сопротивление теплопередаче не утепленного пола для первой зоны принимается равным $R_{н.пI} = 2,1 \frac{m^2 \cdot °C}{Вт}$, для второй зоны $R_{н.пII} = 4,3 \frac{m^2 \cdot °C}{Вт}$;

$\delta_{у.с}$ - толщина утепляющего слоя;

$\lambda_{у.с}$ - теплопроводность материала утепляющего слоя.

Определим сопротивление теплопередаче для первой зоны:

$$R_{\text{ут.пI}} = 2,1 + \frac{0,02}{0,23} + \frac{0,015}{0,56} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,05}{0,06} = 3,1 \frac{\text{°C} \cdot \text{м}^2}{\text{Вт}}$$

Найдем сопротивление теплопередаче для второй зоны:

$$R_{\text{ут.пII}} = 4,3 + \frac{0,02}{0,23} + \frac{0,015}{0,56} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,05}{0,06} = 5,3 \frac{\text{°C} \cdot \text{м}^2}{\text{Вт}}$$

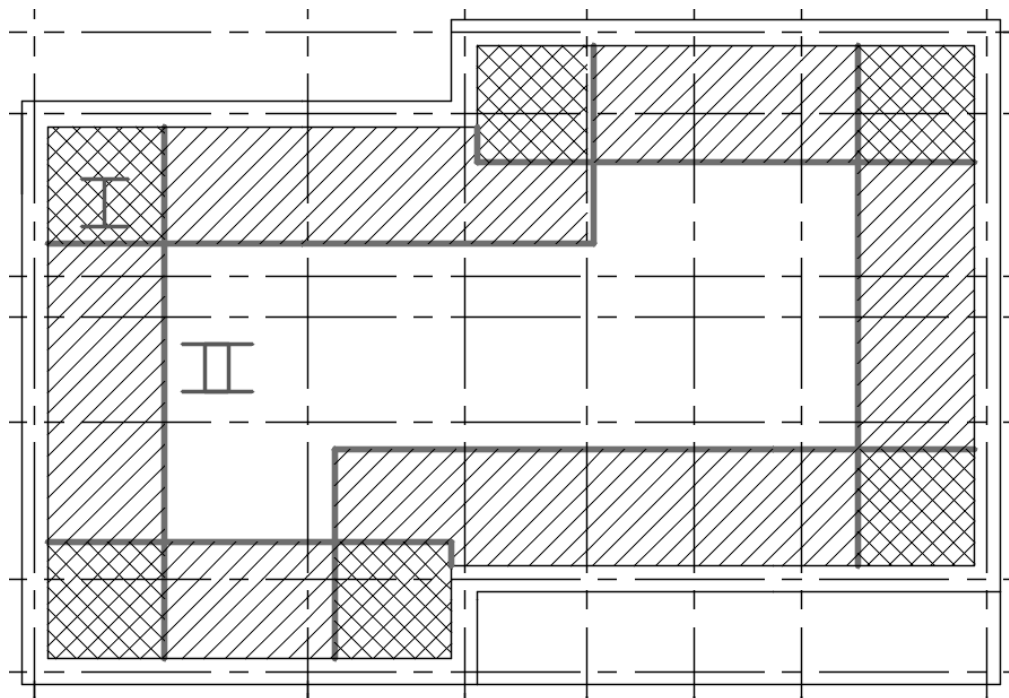


Рисунок 1.4- Зоны пола по грунту.

Выполним проверку санитарно-гигиенических требований:

Для выполнения санитарно-гигиенического требования необходимо, чтобы температура на внутренней поверхности ограждающей конструкции должна быть выше чем температура в точке росы ($\tau_{\text{в}} > t_{\text{тр}}$) и температурный перепад не должен быть больше нормируемого ($\Delta t < \Delta t'_{\text{н}}$).

Найдем температуру на внутренней поверхности ограждающей конструкции по формуле (1.3):

Для первой зоны

$$\tau_{вI} = 21 - \frac{1 \cdot (21 - (-32))}{8,7 \cdot 3,1} = 19,04 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Для второй зоны:

$$\tau_{вII} = 21 - \frac{1 \cdot (21 - (-32))}{8,7 \cdot 5,3} = 19,8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Сравним с температурой точки росы $\tau_{вI} = 19 > t_{тр} = 11,6^\circ\text{C}$, $\tau_{вII} = 19,8 > t_{тр} = 11,6^\circ\text{C}$

Найдем температурный перепад по формуле (1.4):

Для первой зоны:

$$\Delta t_I = 21 - 19 = 1,96 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Для второй зоны:

$$\Delta t_{II} = 21 - 19,8 = 1,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Сравним с нормируемым температурным перепадом для пола $\Delta t_I = 1,96 \text{ } ^\circ\text{C} < \Delta t'_н = 2^\circ\text{C}$, $\Delta t_{II} = 1,2 \text{ } ^\circ\text{C} < \Delta t'_н = 2^\circ\text{C}$ - санитарно-гигиеническое требование выполнено.

Таблица 1.4 – Описание ограждающих конструкций

Ограждающие конструкции здания	
Наружная стена	$\delta = 0,55\text{ м}$
Чердачное перекрытие	$\delta_{пт} = 0,452 \text{ м}$
Перекрытие пола по грунту	$\delta_{пл} = 0,335 \text{ м}$
Конструктивные характеристики здания	
Высота этажа	$h_{г.эт} = 2,700 \text{ м}$
Высота не отапливаемого чердака от пола до верха покрытия	2,500 м
Средняя планировочная отметка земли	0,000 м
Высота отапливаемого объема здания (от низа перекрытия до верха чердачного перекрытия)	$H_{от.об} = 3,487 \text{ м}$
Высота здания (от средней планировочной отметки земли до устья вытяжной шахты)	$H_{зд} = 6,987 \text{ м}$

Таблица 1.5 – Характеристика наружных ограждающих конструкций

Наименование ограждающих конструкций (НОК)	Толщина δ , м	Сопrotивление теплопередаче требуемое $R_{тр}^0 \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$	Сопrotивление теплопередаче фактическое $R_0 \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$	Коэффициент теплопередачи $k \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$	Сопrotивление воздушному прониканию $R_{и} \frac{м^2 \cdot ч}{кг}$
Наружная стена (НС)	0,55	3,4	3,7	0,27	-
Чердачное перекрытие (ПТ)	0,45	4,5	5,14	0,19	-
Перекрытие пола по грунту I зона (ПЛ)	0,34	4,5	3,1	0,32	-
Перекрытие пола по грунту II зона (ПЛ)	0,34	4,5	5,3	0,19	-
Окно с однокамерным клееным стеклопакетом во внутренних створках и стеклом в наружных створках (ОК)	-	0,72	0,9	1,11	13,3
Дверь деревянная (Д)	-	2,04	2,04	0,49	0,3

Типы, размеры внутренних дверей – по ГОСТ 6629-88 «Двери деревянные внутренние для жилых и общественных зданий»; наружных дверей – по ГОСТ 31173-2003 «Блоки дверные стальные. Технические условия».

Расчет значений требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций согласно таблице 3 из СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»:

-требуемое значение сопротивления теплопередаче окна $R_{ок}^{тр}$ находим интерполяцией;

-для утепленной двери требуемое значение теплопередаче определяется по формуле:

$$R_{тр}^{дв} = 0,6 \cdot R_{тр}^{стен} \quad (1.5)$$

Коэффициенты теплопередачи наружной стены, чердачного перекрытия и двери определяются по формуле:

$$k^{нс,пт,пл,д} = \frac{1}{R_0} \quad (1.6)$$

Коэффициент теплопередачи окна определяется по формуле:

$$k_{расч}^{ок} = k_{факт}^{ок} - k^{нс} \quad (1.7)$$

где $k_{факт}^{ок}$ - фактический коэффициент теплопередачи окна, рассчитываемый по формуле (1.6).

$$k_{расч}^{ок} = 1,11 - 0,27 = 0,84 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$$

1.4 Параметры внутреннего воздуха

Согласно СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» параметры микроклимата для жилых зданий определяются по ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата».

Для проектирования системы отопления в обслуживаемой зоне жилых помещений параметры микроклимата принимаются минимальными из оптимальных для холодного периода года.

Температура в обслуживаемой зоне жилых зданий (кроме жилых помещений), а также общественных и административно-бытовых зданий или в рабочей зоне производственных помещений принимается минимальной из допустимых температур.

В жилых зданиях параметры микроклимата зависят от назначения помещения.

Таблица 1.6– Расчетная температуры внутреннего воздуха

Наименование помещения	$t_{в}, ^\circ C$
Жилая комната (ЖК)	21
Угловая жилая комната (УЖК)	23
Кухня-гостиная	23
Коридор (Кр)	18
Совмещенный санузел (СУ)	24
Котельная	5

2 РАСЧЕТ ТЕПЛОПOTЕРЬ ЧЕРЕЗ НАРУЖНЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

Теплопотери рассчитываются отдельно для каждой НОК, для каждого помещения. Расчетные тепловые потери через отдельные ограждения определяются по формуле:

$$Q_i^{O_{гр}} = A_i \cdot k_i \cdot (t_b - t_n) \cdot n_i \cdot \left(1 + \sum \beta_i\right) \quad (2.1)$$

где A_i - расчетная площадь ограждений с точностью до 0,1 м², которая вычисляется с соблюдением правил обмера площадей;

k_i - коэффициент теплопередачи;

n_i - коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху и фактическое уменьшение расчетной разности температур ($t_b - t_n$) для ограждения, которое отделяет отапливаемое помещение от не отапливаемого (подвал, чердак). По табл.6 из СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» для чердачного перекрытия $n_{пт}=0,9$, а для пола $n_{пл}=1$;

β_i - коэффициент, учитывающий дополнительные тепловые потери через ограждения.

В расчете были учтены следующие добавочные теплопотери:

1. на ориентацию ограждения по сторонам света для всех вертикальных и наклонных поверхностей β_1 :

$\beta_1=0,1$ – для С, В, СВ, СЗ;

$\beta_1=0$ – для ЮЗ;

$\beta_1=0,05$ – для ЮВ.

2. на угловое помещение β_2 (в угловом помещении, имеющем 2 и более наружных стен, t_b принимают на 2 градуса выше, чем в не угловом).

Расчет теплопотерь через НОК для помещений сводится в таблицу А. 1 приложения А.

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		22

3 РАСЧЕТ ТЕПЛОПOTЕРЬ В РЕЗУЛЬТАТЕ НЕСБАЛАНСИРОВАННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Потребность в теплоте на нагрев вентиляционной нормы наружного воздуха определяется по формуле:

$$Q^{\text{Вент}} = 0,278 \cdot L_{\text{Вент}} \cdot \rho_{\text{н}} \cdot c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \quad (3.1)$$

где $L_{\text{Вент}}$ - расход вентиляционного воздуха, для жилых зданий принимается согласно СТО НП «АВОК» [17];

$\rho_{\text{н}}$ - плотность наружного воздуха;

c - удельная теплоемкость воздуха.

Для определения расхода вентиляционного воздуха необходимо знать заселенность дома, то есть количество квадратных метров на одного человека. Заселенность определяется по формуле:

$$z = \frac{A_{\text{дома}}}{n} \quad (3.2)$$

где $A_{\text{дома}}$ - площадь дома;

n - количество человек, проживающих в доме, определяется по формуле:

$$n = r + 1 \quad (3.3)$$

где r - количество жилых комнат.

Если $z \geq 20 \text{ м}^2/\text{чел}$, расход воздуха определяют по формуле:

$$L_1 = L_{\text{сн}} \cdot n \quad (3.3)$$

где $L_{\text{сн}}$ - норма расхода воздуха на одного человека, принимается равной $30 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Если $z < 20 \text{ м}^2/\text{чел}$, расход воздуха определяется по формуле:

$$L_2 = A_{\text{дома}} \cdot z \quad (3.4)$$

Независимо от заселенности необходимо определить воздухообмен по кратности по формуле:

$$L_3 = V_{\text{дома}} \cdot 0,35 \quad (3.4)$$

где $V_{\text{дома}}$ - объем дома.

За расчетный воздухообмен принимается наибольший и делится поровну между жилыми помещениями и кухней.

В качестве примера выполним расчет тепловых потерь на нагревание воздуха, поступающего в помещение в результате несбалансированной вентиляции для жилого дома.

Исходные данные:

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		23

В жилом доме имеются следующие помещения:

-Совмещенная кухня гостиная 1 ($A=50,4 \text{ м}^2$);

-Жилая комната 2 ($A=14,61 \text{ м}^2$);

-Жилая комната 3 ($A=18,79 \text{ м}^2$);

- Жилая комната 4 ($A=13,44 \text{ м}^2$);

-Санузел 5 ($A=7,96 \text{ м}^2$);

-Вестибюль 6 ($A=3,44 \text{ м}^2$);

-Котельная 7 ($A=8,95 \text{ м}^2$);

-Коридор 8 ($A=9,31 \text{ м}^2$).

$$n = 3 + 1 = 4 \text{ чел}$$

$$z = \frac{50,4 + 14,61 + 18,79 + 13,44 + 7,96 + 3,44 + 8,95 + 9,31}{4} = 31,7 \text{ м}^2/\text{чел}$$

Так как $z = 31,7 \text{ м}^2/\text{чел} > 20 \text{ м}^2/\text{чел}$, то определяем расход воздуха по формуле (3.3):

$$L_1 = 30 \cdot 4 = 120 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$V_{\text{дома}} = 2,7 \cdot 126,9 = 342,6 \text{ м}^3$$

$$L_3 = 342,6 \cdot 0,35 = 119,9 \text{ м}^3/\text{ч}$$

За расчетный воздухообмен выбираем $L_1 = 120 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Воздухообмен в комнатах составляет $30 \text{ м}^3/\text{ч}$. Определим потери теплоты на нагревание воздуха в жилой комнате 2:

$$Q^{\text{Вент}} = 0,278 \cdot 30 \cdot 1,46 \cdot 1,005 \cdot (21 + 32) = 649 \text{ Вт}$$

Расчет теплотерь на нагревание воздуха для остальных помещений выполняется аналогично и сводится в таблицу 3.1.

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		24

Таблица 3.1- расчет теплотерь в результате несбалансированной вентиляции.

№ помещения	Наименование помещения	Площадь помещения м ²	Жилая площадь м ²	Объем помещения м ³	L1	L2	L3	Лвент	Qвент
1	УЖК	50,4	50,4	136,08	120	-	119,9	30,0	675
2	ЖК	14,61	14,61	39,45				30,0	649
3	УЖК	18,79	18,79	50,73				30,0	675
4	УЖК	13,44	13,44	36,29				30,0	675
5	СУ	7,96		21,48					
6	Вестибюль	3,44		9,29					
7	Котельная	8,95		24,16					
8	Коридор	9,31		25,13					
n=4	З=31,7	Σ=126,9	Σ=97,2	Σ=342,6			Σ=120	Σ=2675	

4 ОПИСАНИЕ ПРИНЯТОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

В жилом здании проектируется одна комбинированная система отопления:

Система 1 – система жилого здания и теплый пол.

Система отопления горизонтальная лучевая двухтрубная, с тупиковым движением теплоносителя. Источником теплоносителя являются индивидуальная котельная. Параметры теплоносителя в системе отопления 80/60°C. Ветки проложены вдоль стен с уклоном не менее 0,002 в сторону индивидуальной котельной. Уклоны служат для облегчения опорожнения системы отопления и выпуска воздуха.

Присоединение систем отопления к контуру котла осуществляется по независимой схеме, через встроенный теплообменник. Независимая схема присоединения позволяет более гибко регулировать температуру теплоносителя для отопления, вследствие этого такая система более экономична, в случае остановки котла продолжает обеспечиваться циркуляция теплоносителя, так же независимая система теплоснабжения позволяет использовать в качестве теплоносителя специально подготовленную воду, очищенную от примесей, что повышает сроки эксплуатации арматуры. Тепловой пункт расположен в помещении котельной.

Система отопления выполнена из труб из сшитого полиэтилена ГОСТ Р 52134-2003, фирма VALTEC, тип VALTEC PEX-EVON. Максимально допустимое рабочее давление в системе не должно превышать 10 бар при температуре 90 градусов и 25 бар при температуре от 0 до 25 градусов. Трубопроводы необходимо покрыть теплоизоляционным слоем из вспененного полиэтилена фирмы VALTEC, типа VT.SP.02 с толщиной стенки 6 мм. Соединение труб из сшитого полиэтилена выполняется при помощи фитингов, которые могут быть изготовлены из различных материалов.

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		26

Гидравлическая балансировка системы отопления жилой части терморегуляторами перед отопительными приборами и ручным балансировочным клапаном. Выпуск воздуха в системах отопления осуществляется через краны типа "Маевского", установленные на каждом приборе и краны шаровые, установленные в высших точках системы. Для опорожнения стояков предусмотрен спускной трубопровод из стальных оцинкованных труб.

В качестве отопительных приборов для здания приняты биметаллические секционные радиаторы TENRAD BM 350/80, подключенные по схеме сверху-вниз.

Отопительные приборы в здании размещаются под световыми проемами на расстоянии 25-30 мм от поверхности стены, на высоте 150 мм от пола, причем так, чтобы под окнами длина приборов составляла не менее 50 % длины оконных проемов. При этом совмещение вертикальных осей симметрии отопительных приборов и оконных проемов не обязательно. Необходимо, чтобы был обеспечен доступ к отопительным приборам для их осмотра, очистки и ремонта. Для поддержания температуры внутреннего воздуха, на подводах к отопительным приборам установлены радиаторные терморегуляторы типа RTR-N фирмы Danfoss с Ду =15 мм, предназначенных для двухтрубных насосных систем отопления.

Схема теплого пола принимается «Улитка» с шагом трубопроводов:

- В ванной комнате 20 см;
- В вестибюле 15см.

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		27

5 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

5.1 Гидравлический расчет теплого пола.

Гидравлический расчет производится в программе Valtec. Расчет выполняется в два этапа. На первом этапе в программу в качестве исходных данных заносятся: площади помещения, материал перекрытия пола по грунту, температура в помещении, температура под помещением, шаг трубы, материал трубы и средняя температура теплоносителя. Программа вычисляет какую нагрузку сможет покрыть данная система, температуру на поверхности пола. Затем производится вторая часть расчета, в качестве исходных данных указывают: количество коллекторов, диаметр коллекторов, количество отводов, количество калачей, суммарную длину петли, нагрузку на систему. Далее программа определяет расход теплоносителя, скорость теплоносителя и потери давления в петле. Зная потери суммарные потери давления подбирают циркуляционный насос для коллектора.

Тип перекрытия
Полы по грунту

Исходные данные
Наименование помещения: Помещение 5
t°С воздуха в помещении: 24.00
t°С воздуха в нижнем пом.: -32.00
Шаг трубы, см: 20.00
Площадь тёплого пола, (включая КЗ) м2: 7.96

Слой над трубами (начиная от трубы)

Материал слоя	Толщина, см	λ, Вт/м К
1 РАСТВОРЫ: Раствор цементно-песчаный 1800	3.000	0.930
2 ОБЛИЦОВКИ: Листы гипсо-картонные ГКЛ, гипрок 800	1.500	0.560
3 ПОЛЫ: Плитка керамическая	1.500	1.000

Слой под трубами (начиная от трубы)

Материал слоя	Толщина, см	λ, Вт/м К
1 УТЕПЛИТЕЛИ: Пенополистирол 150	5.000	0.060
2 БЕТОНЫ: Железобетон 2500	22.000	2.040

Тип трубы
Материал: Металлопластиковые 16x2.0
Наружный Ø, мм: 16.00
Внутренний Ø, мм: 12.00
Шероховатость, мм: 0.01
λ стенок, Вт/м К: 0.43

Крайняя зона
Шаг трубы, см: 0.00
Площадь пола КЗ, м2: 0.00

Расчетные значения

Ср. темп. теплонос., t°С:	30.00
Поток q вверх, Вт/м2:	88.72
Поток q вниз, Вт/м2:	23.23
Поток q сумм., Вт/м2:	111.95
Поток q пог. сумм., Вт/м.п.:	22.39
Макс. темп. пола, t°С:	32.11
Мин. темп. пола, t°С:	30.01
Сред. темп. пола, t°С:	31.06

Принять Отменить Рассчитать

Рисунок 5.1 Исходные данные для расчета теплого пола в помещении 5.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата

08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ

Лист

28

Тип перекрытия: Полы по грунту

Исходные данные: Помещение 6
 t°С воздуха в помещении: 16.00
 t°С воздуха в нижнем пом.: -32.00
 Шаг трубы, см: 15.00
 Площадь тёплого пола, (включая КЗ) м2: 3.44

Слой над трубами (начиная от трубы)

Материал слоя	Толщина, см	λ, Вт/м К
1 РАСТВОРЫ: Раствор цементно-песчаный 1800	3.000	0.930
2 ОБЛИЦОВКИ: Листы гипсо-картонные ГКЛ, гипрок 800	1.500	0.560
3 ПОЛЫ: Линолеум многослойный 1600	0.200	0.330

Тип трубы: Металлопластиковые 16x2.0
 Наружный Ø, мм: 16.00
 Внутренний Ø, мм: 12.00
 Шероховатость, мм: 0.01
 λ стенок, Вт/м К: 0.43

Расчетные значения:
 Ср. темп. теплонос., t°С: 30.00
 Поток q вверх, Вт/м2: 73.53
 Поток q вниз, Вт/м2: 19.59
 Поток q сумм., Вт/м2: 93.12
 Поток q пог. сумм., Вт/м.п.: 13.97
 Макс. темп. пола, t°С: 22.83
 Мин. темп. пола, t°С: 21.32
 Сред. темп. пола, t°С: 22.07

Краявая зона: Шаг трубы, см: 0.00
 Площадь пола КЗ, м2: 0.00

Расчетные значения (КЗ):
 Поток q вверх, Вт/м2: 0.00
 Поток q вниз, Вт/м2: 0.00
 Поток q сумм., Вт/м2: 0.00
 Поток q пог. сумм., Вт/м.п.: 0.00
 Макс. темп. пола, t°С: 0.00
 Мин. темп. пола, t°С: 0.00
 Сред. темп. пола, t°С: 0.00
 Поток q сред., Вт/м2: 0.00

Рисунок 5.2 Исходные данные для расчета теплого пола в помещении 6.

Тип теплоносителя: Вода
 Помещение: Помещение 5

Петли

Помещение	№ петли	Длина нетто, м	Нагрузка, Вт	Расход, кг/с	Скорость, м/с	Кол. соед., шт	ΔР, Па	№ колл.
1 Помещение 5	1	44.400	994.092	0.024	0.211	0	4012.877	1

Рисунок 5.3 Исходные данные для расчета потерь давления теплого пола в помещении 5.

Тип теплоносителя: Вода
 Помещение: Помещение 6

Петли

Помещение	№ петли	Длина нетто, м	Нагрузка, Вт	Расход, кг/с	Скорость, м/с	Кол. соед., шт	ΔР, Па	№ колл.
1 Помещение 6	2	33.700	470.744	0.011	0.100	0	884.823	1

Рисунок 5.4 Исходные данные для расчета потерь давления теплого пола в помещении 6.

Результаты расчета представлены в приложении В, таблица В.1.

Схема теплого пола представлена в приложении Б, рисунок Б.1.

5.2 Гидравлический расчет системы отопления.

Гидравлический расчет производится в программе Valtec. В программу заносятся исходные данные об основном и второстепенных циркуляционных кольцах: длина участка, нагрузка, температура теплоносителя, перепад

температур. Далее программа рассчитывает расход на участке. Подбирается диаметр и материал труб, местные сопротивления на участке. После расчета всех участков программа показывает потери давления в кольце. Основное циркуляционное кольцо проходит через радиатор 6. Второстепенные кольца проходят через радиатор 1 и 5 той же ветки, а так же через радиатор 1, помещения котельной на которой расположено ОЦК. В качестве запорной арматуры был принят кран шаровый стандартного прохода фирмы Valtec с условным диаметром соответствующим диаметру расчетного участка. Модель крана с рукояткой типа «Бабочка» VT.217. В качестве терморегулятора был принят термостат прямой фирмы Valtec с условным диаметром соответствующим диаметру расчетного участка. Пропускная способность терморегулятора при полностью открытом клапане $K_v = 1,2 \text{ м}^3/\text{ч}$. Модель терморегулятора VT.032. В качестве балансировочного клапана был принят клапан фирмы Danfoss типа Leno MVT с $K_v = 0,11 \text{ м}^3/\text{ч}$ и настройкой 0,3.

Результаты гидравлического расчета системы отопления представлены в приложении В, таблица В.2.

Запорная и регулирующая арматура представлны в графической части на листе 2.

5.4 Гидравлическая увязка циркуляционных колец.

Во избежание гидравлической разбалансировки системы производят увязку второстепенных циркуляционных колец с основным. Увязка производится с помощью диаметров или дополнительных местных сопротивлений. Невязка между циркуляционными кольцами определяется по формуле:

$$H = \frac{\Delta p_p - \Delta p_\phi}{\Delta p_p} \cdot 100\% \leq 15\% \quad (5.1)$$

где Δp_p - располагаемые потери давления на не общих участках ОЦК;

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		30

Δp_{ϕ} - фактические потери давления на увязываемом ВЦК на не общих участках, Па.

Определим невязку между ОЦК и ВЦК через радиатор 1 помещения котельной:

$$\Delta p_p = 6529 \text{ Па}, \Delta p_{\phi} = 3140 \text{ Па}$$

$$H = \frac{6529 - 3140}{6259} \cdot 100\% = 52 > 15\% - \text{необходимо увязать ВЦК с ОЦК}$$

Для всех остальных ВЦК невязка определяется аналогично. В данном проекте увязку выполняем с помощью ручных балансировочных клапанов.

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		31

6 ПОДБОР ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Подбор и расчет осуществляется в программе Valtec. В данном проекте мы имеем две ветки, с количеством приборов 4 шт на первой и 6 шт на второй. Тепловые нагрузки на ветку определяются по результатам теплопотерь через ограждающие конструкции и на нагревание вентиляционного воздуха. В программы в качестве исходных данных заносятся: тепловая нагрузка на прибор, необходимая температура воздуха в помещении, направление теплоносителя, общая нагрузка на ветку, температура в начале ветки (На первой ветке принимается 80 °С, на второй ветке по расчету). Затем в программе рассчитываются температуры теплоносителя в конце каждого участка, определяется расход теплоносителя через прибор и необходимое количество секций. Результаты расчета отопительных приборов представлены в приложении В, таблица В.3.

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		32

7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОГО РАСХОДА ТЕПЛОТЫ НА ГВС

Расчет выполняется по пункту 5.2.2 СП 30.13330.2016. Порядок расчета:

1. Определяем вероятность действия сантехнических приборов при одинаковых потребителях по формуле:

$$P_i = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{3600 \cdot q_0 \cdot N} \quad (7.1)$$

где $q_{hr,u}$ - норма расхода воды в час наибольшего потребления [14. прил А. табл А2];

U - число водопотребителей различного типа;

q_0 - норма часового расхода воды прибором [14. прил А. табл А2];

N - число санитарно технических приборов.

2. Определяем вероятность использования санитарно технических приборов для системы в целом по формуле:

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P_i \cdot q_0}{q_{0,hr}} \quad (7.2)$$

где $q_{0,hr}$ - часовой расход воды для каждого прибора [14. прил А. табл А1].

3. Определяем коэффициент α_{hr} , для этого перемножаем вероятность использования санитарно технических приборов для системы в целом и количество сантехприборов. Далее по приложению Б СП 30.13330.2016 по таблице Б2 определяем коэффициент α_{hr} .

4. Определяем максимальный часовой расход воды по формуле

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot q_{0,hr} \cdot \alpha_{hr} \quad (7.3)$$

5. Определяем расход тепла для нагрева горячей воды на нужды ГВС в течение часа максимального потребления по формуле:

$$Q_{hr}^h = 1,16 \cdot 1,2 \cdot q_{hr}^h \cdot (t^h - t^c) \quad (7.4)$$

где t^h - температура горячей воды;

t^c - температура сетевой воды.

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		33

$$P_i = \frac{5,8 \cdot 1}{3600 \cdot 200 \cdot 3} = 0,2 \cdot 10^{-5}$$

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot 0,2 \cdot 10^{-5} \cdot 200}{200 + 40} = 0,008$$

$$N \cdot P_{hr} = 0,008 \cdot 3 = 0,024 \text{ тогда } \alpha_{hr} = 0,218$$

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot (200 + 40) \cdot 0,218 = 0,26 \text{ л/ч}$$

$$Q_{hr}^h = 1,16 \cdot 1,2 \cdot 0,27 \cdot (60 - 5) = 20 \text{ кВт}$$

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		34

8 ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЗООБРАЗНОГО ТОПЛИВА

Теплота сгорания газообразного топлива определяется по формуле:

$$Q_H^P = \sum_{i=1}^n r_i \cdot Q_{Hi}^P \quad (8.1)$$

где Q_H^P - низшая теплоты сгорания топлива.

r_i - содержание компонента в смеси в объемных долях

Q_{Hi}^P - низшая теплота сгорания компонента газовой смеси. [3.табл I.2]

Плотность газовой смеси определяется по формуле:

$$\rho_{см} = \sum_{i=1}^n r_i \cdot \rho_i \quad (8.2)$$

где $\rho_{см}$ - плотность газовой смеси.

ρ_i - плотность компонента газовой смеси при 0°C. [3.табл I.2]

r_i - то же, что и в формуле (2).

Таблица 6.1-Характеристика компонентов газовой смеси

Наименование	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	CO ₂	N ₂ и редкие газы
%	93	3,6	0,95	0,25	0,31	0,4	1,49
Q_{Hi}^P	35,76	63,65	91,14	118,53	146,18	0	0
ρ_i	0,7168	1,356	2,0037	2,7023	3,457	1,977	1,251

$$Q_H^P = (93 \cdot 35,76 + 3,6 \cdot 63,65 + 0,95 \cdot 91,14 + 0,25 \cdot 118,53 + 0,31 \cdot 146,18 + 0,4 \cdot 0 + 1,49 \cdot 0) \cdot 0,01 = 37,16 \text{ МДж} / \text{м}^3$$

$$\rho_{см} = (93 \cdot 0,7168 + 3,6 \cdot 1,356 + 0,95 \cdot 2,0037 + 0,25 \cdot 2,7023 + 0,31 \cdot 3,457 + 0,4 \cdot 1,977 + 1,49 \cdot 1,251) \cdot 0,01 = 0,778 \text{ кг} / \text{м}^3$$

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		35

9 ПОДБОР ГАЗОИСПОЛЬЗУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

По рассчитанным значениям тепловых нагрузок для систем отопления, вентиляции и ГВС подбирается газоиспользующее оборудование.

Таблица 7.1- Нагрузки для подбора газового котла на нужды отопления, вентиляции и ГВС.

Серия здания	Нагрузка на систему отопления Q_{CO} КВт	Нагрузка на систему вентиляции $Q_{Вент}$ КВт	Нагрузка на ГВС Q_{hr}^h КВт	Итоговая нагрузка на котел Q_K КВт
1	8,9	2,7	20	31,6
2	8,9	2,7	20	31,6
3	8,8	2,7	20	31,5
4	8,9	2,7	20	31,6

К установке приняты:

1. На нужды отопления, вентиляции и ГВС- газовый двухконтурный котел с встроенным накопительным бойлером «Вахі» NUVOLA-3 Comfort 320 Fi мощностью $Q_K = 32$ КВт (паспорт котла с техническими данными представлен в приложении Г) ;

2. На нужды приготовления пищи- газовая четырехконфорочная плита Gorenje KN55120AW номинальной мощностью $q_K = 9,2$ КВт с электрической духовкой (паспорт плиты с техническими данными представлен в приложении Д).

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		36

10 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТЕЙ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ СРЕДНЕГО ДАВЛЕНИЯ

10.1 Конструирование сетей газоснабжения среднего давления

Проектируемый газопровод подключается к существующему подземному стальному газопроводу с давлением $P = 0,355$ МПа и диаметром 630×8 мм с помощью врезки. Врезка находится на юге проектируемого поселка. После газопровода среднего давления идет ГРП, который снижает давление до 3000 Па, для подключения жилых домов.

Подземный газопровод среднего давления запроектирован из полиэтиленовых труб ПЭ 100 SDR11 по ГОСТ Р 50838-2009. Проектируемый газопровод среднего давления прокладывается подземно на глубине не менее 1,4 м до верха трубы. Участки газопровода на выходах из земли запроектированы из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91, соединяемых на сварке по ГОСТ 16037-80* .

В местах пересечения газопроводов с подземными коллекторами и каналами, теплотрассами бесканальной прокладки, при переходе газопроводов через стенки газовых колодцев, при пересечении проезжей части, газопровод прокладывается в футляре. Концы футляра выводятся на расстояние не менее 2 м в обе стороны от наружных стенок пересекаемых сооружений и коммуникаций, при этом выполняется контроль всех сварных стыков в пределах пересечения и по 5 метров в сторону от наружных стенок. Концы футляра заделывают гидроизоляционным материалом. На одном конце футляра в верхней точке уклона предусматривают контрольную трубку, выходящую под защитное устройство –ковер.

Запорные устройства на газопроводах устанавливаются: перед пунктами ГРП, на выходе из данных пунктов, на больших ответвлениях газопроводов к домам,

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		37

перед наружным газоиспользующим оборудованием, при пересечении автомобильных дорог.

Повороты линейной части газопровода в горизонтальной и вертикальной плоскостях выполняются полиэтиленовыми отводами или упругим изгибом с радиусом не менее 25 наружных диаметров трубы. Соединения полиэтиленовых труб между собой и с полиэтиленовыми соединительными деталями выполняются двумя методами сварки: сваркой встык нагретым инструментом и сваркой при помощи соединительных деталей с закладными нагревателями. Сварочные работы могут производиться при температуре окружающего воздуха от -20 до +45°C. Для сварки труб соединительными деталями с закладными нагревателями применяют сварочные аппараты.

Расчетная схема сети среднего давления представлена в приложении Е.

10.2 Определение часового расхода газа поселком

Часовой расход газа жилыми домами определяется по формуле:

$$V_{\text{ЧАС}}^{\text{Ж.Д}} = K_{\text{он}}^{\text{П-4}} \cdot n \cdot \frac{q^{\text{П-4}}}{Q_{\text{Н}}^{\text{П}}} + K_{\text{ом}}^{\text{К}} \cdot m \cdot \frac{q^{\text{К}}}{Q_{\text{Н}}^{\text{К}}} \quad (10.1)$$

где $K_{\text{он}}^{\text{П-4}}$ и $K_{\text{ом}}^{\text{К}}$ - коэффициент одновременности для плит П-4 и газовых котлов в количестве n и m штук. Принимается по СП-42-101-2003, таблица 5; $q^{\text{П-4}}$ и $q^{\text{К}}$ - номинальная теплопроизводительность газопотребляющего прибора, принимается по техническому паспорту оборудования (технический паспорт представлен в приложении Г для котла и в приложении Д для плиты); n и m - количество оборудования.

В поселке имеется 80 домов, тогда $K_{\text{он}}^{\text{П-4}} = 0,214$ $K_{\text{ом}}^{\text{К}} = 0,85$
 $q^{\text{П-4}} = 33120$ КДж/ч $q^{\text{К}} = 115200$ КДж/ч

$$V_{\text{ЧАС}}^{\text{Ж.Д}} = 0,214 \cdot 80 \cdot \frac{33120}{37160} + 0,85 \cdot 80 \cdot \frac{115200}{37160} = 226 \text{ м}^3/\text{ч}$$

10.3 Гидравлический расчет сетей газоснабжения среднего давления.

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		38

Данный расчёт выполняется для определения диаметров газопроводов с целью обеспечения всех потребителей газом с требуемыми параметрами, то есть расчётным расходом газа и давлением при минимальных потерях.

Алгоритм расчета:

1. Вычерчивается расчетная схема сети газопроводов: нумеруются участки, проставляются их длины, расчетные часовые расходы газа каждым потребителем. После подбора диаметров участков их также наносят на схему.

2. Намечается основное направление от источника газа до самого удаленного (или самого нагруженного) потребителя.

3. Определяются суммированием расчетные расходы газа каждого участка сети основного направления, начиная от конца по направлению к врезке.

4. Определяются расчетные длины на каждом участке путем увеличения длины участка по плану на 10% по формуле:

$$L_p = 1,1 \cdot L \quad (10.2)$$

где L - длина расчетного участка, м.

5. Определяются удельные потери давления по формуле:

$$\Delta P_{уд} = \frac{\Delta P_{доп}}{L_p} = \frac{P_H - P_K}{L_p} \quad (10.3)$$

где P_H - давление в начале участка, Па;

P_K - давление в конце участка, Па.

6. Определяются расчетный внутренний диаметр газопровода:

$$d_p = \sqrt[n]{\frac{A \cdot B \cdot \rho_{см} \cdot V^m}{\Delta P_{уд}}} \quad (10.4)$$

где V - расход газа, м³/ч;

A, B, n, m - коэффициенты, зависящие от категории сети по давлению и материала газопровода. Для сети среднего давления коэффициент A определяется по формуле:

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		39

$$A = \frac{P_0}{P_m \cdot 162 \cdot \pi^2} \quad (10.5)$$

где $P_0 = 0,101325$ МПа;

P_m - усредненное абсолютное давление газа в сети, Па, определяется по формуле:

$$P_m = \frac{2}{3} \cdot \left(P_H + \frac{P_K^2}{P_H + P_K} \right) \quad (10.6)$$

Для полиэтиленовых труб $B = 0,0446$, $n = 4,75$, $m = 1,75$.

7. Выбирается действительный внутренний диаметр газопровода из стандартного ряда, причем для полиэтиленовых труб диаметр принимается ближайший меньший (Так как их гладкость больше чем у стальных на 30%, а следовательно сопротивление меньше).

8. Определяется число Рейнольдса по формуле:

$$Re = \frac{V}{9 \cdot \pi \cdot \nu \cdot d_{вн}} \quad (10.7)$$

где ν - кинематическая вязкость газа при нормальных условиях.

Так же определяется неравенство для расчета коэффициента гидравлического трения:

$$Re \cdot \left(\frac{n}{d_{вн}} \right) < 23 \quad (10.8)$$

где n - эквивалентная абсолютная шероховатость внутренней поверхности стенки трубы, принимаемая равной для новых стальных 0,01 см, для бывших в эксплуатации стальных – 0,1 см, для полиэтиленовых независимо от времени эксплуатации – 0,0007 см, для медных труб – 0,001 см.

9. Определяется коэффициент гидравлического трения по формулам:

Для ламинарного режима движения газа при $Re \leq 2000$

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (10.9)$$

Для критического режима при $2000 < Re < 4000$

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		40

$$\lambda = 0,0025 \cdot Re^{0,333} \quad (10.10)$$

При $4000 < Re < 100000$ и выполнении неравенства 8.3.7, то есть для гидравлически гладкой стенки

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}} \quad (10.11)$$

При $Re > 100000$ и выполнении неравенства 8.3.7

$$\lambda = \frac{1}{(1,82 \cdot \lg Re - 1,64)^2} \quad (10.12)$$

При $Re > 4000$ и не выполнении неравенства 8.3.7, то есть для шероховатой стенки

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{n}{d_{\text{ВН}}} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} \quad (10.13)$$

10. В гидравлическом расчете газопроводов среднего давления, перепады давления в которых значительны, необходимо учитывать изменение плотности и скорости движения газа, поэтому потери давления на преодоление сил трения определяются по формуле:

$$P_{\text{Н}}^2 - P_{\text{К}}^2 = \frac{P_0}{81 \cdot \pi} \cdot \lambda \cdot \frac{V^2}{d_{\text{ВН}}^5} \cdot \rho_{\text{см}} \cdot l = 1,2687 \cdot 10^{-4} \cdot \lambda \cdot \frac{V^2}{d_{\text{ВН}}^5} \cdot \rho_{\text{см}} \cdot l \quad (10.14)$$

Тогда конечное давление определяется по формуле:

$$P_{\text{К}} = \sqrt{P_{\text{Н}}^2 - 1,2687 \cdot 10^{-4} \cdot \lambda \cdot \frac{V^2}{d_{\text{ВН}}^5} \cdot \rho_{\text{см}} \cdot l} \quad (10.15)$$

11. После расчета основного направления производят расчет ответвлений. Фактическое давление в конце основного направления и у ответвлений должно быть не меньше требуемого конечного значения. Исходя из этого увязка производится по формуле:

$$H = \frac{P_{\text{К}} - P_{\text{К}}^{\text{ТР}}}{P_{\text{К}}} \cdot 100\% \leq \pm 10\% \quad (10.16)$$

Выполним пример расчета для участка 1-ГРП:

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		41

$$L = 20 \text{ м } V = 226 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_p = 20 \cdot 1,1 = 22 \text{ м}$$

$$\Delta P_{уд} = \frac{0,355 - 0,105}{22} = 0,011 \text{ МПа/м}$$

$$P_m = \frac{2}{3} \cdot \left(0,355 + \frac{0,105^2}{0,105 + 0,325} \right) = 0,25 \text{ МПа}$$

$$A = \frac{0,101325}{0,25 \cdot 162 \cdot 3,14^2} = 0,00025$$

$$d_p = \sqrt[4,75]{\frac{0,00025 \cdot 0,0446 \cdot 0,778 \cdot 226^{1,75}}{0,011}} = 30 \text{ см}$$

Примем газопровод с внутренним диаметром 29,06 см

$$Re = \frac{226}{9 \cdot 3,14 \cdot 14,3 \cdot 29,06 \cdot 10^{-6}} = 19244$$

$$19244 \cdot \left(\frac{0,0007}{29,06} \right) = 0,46 < 23$$

$$\lambda = \frac{0,3164}{19244^{0,25}} = 0,027$$

$$P_k = \sqrt{0,355^2 - 1,2687 \cdot 10^{-4} \cdot 0,027 \cdot \frac{226^2}{29,06^5} \cdot 0,778 \cdot 20} = 0,3549 \text{ МПа}$$

Так как газопровод среднего давления состоит из одного участка, следовательно ответвления отсутствуют и увязка не нужна. Результаты гидравлического расчета газопровода низкого давления сведены в приложение Ж, таблица Ж.1

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		42

11 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГАЗОПРОВОДА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

11.1 Конструирование газопровода низкого давления

Проектируемый газопровод низкого давления выходит из ГРП, где давление со среднего 0,3549 МПа [см. пункт 10.3] снижается до низкого 3000 Па. Конечное давление принимается равным 2600 Па с учетом требуемого давления перед газовым котлом 2000 Па и потерям давления во внутримдомовой сети 600 Па. Газом низкого давления снабжается 80 жилых домов.

Подземный газопровод низкого давления запроектирован из полиэтиленовых труб ПЭ 100 SDR11 по ГОСТ Р 50838-2009 [9]. Газопровод низкого давления предусмотрено проложить подземно на глубине не менее 1,6 м до верха трубы для возможности подключения ответвлений к жилым домам.

Участки газопровода на выходах из земли запроектированы из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91, соединяемых на сварке по ГОСТ 16037-80*.

Соединения труб следует предусматривать неразъемными. Разъемными могут быть соединения стальных труб с полиэтиленовыми и в местах установки технических устройств и газоиспользующего оборудования. Разъемные соединения полиэтиленовых труб со стальными в грунте должны предусматриваться при условии устройства футляра с контрольной трубкой.

Полиэтиленовые трубы монтируются с помощью сварки. Повороты труб и разветвления выполняются с помощью сварных или литых фитингов: отводы, крестовины, тройники, втулки под фланцы.

Прокладка газопровода низкого давления производится по тупиковой схеме. Для возможности управления газовыми потоками в системе предусмотрена установка отключающих устройств: в узлах разветвления газопроводов, на тупиковых ответвлениях для отключения отдельных

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		43

потребителей, через каждые 300...400 м. У газопровода предусмотрены фланцевые соединения для задвижек, кранов и другой арматуры.

В местах пересечения газопроводов с коллекторами и каналами подземными, теплотрассами бесканальной прокладки, при переходе газопроводов через стенки газовых колодцев газопровод прокладывают в футляре, при пересечении с тепловыми сетями - в стальном футляре.

Концы футляра должны выводиться на расстоянии не менее 2м в обе стороны от наружных стенок пересекаемых сооружений и коммуникаций, при этом выполняется контроль всех стыков в пределах пересечения.

При пересечении стенок газовых колодцев на расстоянии не менее 2см концы футляра заделываются гидроизоляционным материалом. На одном конце футляра в верхней точке уклона предусматривают контрольную трубку, выходящую под защитные устройства.

Подземные газопроводы прокладывают вдоль линии застройки по улицам на расстоянии определенным под газонами и тротуарами. Над газопроводами нельзя высаживать деревья и кустарники.

При пересечении газопроводом различных инженерных сетей расстояние между ними по вертикали должно быть не менее 0,2 м, арматуру располагают не ближе 2 м от края пересекаемых коммуникаций.

Переходы газопроводами под автомобильными дорогами осуществляются из стальных труб.

Основными достоинствами полиэтиленовых труб являются: стоимость ниже, чем у стальных; высокая коррозионная стойкость; малая масса; легкая обработка труб; меньшее гидравлическое сопротивление (по сравнению со стальными).

Запрещается наземная и надземная прокладка газопроводов из полиэтилена, а так же их прокладка в коллекторах, каналах и внутри зданий. Повороты линейной части газопровода в горизонтальной и вертикальной

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		44

плоскостях выполняются полиэтиленовыми отводами или упругим изгибом, с радиусом не менее 25 наружных диаметров трубы.

На выходах газопроводов из земли и газифицируемых домов предусматриваются неразъемные соединения "полиэтилен-сталь", данные соединения прокладываются на основании из песка.

После окончания строительно-монтажных работ полиэтиленовые газопроводы низкого давления испытать на герметичность. Газопроводы низкого давления в жилых домах и общественных зданиях, предприятиях бытового обслуживания населения непроизводственного характера следует испытывать на прочность и герметичность на следующих участках: на прочность от отключающего устройства на вводе в здание до крана на опусках к газовым приборам, при этом газовые приборы следует отключить, а счетчики, если они не рассчитаны на испытательное давление, заменить перемычками, на герметичность от отключающего устройства на вводе в здание до кранов газовых приборов. Полиэтиленовые газопроводы низкого давления до 0,005 МПа испытываются давлением 0,6 МПа в течение 24 часов, с давлением свыше 0,3 МПа до 0,6 МПа испытываются давлением 0,75 МПа в течение 24 часов.

Расчетная схема сети низкого давления находится в приложении К, рисунок К.1.

11.2 Гидравлический расчет сети низкого давления.

Алгоритм расчета:

1. Вычерчивается расчетная схема сети газопроводов: нумеруются участки, проставляются их длины, расчетные часовые расходы газа каждым потребителем. После подбора диаметров участков их также наносят на схему.
2. Намечается основное направление от источника газа до самого удаленного (или самого нагруженного) потребителя.
3. Определяются суммированием расчетные расходы газа каждого участка сети основного направления, начиная от конца по направлению к врезке.

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		45

4. Далее расчет идет аналогично пункту 8.3 за исключением некоторых формул:

4.1 Значение коэффициента А в формуле 8.3.3 равно 626.

4.2 Потери давления на преодоление сил трения в газопроводах сети низкого давления определяются по формуле:

$$P_{\text{н}} - P_{\text{к}} = \frac{10^6}{162 \cdot \pi^2} \cdot \lambda \cdot \frac{V^2}{d_{\text{вн}}^5} \cdot \rho_{\text{см}} \cdot l = 626,1 \cdot \lambda \cdot \frac{V^2}{d_{\text{вн}}^5} \cdot \rho_{\text{см}} \cdot l \quad (11.1)$$

Конечное давление определяется по формуле:

$$P_{\text{к}} = P_{\text{н}} - 626,1 \cdot \lambda \cdot \frac{V^2}{d_{\text{вн}}^5} \cdot \rho_{\text{см}} \cdot l \quad (11.2)$$

4.3 Фактическое давление в конце основного направления и ответвлений – у потребителей газа, полученное в результате расчетов, должно быть больше или равно требуемому конечному давлению, конечное давление принимается равным 2600 Па с учетом требуемого давления перед газовым котлом 2000 Па и потерям давления во внутридомовой сети 600 Па. а также необходимо, чтобы выполнялось условие:

$$H = \frac{\Delta P_{\text{осн}} - \Delta P_{\text{отв}}}{P_{\text{осн}}} \cdot 100\% \leq \pm 10\% \quad (11.3)$$

Выполним пример расчета для участка ГРП-2:

$$L = 26,4 \text{ м } V = 226,07 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_{\text{р}} = 26,4 \cdot 1,1 = 29 \text{ м}$$

$$\Delta P_{\text{уд}} = \frac{3000 - 2600}{797,6} = 0,5 \text{ Па/м}$$

$$d_{\text{р}} = \sqrt[4,75]{\frac{626 \cdot 0,0446 \cdot 0,778 \cdot 226,07^{1,75}}{0,5}} = 16,29 \text{ см}$$

Примем газопровод с внутренним диаметром 15,9 см

$$Re = \frac{226,07}{9 \cdot 3,14 \cdot 14,3 \cdot 15,9 \cdot 10^{-6}} = 35183,$$

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		46

$$35183,4 \cdot \left(\frac{0,0007}{15,9}\right) = 1,5 < 23$$

$$\lambda = \frac{0,3164}{35183,4^{0,25}} = 0,023$$

$$P_k = 3000 - 626,1 \cdot 0,023 \cdot \frac{226,07^2}{15,9^5} \cdot 0,778 \cdot 29 = 2983,56 \text{ Па}$$

Потери давления на участке- $\Delta P = 3000 - 2983,56 = 16,4 \text{ Па}$.

Потери на остальных участках определяются аналогично и сводятся в приложение Л, таблицу Л1. Расходы газа на участке определяются аналогично пункту 10.2 и сводятся в таблицу 11.1 ПЗ.

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		47

Таблица 11.1- Расходы газа в сети низкого давления.

№ участка	Ассортимент приборов	Количество приборов, шт	Коэффициент одновременности $K_{on}^{П-4}$	Расход газа $м^3/ч$	
				По приборам	Расчетный на участке
1	2	3	4	5	6
Основное направление 2- Уч 20					
56-Уч 20	П-4	1	1	0,89	3,99
	К	1	1	3,1	
55-56	П-4	2	0,65	1,16	6,43
	К	2	0,85	5,27	
54-55	П-4	3	0,45	1,2	9,11
	К	3	0,85	7,91	
53-54	П-4	4	0,35	1,25	11,79
	К	4	0,85	10,54	
52-53	П-4	5	0,29	1,29	14,47
	К	5	0,85	13,18	
51-52	П-4	6	0,28	1,50	17,13
	К	6	0,85	15,81	
50-51	П-4	7	0,28	1,75	20,19
	К	7	0,85	18,45	
49-50	П-4	8	0,265	1,89	22,97
	К	8	0,85	21,08	
48-49	П-4	9	0,258	2,07	25,79
	К	9	0,85	23,72	

Продолжение таблицы 11.1

1	2	3	4	5	6
47-48	П-4	10	0,254	2,26	28,61
	К	10	0,85	26,35	
46-47	П-4	11	0,251	2,46	31,45
	К	11	0,85	28,99	
45-46	П-4	12	0,248	2,65	34,27
	К	12	0,85	31,62	
44-45	П-4	13	0,246	2,85	37,11
	К	13	0,85	34,26	
43-44	П-4	14	0,243	3,03	39,92
	К	14	0,85	36,89	
42-43	П-4	24	0,233	4,98	68,23
	К	24	0,85	63,24	
41-42	П-4	25	0,233	5,19	71,07
	К	25	0,85	65,88	
40-41	П-4	26	0,232	5,38	73,89
	К	26	0,85	68,51	
39-40	П-4	27	0,232	5,58	76,73
	К	27	0,85	71,15	
38-39	П-4	31	0,231	6,38	88,07
	К	31	0,85	81,69	
37-38	П-4	32	0,230	6,56	90,88
	К	32	0,85	84,32	
36-37	П-4	33	0,230	6,76	93,72
	К	33	0,85	86,96	

Продолжение таблицы 11.1

1	2	3	4	5	6
5-36	П-4	37	0,228	7,52	105,02
	К	37	0,85	97,50	
4-5	П-4	72	0,216	13,86	203,59
	К	72	0,85	189,73	
3-4	П-4	73	0,216	14,05	206,42
	К	73	0,85	192,36	
2-3	П-4	74	0,215	14,18	209,18
	К	74	0,85	195	
ГРП-2	П-4	80	0,214	15,26	226,07
	К	80	0,85	210,81	
Ответвление 5- Уч 32					
35- Уч 32	П-4	1	1	0,89	3,99
	К	1	1	3,1	
34-35	П-4	2	0,65	1,16	6,43
	К	2	0,85	5,27	
33-34	П-4	3	0,45	1,2	9,11
	К	3	0,85	7,91	
32-33	П-4	4	0,35	1,25	11,79
	К	4	0,85	10,54	
31-32	П-4	5	0,29	1,29	14,47
	К	5	0,85	13,18	
30-31	П-4	6	0,28	1,5	17,31
	К	6	0,85	15,81	

Продолжение таблицы 11.1

1	2	3	4	5	6
29-30	П-4	7	0,28	1,75	20,19
	К	7	0,85	18,45	
28-29	П-4	8	0,265	1,89	22,97
	К	8	0,85	21,08	
27-28	П-4	9	0,258	2,07	25,79
	К	9	0,85	23,72	
26-27	П-4	10	0,254	2,26	28,61
	К	10	0,85	26,35	
25-26	П-4	11	0,251	2,46	31,45
	К	11	0,85	28,99	
24-25	П-4	12	0,258	2,76	34,38
	К	12	0,85	31,62	
23-24	П-4	16	0,246	3,51	45,67
	К	16	0,85	42,16	
22-23	П-4	17	0,244	3,7	48,49
	К	17	0,85	44,8	
21-22	П-4	18	0,243	3,9	51,33
	К	18	0,85	47,43	
20-21	П-4	19	0,241	4,08	54,15
	К	19	0,85	50,07	
19-20	П-4	20	0,235	4,19	56,89
	К	20	0,85	52,70	
18019	П-4	22	0,234	4,59	62,56
	К	22	0,85	57,97	

Продолжение таблицы 11.1

1	2	3	4	5	6
17-18	П-4	23	0,234	4,8	65,4
	К	23	0,85	60,61	
16-17	П-4	24	0,233	4,98	68,23
	К	24	0,85	63,24	
15-16	П-4	25	0,233	5,19	71,07
	К	25	0,85	65,88	
14-15	П-4	26	0,232	5,38	73,89
	К	26	0,85	68,51	
13-14	П-4	27	0,232	5,58	76,73
	К	27	0,85	71,15	
12-13	П-4	28	0,232	5,79	79,57
	К	28	0,85	73,78	
11-12	П-4	29	0,231	5,97	82,39
	К	29	0,85	76,42	
10-11	П-4	30	0,231	6,18	85,23
	К	30	0,85	79,05	
9-10	П-4	31	0,231	6,38	88,07
	К	31	0,85	81,69	
8-9	П-4	32	0,230	6,56	90,88
	К	32	0,85	84,32	
7-8	П-4	33	0,230	6,76	93,72
	К	33	0,85	86,96	
6-7	П-4	34	0,229	6,94	96,63
	К	34	0,85	89,59	

Продолжение таблицы 11.1

1	2	3	4	5	6
5-6	П-4	35	0,229	7,14	99,37
	К	35	0,85	92,23	
Ответвление 43- Уч 9					
65- Уч 9	П-4	1	1	0,89	3,99
	К	1	1	3,1	
64-65	П-4	2	0,65	1,16	6,43
	К	2	0,85	5,27	
63-64	П-4	3	0,45	1,2	9,11
	К	3	0,85	7,91	
62-63	П-4	4	0,35	1,25	11,79
	К	4	0,85	10,54	
61-62	П-4	5	0,29	1,29	14,47
	К	5	0,85	13,18	
60-61	П-4	6	0,28	1,5	17,31
	К	6	0,85	15,81	
59-60	П-4	7	0,28	1,75	20,19
	К	7	0,85	18,45	
58-59	П-4	8	0,265	1,89	22,97
	К	8	0,85	21,08	
57-58	П-4	9	0,258	2,07	25,79
	К	9	0,85	23,72	
43-57	П-4	10	0,254	2,26	28,61
	К	10	0,85	26,35	
Ответвление 24- Уч 40					
69- Уч 40	П-4	1	1	0,89	3,99
	К	1	1	3,1	

Продолжение таблицы 11.1

1	2	3	4	5	6
68-69	П-4	2	0,65	1,16	6,43
	К	2	0,85	5,27	
67-68	П-4	3	0,45	1,2	9,11
	К	3	0,85	7,91	
24-67	П-4	4	0,35	1,25	11,79
	К	4	0,85	10,54	
Ответвление 19- Уч 47					
70-Уч 47	П-4	1	1	0,89	3,99
	К	1	1	3,1	
19-70	П-4	2	0,65	1,16	6,43
	К	2	0,85	5,27	
Ответвление 20- Уч 49					
75-Уч 49	П-4	1	1	0,89	3,99
	К	1	1	3,1	
74-75	П-4	2	0,65	1,16	6,43
	К	2	0,85	5,27	
73-74	П-4	3	0,45	1,2	9,11
	К	3	0,85	7,91	
72-73	П-4	4	0,35	1,25	11,79
	К	4	0,85	10,54	
71-72	П-4	5	0,29	1,29	14,47
	К	5	0,85	13,18	
2-71	П-4	6	0,28	1,5	17,31
	К	6	0,85	15,81	

Окончание таблицы 11.1

1	2	3	4	5	6
Ответвление 36- Уч 64					
74-Уч 64	П-4	1	1	0,89	3,99
	К	1	1	3,1	
73-74	П-4	2	0,65	1,16	6,43
	К	2	0,85	5,27	
72-73	П-4	3	0,45	1,2	9,11
	К	3	0,85	7,91	
36-72	П-4	4	0,35	1,25	11,79
	К	4	0,85	10,54	
Ответвление 39- Уч 2					
77-Уч 2	П-4	1	1	0,89	3,99
	К	1	1	3,1	
76-77	П-4	2	0,65	1,16	6,43
	К	2	0,85	5,27	
75-76	П-4	3	0,45	1,2	9,11
	К	3	0,85	7,91	
39-75	П-4	4	0,35	1,25	11,79
	К	4	0,85	10,54	
Ответвление 76- Уч 1					
76-Уч 1	П-4	1	1	0,89	3,99
	К	1	1	3,1	

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		55

12 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНУТРИДОМОВОГО ГАЗОПРОВОДА

12.1 Конструирование внутридомового газопровода

Газоснабжение предусмотрено природным газом с низшей теплотой сгорания 37,16 МДж/м³ и плотностью 0,778 кг/м³. Согласно СП 62.13330.2011* внутридомовые газопроводы выполняются из стальных водогазопроводных труб.

Глубина заложения наружного газопровода 1,6 м от поверхности земли до верха трубы. Наружный газопровод под землей подходит к газифицируемому жилому дому и на расстоянии не менее 2 м выходит из земли. На выходе из земли газопровод заключается в футляр для предотвращения механического повреждения. Перед вводом газопровода в здание установлен кран шаровой изолирующий – вид запорной фланцевой арматуры с изолирующими резиновыми вставками. Газопровод до ввода в здание прокладывается открыто с креплением на опорах, а к стенам здания крепится при помощи кронштейнов над окнами первого этажа по фасаду здания. Ввод газопровода в здание осуществляется в помещение топочной, где установлены газовые приборы. Помещение котельной расположено на первом этаже. Газопроводы внутри здания прокладываются также открыто с креплением к несгораемым стенам при помощи кронштейнов.

Гидравлический расчет внутридомового газопровода производят от наиболее нагруженного газоиспользующего прибора (газовый котёл). Диаметр подводящего патрубка к газовой плите Gorenje KN55120AW равен 15 мм. Диаметр подводящего патрубка к котлу NUVOLA Comfort 320 Fi равен 20 мм. Счетчик учета расхода газа ВК-G2,5 установить на отметке 1,6 м от пола в месте, исключающем его повреждение открывающимися окнами и дверьми. Помещение, где устанавливается газовый котел, оборудовать вентиляционным

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		56

каналом для организации вытяжки, а также обеспечить 3-х кратный воздухообмен и дополнительный расход воздуха на горение. Для притока воздуха в нижней части двери предусмотреть зазор между дверью и полом с живым сечением не менее 0,02 м². Оконный проем выполнить из условия: общая площадь остекления в помещении кухни должна быть не менее 0,80 м².

На вводе газопровода в жилое здание предусматривается следующий узел, включающий в себя: термозапорный клапан КТЗ, автоматически перекрывающий подачу газа, при достижении температуры среды 100 °С при пожаре, электромагнитный клапан (в комплекте с СИКЗ), газовый фильтр и счетчик газа.

В помещении, где установлено газопотребляющее оборудование, предусматривается установка системы контроля загазованности СИКЗ с автоматическим отключением подачи газа. КТЗ устанавливается на входе газопровода в помещение, где установлено газовое оборудование. Отвод продуктов сгорания от газового котла осуществляется в обособленный вертикальный дымоход. Присоединение отопительного аппарата к дымоходу предусмотреть соединительными трубами из кровельной стали. Расстояние от соединительной дымоотводящей трубы до потолка из негорючих материалов следует принять не менее 25 см.

Для вентиляции кухни предусматривается наличие окна с форточкой. Каналы естественной вытяжной вентиляции расположены над газоиспользующим оборудованием. Внутренние газопроводы данного жилого здания выполняются из стальных труб. Соединения труб должны быть неразъемными; резьбовые и фланцевые соединения допускаются только в местах установки запорной арматуры и газовых приборов. В местах пересечения строительных конструкций здания газопроводы следует прокладывать в футлярах. Расчетная схема внутридомового газопровода представлена в приложении М, рисунок М.1.

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		57

12.2 Гидравлический расчет внутридомового газопровода.

Порядок расчета:

1. Определяют расчетные длины по формуле:

$$L_p = L \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{100}\right) \quad (12.1)$$

где α - процентная надбавка, принимается по СП-42-101-2003.

2. Определяют средние удельные потери давления по основному направлению по формуле:

$$h_{cp} = \frac{\Delta P}{\sum L_{pi}} \quad (12.2)$$

где h_{cp} - средняя удельная потеря давления.

ΔP - теоретический (располагаемый) перепад давления для внутридомовой сети, принимаем равным 600 Па.

$\sum L_{pi}$ - сумма расчетных длин направления.

3. Так как плотность газа в курсовом проекте не совпадает с плотностью газа для номограммы ($0,778 \text{ кг/м}^3 \neq 0,73 \text{ кг/м}^3$) производим пересчет расходов газа.

Пересчет расхода газа определяется по формуле:

$$V^H = V \cdot \left(\frac{\rho_r}{\rho_H}\right)^2 \quad (12.3)$$

где V^H - расход газа, пересчитанный для номограммы.

V - расчетный расход газа;

ρ_r - плотность газа;

ρ_H - плотность газа, для которого составлена номограмма ($\rho_H = 0,73 \text{ кг/м}^3$).

4. По рассчитанным в пункте 3 расходам газа и по средней удельной потере давления по номограмме подбираются диаметры газопроводов, а так же определяются действительные потери давления, при этом стоит учесть, что

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		58

диаметр газопровода должен быть не менее диаметра присоединительного патрубка газопотребляющего прибора.

5. Гидростатическое давление для вертикальных и наклонных участков определяется по формуле:

$$H_z = \pm Z \cdot g \cdot (1,293 - \rho_o^c) \quad (12.4)$$

где $\pm H_z$ - гидростатическое давление для вертикальных и наклонных участков газопровода.

Z - разность абсолютных отметок начала и конца рассматриваемого участка газопровода.

g - ускорение свободного падения.

ρ_o^c - плотность газа при нормальных условиях.

+ перед формулой ставится в случае, если в газопроводах движется природный газ, - ставится перед формулой в случае, если в газопроводах движется сжиженный газ.

6. Сопротивление участков с учетом потерь давления по длине и гидростатических потерь давления определяется по формуле:

$$\Delta P_o = \sum [h_o \cdot L_{pi} \pm (\pm H_z)] \quad (12.5)$$

где ΔP_o - сопротивление участков.

h_o - действительные удельные потери давления.

L_{pi} - длина участка газопровода.

В формуле ставится знак + в том случае, если газ движется вниз, знак – в том случае, если газ движется вверх (для природного газа, для сжиженного газа правила знаков меняются наоборот).

7. Рассчитываются суммарные потери давления по основному направлению, при этом они должны быть $\leq 350 Pa$.

8. После расчета основного направления делаем расчет ответвлений.

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		59

9. По результатам расчета ответвлений и стояков определяем неувязку по формуле :

$$H = \frac{\Delta P_{д.осн} - \Delta P_{д.отв}}{\Delta P_{д.осн}} \cdot 100\% \leq 10\% \quad (12.6)$$

где $\Delta P_{д.осн}$ - потери давления на основном направлении;

$\Delta P_{д.отв}$ - потери давления на ответвлении.

Выполним пример расчета для участка 1-К:

$$L = 6,24 \text{ м}, V_{pi} = 3,1 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L_p = 6,24 \cdot \left(1 + \frac{120}{100}\right) = 13,7 \text{ м}$$

$$V^H = 3,1 \cdot \left(\frac{0,778}{0,73}\right)^2 = 3,5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$\sum L = 27,88 \text{ м}$$

$$h_{cp} = \frac{600}{27,88} = 21,5 \text{ Па/м}$$

По номограмме подбираем диаметр равный 20 мм, $h_d = 4 \text{ Па/м}$.

$$H_r = 1,74 \cdot 9,8 \cdot (1,293 - 0,778) = 8,8 \text{ Па}$$

$$\Delta P_d = 4 \cdot 13,7 + 8,8 = 63,6 \text{ Па}$$

Расчет остальных участков выполняется аналогично и сводится в приложение Н, таблица Н.1.

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		60

Таблица 10.1- Расходы газа на участках

№ участка	Ассортимент приборов	Количество приборов, шт	Коэффициент одновременности $K_{on}^{П-4}$	Расход газа $м^3/ч$	
				По приборам	Расчетный на участке
1	2	3	4	5	6
Основное направление У-К					
1-К	К	1	1	3,1	3,1
У-1	П-4	1	1	0,89	3,99
	К	1	1	3,1	
Ответвление 1- П-4					
2-П-4	П-4	1	1	0,89	3,99
1-2	П-4	1	1	0,89	3,99

13 ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ГРП

13.1 Подбор регулятора давления.

Подбор регулятора давления сводится к определению максимального проходного сечения, обеспечивающего пропуск максимального количества регулируемой среды. Основные технические характеристики оборудования ГРП принимаются из паспортов и каталогов на оборудование, а так же с сайтов технических организаций. Если табличные данные не совпадают с расчетными, то производят пересчет параметров работы регулятора давления с табличных значений на реальные условия по следующим формулам:

Если совпадают входное и выходное давление, расход газа, табличные и расчетные значения, но отличается реальная плотность газа, тогда пропускная способность определяется по формуле:

$$V = \frac{0,855 \cdot V_m}{\sqrt{\rho}} \quad (13.1)$$

где V - пропускная способность регулятора.

V_m - табличная пропускная способность регулятора.

ρ - реальная плотность газа при нормальных условиях.

Если скорость истечения газа через седло меньше критической, то есть когда $\frac{P_2}{P_1} \geq 0,5$ и плотность газа не равна табличному значению, пропускная способность определяется по формуле:

$$V = 0,855 \cdot V_m \cdot \sqrt{\frac{\Delta P \cdot P_2}{\Delta P_m \cdot \rho \cdot P_{2m}}} \quad (13.2)$$

где ΔP и ΔP_m - перепад давления в регуляторе (расчетный и табличный).

P_2 и P_{2m} - абсолютное выходное давление газа (расчетное и табличное).

Если скорость истечения газа через седло меньше критической, то есть когда

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		62

$\frac{P_2}{P_1} \geq 0,5$ и плотность газа равна табличному значению, пропускная способность

определяется по формуле:

$$V = 0,855 \cdot V_m \cdot \sqrt{\frac{\Delta P \cdot P_2}{\Delta P_m \cdot P_{2m}}} \quad (13.3)$$

Если скорость истечения газа через седло критическая, то есть когда

$\frac{P_2}{P_1} < 0,5$ и плотность газа не равна табличному значению, пропускная

способность определяется по формуле:

$$V = \frac{0,855 \cdot V_m \cdot P_1}{P_{1m} \cdot \sqrt{\rho}} \quad (13.4)$$

где P_1 и P_{1m} - абсолютное входное давление газа (расчетное и табличное).

Если скорость истечения газа через седло критическая, то есть когда

$\frac{P_2}{P_1} < 0,5$ и плотность газа равна табличному значению, пропускная способность

определяется по формуле:

$$V = \frac{V_m \cdot P_1}{P_{1m}} \quad (13.5)$$

Нормальная работа регулятора давления обеспечивается при условии, когда его максимальная пропускная способность не более 80%, а минимальная не менее 10% от расчетной пропускной способности при заданном входном и выходном давлениях:

$$0,1 \cdot V \leq V_p \leq 0,8 \cdot V$$

Выполним подбор регулятора давления для ГРП:

Расчетный расход газа $V_p = 226 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$ [Прил Ж. табл Ж1];

Избыточное входное давление $P_{1,изб} = 0,3549$ МПа [Прил Ж. табл Ж1];

Абсолютное входное давление $P_{1,абсол} = 0,4549$ МПа [Прил Ж. табл Ж1];

Избыточное выходное давление $P_{2,изб} = 0,003$ КПа.

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		63

Абсолютное выходное давление $P_{2\text{абсол}} = 0,103$ КПа.

Выходное давление из ГРП принимается с учетом требуемого давления во внутридомовой сети 2600 Па и потерь давления в сети низкого давления 400 Па.

Определим критическая скорость истечения газа через седло или нет:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{0,103}{0,45} = 0,23 < 0,5 - \text{ скорость истечения газа критическая, плотность}$$

реальная не равна плотности табличной, тогда расчет ведем по формуле (11.4).

Из паспортных данных выбираем следующий регулятор давления:

РДГ 50Н с $d_y = 50$ мм, $V_m = 900$ м³/ч, $P_{1\text{тизб}} = 0,4$ МПа, $P_{1\text{табсол}} = 0,5$ МПа,
 $P_{2\text{т}} = 1 - 60$ КПа

Пропускная способность равна:

$$V = \frac{0,855 \cdot 900 \cdot 0,4549}{0,5 \cdot \sqrt{0,778}} = 786 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Сделаем проверку обеспечения нормальной работы регулятора:

$$0,1 \cdot 786 \leq V_p(226,07) \leq 0,8 \cdot 786$$

$$78,6 < V_p(226,07) < 629,6$$

К установке принимаем регулятор давления РДГ 50Н с $d_y = 50$ мм,
 $V_m = 900$ м³/ч, $P_{1\text{тизб}} = 0,4$ МПа, $P_{1\text{табсол}} = 0,5$ МПа, $P_{2\text{т}} = 1 - 60$ КПа.

Технические характеристики регулятора давления приведены в приложении О на рисунке 13.1.

11.2 Подбор фильтра.

Фильтр обеспечивает требуемую степень очистки газа от механических примесей при ограниченных скоростях газового потока. При этом обеспечивается определенная пропускная способность фильтра, по которой он подбирается. Фильтр подбирается по таким же техническим характеристикам, как и регулятор давления. Если фактические значения отличаются от табличных, то пропускная способность определяется по формуле:

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		64

$$V = 0,855 \cdot V_m \cdot \sqrt{\frac{\Delta P \cdot P_1}{\Delta P_m \cdot P_{1m} \cdot \rho}} \quad (13.6)$$

где V , V_m , ρ - то же, что и в формуле (11.1).

P_1 и P_{1m} - то же, что и в формуле (11.4).

ΔP и ΔP_m - то же, что и в формуле (11.2).

Подберем фильтр для ГРП:

Расчетный расход газа $V_p = 226 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$ [Прил Ж. табл Ж1];

Избыточное входное давление $P_{1.изб} = 0,3549$ МПа [Прил Ж. табл Ж1];

Абсолютное входное давление $P_{1.абсол} = 0,4549$ МПа [Прил Ж. табл Ж1];

Избыточное выходное давление $P_{2.изб} = 0,003$ КПа.

Абсолютное выходное давление $P_{2.абсол} = 0,103$ КПа.

Примем фильтр ФГ-32 с $d_y = 32$ мм, $V_m = 330$ м³/ч, $P_{1.тизб} = 0,4$ МПа,

$P_{1.табсол} = 0,5$ МПа

Пропускная способность равна:

$$V = 330 \cdot 0,855 \cdot \sqrt{\frac{0,005 \cdot 0,4549}{0,778 \cdot 0,5 \cdot 0,005}} = 303 > 226,07 \text{ м}^3/\text{ч}$$

К установке принимаем фильтр ФГ-32 с $d_y = 32$ мм, $V_m = 330$ м³/ч, $P_{1.тизб} = 0,4$ МПа, $P_{1.табсол} = 0,5$ МПа. Технические характеристики фильтра приведены в приложении О на рисунке О.2.

11.3 Подбор предохранительно запорного клапана.

Пзк имеет 2 предела настройки- верхний и нижний, которые настраиваются по выходному давлению в зависимости от его превышения либо уменьшения.

Верхний предел настройки определяется по формуле:

$$P_{наст}^s = 1,15 \cdot P_2 \quad (13.7)$$

где $P_{наст}^s$ - верхний предел настройки.

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		65

P_2 - выходное давление.

Нижний предел настройки определяется по формуле:

$$P_{наст}'' = 0,9 \cdot P_2 \quad (13.8)$$

где $P_{наст}''$ - верхний предел настройки.

P_2 - то же, что и в формуле (11.7).

Диаметр пзк должен быть равен диаметру регулятора давления.

Подберем ПЗК для ГРП:

$$P_{наст}^B = 1,15 \cdot 3 = 3,45 \text{ КПа}$$

$$P_{наст}^H = 0,9 \cdot 3 = 2,7 \text{ КПа}$$

К установке принимаем КПЗ-50Н с $d_y = 50$ мм $P_{наст}^B = 1,7 - 90$ КПа, $P_{наст}^H = 0,5 - 30$ КПа. Технические характеристики ПЗК приведены в приложении О на рисунке О.3.

11.4 Подбор предохранительно сбросного клапана.

ПСК настраивается на превышение выходного давления. Предел настройки определяется по формуле:

$$P_{настр} = 1,1 \cdot P_2 \quad (13.9)$$

где $P_{настр}$ - предел, по которому настроен ПСК.

P_2 - то же, что и в формуле (11.7).

Подберем ПСК для ГРП:

$$P_{настр} = 1,1 \cdot 3 = 3,3 \text{ КПа}$$

К установке принимаем ПСК-50Н/5 с $d_y = 50$ мм, $P_{настр} = 1 - 5$ КПа. Технические характеристики ПСК приведены в приложении О на рисунке О.4.

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		66

14 ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ ТРАССЫ ГАЗОПРОВОДА

Методика расчета продольного профиля газопровода принята по [15].

Профиль изображают в масштабах:

По горизонтали- 1:200; 1:500; 1:1000; 1:2000;

По вертикали- 1:50; 1:100.

На профиле указываются:

1. Поверхность земли по результатам геодезической съемки;
2. Отметка уровня грунтовых вод;
3. Все пересекаемые газопроводом объекты- автомобильные дороги, кюветы, другие подземные и надземные сооружения, влияющие на прокладку проектируемых газопроводов коммуникации с указанием их габаритных размеров и высотных отметок;
4. Колодцы, эстакады, отдельно стоящие опоры и другие сооружения и конструкции газопроводов в виде упрощенных контурных очертаний наружных габаритов –сплошной тонкой линией;
5. Футляры на газопроводах с указанием диаметров, длин и привязок их к оси дорог, сооружениям, влияющим на прокладку проектируемых газопроводов, или к пикетам;
6. Буровые скважины.
7. Глубина траншеи от проектной и фактической поверхности земли;
8. Отметка верха трубопровода.

Трубопроводы с диаметром 150 мм и меньше можно изображать одной линией. Глубина заложения газопровода H_0 определяется в зависимости от вида газа, диаметра газопровода, глубины промерзания грунта, геологической структуры грунта и дорожного покрытия. Оптимальная глубина заложения определяется по формуле:

$$H_0 = 1,4 + d \quad (14.1)$$

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		67

где d - максимальный диаметр внутриквартальной сети с учетом толщины изоляции.

При проектировании профиля трассы газопровода следует стремиться к тому, чтобы глубина заложения газопровода была близка к оптимальной. В соответствии с профилем местности вся трасса разбивается на участки, имеющие свой уклон дна траншеи. В конечных точках этих участков задается оптимальная глубина заложения газопровода. Отметки дна траншеи в этих точках определяются по формулам:

$$z_{д.тр.н} = z_{з.н} - H_0 \quad (14.2)$$

$$z_{д.тр.к} = z_{з.к} - H_0 \quad (14.3)$$

где $z_{з.н}$, $z_{з.к}$ - отметки в начале и в конце участка соответственно.

Уклоны дна траншеи для участка определяется по формуле:

$$j = \frac{z_{д.тр.н} - z_{д.тр.к}}{L} \cdot 1000 \quad (14.4)$$

где L - длина расчетного участка.

Отметка верха трубы определяется по формуле:

$$z_{з.тр.в} = z_{д.тр.н} + d_{изол} \quad (14.5)$$

где $d_{изол}$ диаметр газопровода вместе с толщиной изоляции.

Глубина заложения газопровода, между основными точками определяется по формулам:

Отметка дна траншеи, м:

$$z_{д.тр.(n+1)} = z_{д.тр.н} \pm \frac{i \cdot L_n - (n + 1)}{1000} \quad (14.6)$$

Глубина заложения, м:

$$H_{n+1} = z_{з(n+1)} - z_{д.тр.(n+1)} \quad (14.7)$$

По вышеизложенной методике рассчитываются основные и промежуточные точки и результаты заносятся в таблицу под профилем.

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		68

15 АВТОМАТИЗАЦИЯ ГРП

В данном разделе выполнена автоматизация ГРП по рекомендациям из пособия «Проектирование функциональных схем систем автоматического контроля и регулирования» А.В. Волощенко [16].

15.1 Характеристика объекта регулирования

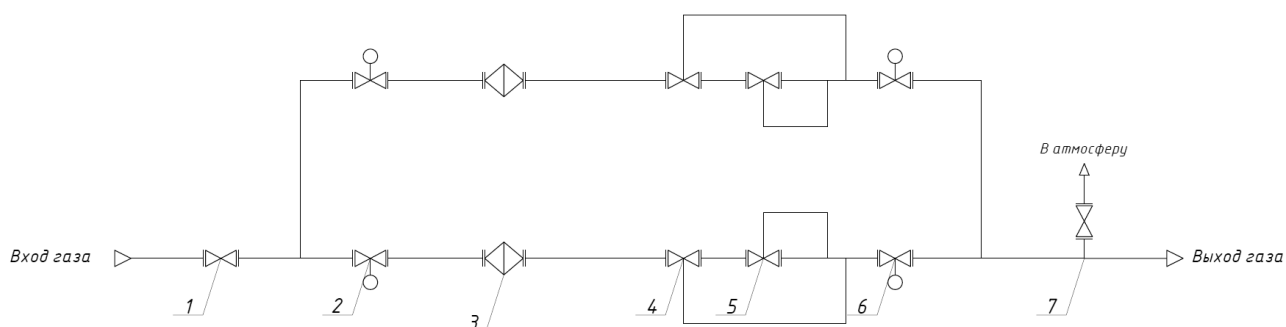


Рисунок 15.1- Принципиальная схема ГРП.

Оборудование ГРП:

- 1- Отключающая задвижка перед ГРП;
- 2,6- Термозапорный клапан;
- 3- Фильтр;
- 4- Предохранительно запорный клапан;
- 5- Регулятор давления после себя;
- 7- Предохранительно сбросной клапан.

15.2 Задачи системы автоматизации ГРП

Задачи автоматизации ГРП:

1. Обеспечение автоматизированного эффективного управления технологическими процессами в нормальных, переходных и аварийных режимах распределения газа.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата

08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ

Лист

69

2. Своевременное представление оперативному персоналу достаточной и достоверной информации о ходе технологического процесса, состоянии оборудования и технических средств управления.

3. Обеспечение коммерческого учёта потребления природного газа.

4. Технологическая и аварийная сигнализация.

Для решения задачи автоматизации принимается оптимальный вариант схемы АКиР технологического объекта.

Контролируемые параметры:

1. Давление газа на входе в ГРП;

2. Перепад давления на фильтре (загрязненность фильтра);

3. Давление на выходе из ГРП;

4. Температура на термозапорном клапане.

Контроль параметров производится следующими элементами:

1. Дифференциальный манометр (3-1) для контроля загрязнения фильтра;

2. Дифференциальный манометр (1-1) для контроля входного давления в ГРП;

3. Датчик для измерения давления (5-1);

4. Прибор контроля положения задвижки (6-1) и (9-1);

5. Модуль ввода-вывода для обработки сигналов от КТЗ.

15.3 Принцип работы системы автоматизации

Контроллер считывает показания с датчика давления (РС 5-1), установленном на выходе из регулятора давления и корректирует размер проходного сечения в регуляторе, тем самым снижая выходное давление газа до требуемого значения. Контроллер передает показания на АРМ оператора.

15.4 Блокировка и защита оборудования

Защита в системе выполняется от превышения или понижения выходного давления газа из регулятора давления. Защита производится путем контроля

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		70

нижнего и верхнего пределов давлений газа (PS 6-1) и (PS 9-1). При достижении выходного давления выше требуемого значения на 15% или ниже на 10% сигнал поступает на контроллер, который в свою очередь отдает команду закрытия предохранительно запорного клапана (PS 6-1). При достижении выходного давления выше требуемого значения на 10% сигнал поступает на контроллер, который в свою очередь отдает команду открытия предохранительно сбросного клапана (PS 9-1) для сброса излишек газа в атмосферу. В случае срабатывания ПЗК и ПСК АРМ оператора получает сигнал об аварии или превышении давления.

15.5 Вывод.

С помощью спроектированной системы автоматизации ГРП достигается автоматическое регулирование технологических параметров, контроль параметров газа, а так же блокировка и защита оборудования в случае аварии. Так же оператор может удаленно наблюдать как работает ГРП. В случае аварии сигнал поступает на АРМ оператора.

Функциональная схема автоматизации приточной установки представлена в графической части.

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		71

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте были разработаны системы отопления и газоснабжения жилых домов.

Основная цель работы заключалась в использовании современных разработок в области систем отопления и газоснабжения, использование экономически выгодного и гибкого варианта автоматического управления, а так же применение энергосберегающих мероприятий.

Для решения поставленных задач в жилом доме запроектированы системы местного отопления, рассчитаны теплотери в помещениях , а так же теплотери на нагрев воздуха поступающего в результате несбалансированной вентиляции, разработана схема разводки магистралей отопления и теплого пола, рассчитаны гидравлические потери в системе отопления и в системе теплого пола, подобрано необходимое оборудование, в том числе с помощью программ автоматического подбора, что позволило подобрать оборудование с характеристиками, максимально соответствующими расчётным значениям.

Так же была запроектирована система газоснабжения поселка для обеспечения потребителей газом на нужды пищевого приготовления, системы отопления и ГВС. Был подобран двухконтурный газовый котел, обеспечивающий требуемую нагрузку на системы отопления и ГВС. Был выполнен расчет сетей газоснабжения среднего и низкого давлений, а так же внутридомовой сети газоснабжения. ГРП предусматривает две линии редуцирования давления газа, для каждой было подобрано оборудование. Принятые инженерные решения были основаны на выборе наиболее благоприятного варианта организации системы газоснабжения поселка в условиях существующих тенденций развития современных технологий.

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		72

Для автоматического регулирования технологических параметров была разработана функциональная схема автоматизации.

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		73

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 131.13330.2018 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.
3. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
4. СП 60.13330. 2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
5. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.І. Отопление/В.Н. Богословский: 1990 г.-344 с. С иллюстрациями (Справочник проектировщика).
6. «Справочник по газоснабжению и использованию природного газа»- 1990г-Стаскевич.Н.Л, Северинец.Г.Н, Вигдорчик.Д.Я. Л.Недра 1990 год, 762 стр с иллюстрациями.
7. СП 42-101-2003-« Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб». Госстрой России. 114 стр.
8. «Газоснабжение» Ионин.А.А.- учебник для вузов, 4-е издание переработанное и дополненное. Москва Стройиздат-1989 год. 439 стр юстрациями.
9. СП 89.13330.2016Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП П-35-76.
10. СП 55.13330.2016 Дома жилые одноквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-02-2001 (с изменением №1)- 20 стр.
11. СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 2.7-2013.
12. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ. ВНУТРЕННИЕ УСТРОЙСТВА. РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ГОСТ 21.609-83 (2003).

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		74

13. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ. НАРУЖНЫЕ ГАЗОПРОВОДЫ. РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ГОСТ 21.610-85 (2003).

14. СП 30.13330- 2016 Внутренний водопровод и канализация зданий.

15. Гидравлический расчет и проектирование газопроводов: Учебное пособие/ Комина Г.П., Прошутинский А.О.; СПбГАСУ. –СПб., 2010. –148 с.

16. Проектирование функциональных схем систем автоматического контроля и регулирования: учебное пособие/ А. В. Волошенко, Д. Б. Горбунов – Томск: Изд–во Томского политехнического университета, 2008. – 109 с.

17. СТО НП «АВОК» 2.1-2008 Здания жилы и общественные. Нормы воздухообмена./ Е.О.Шилькрот, М.М. Бродач, Л.А.Гулабянц, В.И. Ливчак, Ю.А. Табунщиков, М.Г. Тарабанов- 2008 г, 30 стр.

					08.03.01.2020.211.03.КП.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		75

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Расчет теплопотерь через наружные ограждающие конструкции.
Таблица А.1- Расчет теплопотерь через наружные ограждающие конструкции.

№	Наименование помещения	3	Характеристика ограждения			Кoeffициент (тв-щ)л	9	10	Добавочные теплопотери		13	Σ Q	
			4	5	6				7	8			11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Здание серии 1 (Ориентация главного фасада на север)													
1	УЖК	23	НС	В	8,600X3,500	30,1	0,27	55	447,0	0,1		492	2885
			НС	С	4,975X3,500	17,9	0,27	55	265,8	0,1		292	
			ОК	В	2,000X1,500	3	0,84	55	138,6	0,1		152	
			ОК	С	2,000X1,500	3	0,84	55	138,6	0,1		152	
			ПП		7,675X5,525	64,9	0,19	50	610,4			610	
			ПЛ I		2,000X2,8,200	56,4	0,32	55	992,6			993	
2	ЖК	21	ПЛ II		2,300X1,750	18,5	0,19	55	193,3		193	3174	
С учетом запаса 10%													
2	ЖК	21	НС	Ю	3,550X3,500	12,4	0,27	53	177,4	0		177	902
			ОК	Ю	2,000X1,500	3	0,84	53	133,6	0		134	
			ПП		3,950X4,475	19	0,19	48	172,2			172	
			ПЛ I		10,950X2,000	21,9	0,32	53	371,4			371	
			ПЛ II		1,925X1,550	4,7	0,19	53	47,3			47	
			ПЛ II		2,000X0,400								
С учетом запаса 10%													
3	УЖК	23	НС	Ю	5,325X3,500	18,6	0,27	55	276,2	0		276	1394
			НС	С	4,475X3,500	15,6	0,27	55	231,7	0,05		243	
			ОК	Ю	2,000X1,500	3	0,84	55	138,6	0		139	
			ПП		5,325X4,475	19	0,19	50	236,1			236	
			ПЛ I		1,850X0,700	25,1	0,19	55	438,2			438	
			ПЛ II		12,450X2,000	24,9	0,32	55	61,7			62	
С учетом запаса 10%													
4	УЖК	23	НС	С	5,475X3,500	19,2	0,27	55	285,1	0,05		299	1388
			НС	С	3,475X3,500	12,2	0,27	55	181,2	0,1		199	
			ОК	С	2,000X1,500	3	0,84	55	138,6	0,1		152	
			ПП		3,475X5,475	19	0,19	50	178,9			179	
			ПЛ I		11,600X2,000	23,2	0,32	55	408,3			408	
			ПЛ II		0,800X2,800	2,2	0,19	55	23,4			23	
С учетом запаса 10%													

Продолжение таблицы А.1

№	Наименование помещения	Э	Характеристика ограждения					Кoeffициент теплопередачи к вкл	Основные потери через ограждение	Добавочные		Теплопотери через ограждение	Σ Ц	
			Наименование ориентация по сторонам света	Размеры, м	Площадь	На ориентацию	Прочие							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
5	СУ	24	НС	С	3,675Х3,500	12,86	0,27	56	194,5	0,1		214	621	
			ОК	С	2,000Х1,500	3	0,84	56	141,1	0,1		155		
			ПТ		3,950Х2,975	11,75	0,19	50	112,5			113		
			ПЛ I		2,000Х3,700	7,4	0,32	56	132,6			133		
			ПЛ II		3,700Х0,150	0,56	0,19	56	5,9			6		
			С учетом запаса 10%											
6	Вестибюль	16	НС	С	0,950Х3,500	3,33	0,27	48	43,1	0,1		47	241	
			ДВ	С	0,900Х2,000	1,8	0,49	48	42,3	0,1	0,68	75		
			ПТ		1,850Х2,975	5,5	0,19	43	45,2			45		
			ПЛ I		1,600Х2,000	3,2	0,32	48	49,2			49		
			ПЛ II		1,600Х0,150	0,24	0,19	48	2,2			2		
			С учетом запаса 10%											
7	Помещение котельной	5	НС	З	0,700Х3,500	2,45	0,27	37	24,5	0,05		26	620	
			НС	С	2,975Х3,500	10,41	0,27	37	104,0	0,1		114		
			ОК	С	1,500Х1,500	3	0,84	37	93,2	0,1		103		
					2,700Х2,975									
			ПТ		1,600Х2,975	12,79	0,19	33	80,9			81		
			ПЛ I		9,900Х2,000	19,8	0,32	37	234,4			234		
		2,450Х0,150												
ПЛ II		1,600Х0,300	0,85	0,19	37	6,0				6				
ДВ	З	0,900Х2,000	1,8	0,49	37	32,6			0,05	0,68	56			
С учетом запаса 10%												683		
8	Коридор	18	ПТ		5,800Х1,800		0,19	45	101,8			101,8	193	
					2,100Х0,700	11,91								
					3,700Х1,400									
					1,700Х2,100									
					0,550Х1,525	9,59	0,19	50	91,1		91,1			
С учетом запаса 10%												212		
Итого теплопотери по зданию												8097		
С учетом запаса 10%												8907		
Здание серии 2 (ориентация главного фасада на восток)														
1	УЖК	23	НС	Ю	8,600Х3,500	30,1	0,27	55	447,0	0		447	2827	
			НС	В	4,975Х3,600	17,9	0,27	55	265,8	0,1		292		
			ОК	Ю	2,000Х1,500	3	0,84	55	138,6	0		139		
			ОК	В	2,000Х1,500	3	0,84	55	138,6	0,1		152		
					7,675Х5,525									
			ПТ		4,975Х4,525	64,9	0,19	50	610,4			610		
					2,000Х2,200	56,4	0,32	55	992,6		993			
					4,850Х2,750									
					1,999Х0,550									
					2,300Х1,750	18,5	0,19	55	193,3		193			
С учетом запаса 10%												3109		

Продолжение таблицы А.1

№	Наименование помещения	Этаж	Характеристика ограждения				Кэффициент теплопередачи к (тв-в)л	Основные потери через ограждение	Добавочные			Теплопотери через ограждение	Σ Q
			Наименование	Ориентация по сторонам света	Размеры, м	Площадь			На ориентацию	Прочие			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	ЖК	21	НС	3	3,50X3,500	12,4	0,27	177,4	0,05	371,4	0,05	186	918
			ОК	3	2,000X1,500	3	0,84	133,6	0,05				
			ПП		3,950X4,475	19	0,19	172,2					
			ПЛ I		10,950X2,000	21,9	0,32	371,4					
			ПЛ II		1,925X1,550 2,000X0,400 1,550X0,575	4,7	0,19	47,3					
3	УЖК	23	НС	3	5,325X3,500	18,6	0,27	276,2	0,05	61,7	0,05	290	1426
			НС	С	4,475X3,500	15,6	0,27	231,7	0,1				
			ОК	3	2,000X1,500	3	0,84	138,6	0,05				
			ПП		5,325X4,475	25,1	0,19	236,1					
			ПЛ I		1,850X0,700	24,9	0,32	438,2					
			ПЛ II		2,650X1,800 1,600X0,700	5,9	0,19	61,7					
			НС	С	5,475X3,500	19,2	0,27	285,1	0,1				
			НС	В	3,475X3,500	12,2	0,27	181,2	0,1				
			ОК	В	2,000X1,500	3	0,84	138,6	0,1				
			ПП		3,475X5,475	19	0,19	178,9					
4	УЖК	23	ПЛ I		11,600X2,000	23,2	0,32	408,3		23,4		408	1276
			ПЛ II		0,800X2,800	2,2	0,19	23,4					
			НС	В	3,675X3,500	12,86	0,27	194,5	0,1				
			ОК	В	2,000X1,500	3	0,84	141,1	0,1				
5	СУ	24	ПП		3,950X2,975	11,75	0,19	112,5		132,6		133	620
			ПЛ I		2,000X3,700	7,4	0,32	132,6					
			ПЛ II		3,700X0,150	0,56	0,19	5,9					
			НС	В	0,950X3,500	3,33	0,27	43,1	0,1				
			ДВ	В	0,900X2,000	1,8	0,49	42,3	0,1				
6	Вестибюль	16	ПП		1,850X2,975	5,5	0,19	45,2		0,68		75	241
			ПЛ I		1,600X2,000	3,2	0,32	49,2					
			ПЛ II		1,600X0,150	0,24	0,19	2,2					
			НС	В	0,950X3,500	3,33	0,27	43,1	0,1				
			ДВ	В	0,900X2,000	1,8	0,49	42,3	0,1				

Продолжение таблицы А.1

№	Наименование помещения	№	Наименование	Характеристика ограждения				Коэффициент теплопередачи к в/л	Основныe потери через ограждение	Добавочные		Теплопотери через ограждение	Σ Q		
				Ориентация по сторонам света	Размеры, м	Площадь	6			7	8			9	10
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
7	Помещение котельной	5	НС	С	0,700X3,500	2,45	0,27	24,5	0,1	12	13	623			
			НС	В	2,975X3,500	10,41	0,27	104,0	0,1	114					
			ОК	В	1,500X1,500	3	0,84	93,2	0,1	103					
			ПТ		2,700X2,975	12,79	0,19	80,9		81					
			ПЛ I		9,900X2,000	19,8	0,32	234,4		234					
			ПЛ II	С	2,450X0,150	0,85	0,19	6,0		6					
			ДВ		0,900X2,000	1,8	0,49	32,6	0,1	0,68	58	686			
8	Коридор	18	ПТ		5,800X1,800	11,91	0,19	101,8			102	193			
					2,100X0,700										
					3,700X1,400										
					1,700X2,100										
					0,550X1,525	9,59	0,19	91,1		91					
														212	
Итого теплопотери по зданию												8102			
С учетом запаса 10%												8913			
Здание серии 3 (ориентация главного фасада на юг)															
1	УЖК	23	НС	З	8,600X3,500	30,1	0,27	447,0	0,05		469	2816			
			НС	Ю	4,975X3,600	17,9	0,27	265,8	0		266				
			ОК	З	2,000X1,500	3	0,84	138,6	0,05		146				
			ОК	Ю	2,000X1,500	3	0,84	138,6	0		139				
			ПТ		7,675X5,525	64,9	0,19	610,4		610					
			ПЛ I		2,000X2,200	56,4	0,32	992,6		993					
					4,850X2,750										
					1,999X0,550										
					2,300X1,750	18,5	0,19	193,3		193					
														2816	
															3097
			С учетом запаса 10%												3097
2	ЖК	21	НС	С	3,550X3,500	12,4	0,27	177,4	0,1		195	933			
			ОК	С	2,000X1,500	3	0,84	133,6	0,1		147				
			ПТ		3,950X4,475										
					1,850X0,700	19	0,19	172,2		172					
			ПЛ I		10,950X2,000	21,9	0,32	371,4		371					
					1,925X1,550										
			ПЛ II		2,000X0,400						47	933			
					1,550X0,575	4,7	0,19	47,3		47	1026				
С учетом запаса 10%												1026			

Продолжение таблицы А.1

№	Наименование помещения	№	Характеристика ограждения				Кoeffициент теплопередачи к в/л	Основные потери через ограждение	Добавочные		Теплопотери через ограждение	Σ Q		
			Наименование	Ориентация по сторонам света	Размеры, м	Площадь			На ориентацию	Прочие				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
			НС	С	5,325Х3,500	18,6	0,27	55	276,2	0,05		290		
			НС	В	4,475Х3,500	15,6	0,27	55	231,7	0,1		255		
			ОЖ	С	2,000Х1,500	3	0,84	55	138,6	0,05		146		
			ПТ		5,325Х4,475									236
			ПТ I		1,850Х0,700	25,1	0,19	50	236,1					438
3	УЖК	23	ПТ II		12,450Х2,000	24,9	0,32	55	438,2			62	1426	
			ПТ II		2,650Х1,800									1569
4	УЖК	23	ПТ II		1,600Х0,700	5,9	0,19	55	61,7			62	1244	
			НС	В	5,475Х3,500	19,2	0,27	55	285,1	0,1		314		
			НС	Ю	3,475Х3,500	12,2	0,27	55	181,2	0		181		
			ОЖ	Ю	2,000Х1,500	3	0,84	55	138,6	0		139		
			ПТ		3,475Х5,475	19	0,19	50	178,9			179		
			ПТ I		11,600Х2,000	23,2	0,32	55	408,3			408		
			ПТ II		0,800Х2,800	2,2	0,19	55	23,4			23		
5	СУ	24	НС	Ю	3,675Х3,500	12,86	0,27	56	194,5	0		194	587	
			ОЖ	Ю	2,000Х1,500	3	0,84	56	141,1	0		141		
			ПТ		3,950Х2,975	11,75	0,19	50	112,5			113		
			ПТ I		2,000Х3,700	7,4	0,32	56	132,6			133		
			ПТ II		3,700Х0,150	0,56	0,19	56	5,9			6		
			НС	Ю	0,950Х3,500	3,33	0,27	48	43,1	0		43		
			ДВ	Ю	0,900Х2,000	1,8	0,49	48	42,3	0	0,68	71		
			ПТ		1,850Х2,975	5,5	0,19	43	45,2			45		
			ПТ I		1,600Х2,000	3,2	0,32	48	49,2			49		
			ПТ II		1,600Х0,150	0,24	0,19	48	2,2			2		
6	Вестибюль	16	НС	Ю	0,700Х3,500	2,45	0,27	37	24,5	0,1		27	252	
			НС	Ю	2,975Х3,500	10,41	0,27	37	104,0	0		104		
			ОЖ	Ю	1,500Х1,500	3	0,84	37	93,2	0		93		
			ПТ		2,700Х2,975									81
			ПТ I		1,600Х2,975	12,79	0,19	33	80,9			234		
			ПТ I		9,900Х2,000	19,8	0,32	37	234,4					
			ПТ II		2,450Х0,150									6
			ПТ II		1,600Х0,300	0,85	0,19	37	6,0			6		
			ДВ	В	0,900Х2,000	1,8	0,49	37	32,6	0,1	0,68	58		
			7	Помещение котельной	5	ПТ II		0,900Х2,000	1,8	0,49	37	32,6		0,1
ДВ	В	0,900Х2,000				1,8	0,49	37	32,6	0,1	0,68	58		
											С учетом запаса 10%	645		
											С учетом запаса 10%	1368		
											С учетом запаса 10%	252		
											С учетом запаса 10%	664		

Продолжение таблицы А.1

№	Наименование помещения	Этаж	Характеристика ограждения				Коэффициент теплопередачи к в/н	Основные потери через ограждение	Добавочные		Теплопотери через ограждение	Σ Q					
			Наименование	Ориентация по сторонам света	Размеры, м	Площадь			На ориентацию	Прочие							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
8	Коридор	18	ПТ		5,800X1,800	11,91	0,19	45	101,8			102					
					2,100X0,700												
					3,700X1,400												
					1,700X2,100												
			ПТ		0,550X1,525	9,59	0,19	50	91,1		91	193					
С учетом запаса 10%												212					
Итого теплопотерь по зданию												8013					
С учетом запаса 10%												8814					
Здание серии 4 (ориентация главного фасада на запад)																	
1	УЖК	23	ПТ	С	8,600X3,500	30,1	0,27	55	447,0	0,1		492					
					4,975X3,600	17,9	0,27	55	265,8	0,05	279						
					2,000X1,500	3	0,84	55	138,6	0,1	152						
					2,000X1,500	3	0,84	55	138,6	0,05	146						
					7,675X5,525												
					4,975X4,525	64,9	0,19	50	610,4		610						
					2,000X2,200	56,4	0,32	55	992,6		993						
					4,850X2,750												
					1,999X0,550												
					2,300X1,750	18,5	0,19	55	193,3		193						
С учетом запаса 10%												2865					
Итого теплопотерь по зданию												3152					
2	ЖК	21	ПТ	В	3,550X3,500	12,4	0,27	53	177,4	0,1		195					
					2,000X1,500	3	0,84	53	133,6	0,1	147						
					3,950X4,475												
					1,850X0,700	19	0,19	48	172,2		172						
					10,950X2,000	21,9	0,32	53	371,4		371						
					1,925X1,550												
					2,000X0,400												
					1,550X0,575	4,7	0,19	53	47,3		47						
					С учетом запаса 10%												933
					Итого теплопотерь по зданию												1026
3	УЖК	23	ПТ	В	5,325X3,500	18,6	0,27	55	276,2	0,1		304					
					4,475X3,500	15,6	0,27	55	231,7	0	232						
					2,000X1,500	3	0,84	55	138,6	0,1	152						
					5,325X4,475												
					1,850X0,700	25,1	0,19	50	236,1		236						
					12,450X2,000	24,9	0,32	55	438,2		438						
2,650X1,800																	
1,600X0,700	5,9	0,19	55	61,7		62											
С учетом запаса 10%												1424					
Итого теплопотерь по зданию												1566					

Окончание таблицы А.1

№	Наименование помещения	Этаж	Характеристика ограждения						Коэффициент теплопередачи к в/д	(тв-в/д)	Основные потери через ограждение	Добавочные		Теплопотери через ограждение	Σ Q
			Наименование	Ориентация по сторонам света	Размеры, м	Площадь	На ориентацию	Прочие							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
4	УЖК	23	НС	Ю	5,475X3,500	19,2	0,27	55	285,1	0		13	1232		
			НС	3	3,475X3,500	12,2	0,27	55	181,2	0,05		285			
			ОК	3	2,000X1,500	3	0,84	55	138,6	0,05		190			
			ПП		3,475X5,475	19	0,19	50	178,9			146			
			ПЛ I		11,600X2,000	23,2	0,32	55	408,3			179			
			ПЛ II		0,800X2,800	2,2	0,19	55	23,4			408			
С учетом запаса 10%													1232		
5	СУ	24	НС	3	3,675X3,500	12,86	0,27	56	194,5	0,05		204	603		
			ОК	3	2,000X1,500	3	0,84	56	141,1	0,05		148			
			ПП		3,950X2,975	11,75	0,19	50	112,5			113			
			ПЛ I		2,000X3,700	7,4	0,32	56	132,6			133			
			ПЛ II		3,700X0,150	0,56	0,19	56	5,9			6			
			С учетом запаса 10%												
6	Вестибюль	16	НС	3	0,950X3,500	3,33	0,27	48	43,1	0,05		45	664		
			ДВ	3	0,900X2,000	1,8	0,49	48	42,3	0,05	0,68	73			
			ПП		1,850X2,975	5,5	0,19	43	45,2			45			
			ПЛ I		1,600X2,000	3,2	0,32	48	49,2			49			
			ПЛ II		1,600X0,150	0,24	0,19	48	2,2			2			
			С учетом запаса 10%												
7	Помещение котельной	5	НС	Ю	0,700X3,500	2,45	0,27	37	24,5	0		24	608		
			НС	3	2,975X3,500	10,41	0,27	37	104,0	0,05		109			
			ОК	3	1,500X1,500	3	0,84	37	93,2	0,05		98			
			ПП		2,700X2,975	12,79	0,19	33	80,9			81			
			ПЛ I		1,600X2,975	19,8	0,32	37	234,4			234			
			ПЛ II		2,450X0,150	0,85	0,19	37	6,0			6			
С учетом запаса 10%													608		
8	Коридор	18	НС	Ю	0,900X2,000	1,8	0,49	37	32,6	0	0,68	55	669		
			НС	3	5,800X1,800	11,91	0,19	45	101,8			102			
			ОК	3	2,100X0,700	3,700X1,400	3	0,84	37	93,2	0,05			98	
			ПП		1,700X2,100	9,59	0,19	50	91,1			91			
			ПЛ I		0,550X1,525	0,85	0,19	37	6,0			6			
			ПЛ II		1,600X0,300	0,85	0,19	37	6,0			6			
С учетом запаса 10%													669		
Итого теплопотери по зданию												212			
С учетом запаса 10%												8073			
С учетом запаса 10%												8880			

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Расчетная схема системы отопления.

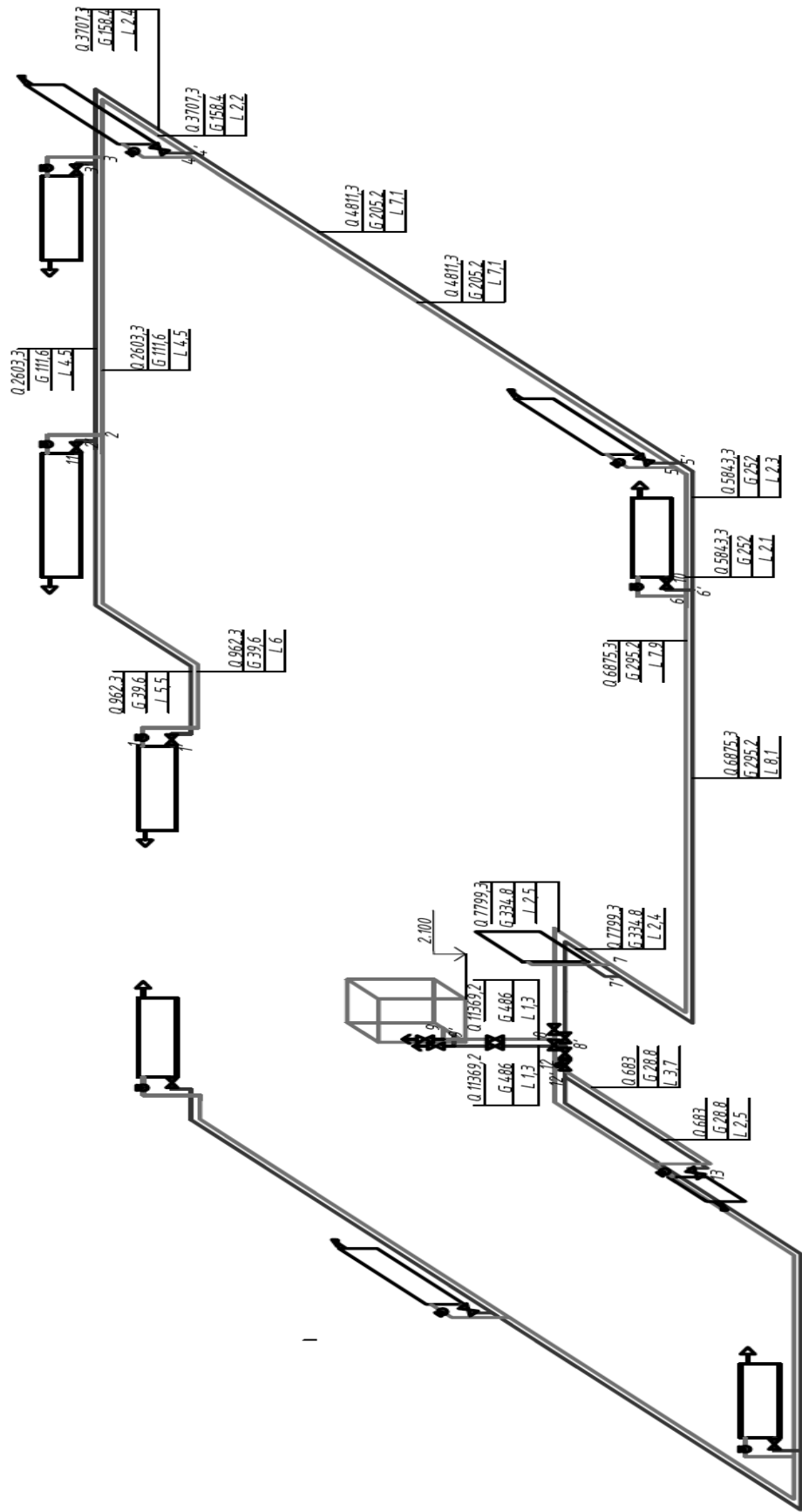


Рисунок В.2.- схема разводки трубопроводов.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Гидравлический расчет системы отопления
Гидравлический расчет теплового пола.

Данные о петлях										
Помещение	Номер петли	Дл. брутто, м	Тепл. нагрузка, Вт	Расх. в петле, кг/с	Скор. в петле, м/с	Кол. соед., шт	Потери давл., Па	Номер колл.		
Помещение 5	1	44,4	994,092	0,024	0,212	0	3760,289	1		
ИТОГО		44,4	994,092	0,024		0				
Помещение 6	2	33,7	470,744	0,011	0,1	0	884,823	1		
ИТОГО		33,7	470,744	0,011		0				
ВСЕГО		78,1	1464,836	0,035		0				
Данные о коллекторах										
Номер колл.	Ø колл., мм	Номер петли	Длина петли брутто, м	Тепл. нагрузка, Вт	Расход, кг/с	Скорость, м/с	Потери давления, Па	% откр. вентиля		
1	25	1	44,4	994,092	0,024	0,212	3760,289	100		
1	25	2	33,7	470,744	0,011	0,1	884,823	23,531		
ИТОГО		2	78,1	1464,836	0,035	0,072	3767,979			
ВСЕГО		2	78,1	1464,84	0,04					

Таблица В.2-Расчет системы отопления.

Участок	Материал труб	Ø внутр. мм	Темп. °С	Вязк. мм ² /с	Теплоемк. Дж/кг К	Плот. кг/м ³	Расход		Длина уч. м	Скор. м/с	Лин. потери давл., Па	Потери на КМС Па	Гравит. потери Па	Общие потери давл., Па
							л/с	кг/с						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
8-9	PEX	29	80	0,4	4196	972	0,139	0,135	1,3	0,21	28	9	0	37
7-8	PEX	23,2	80	0,4	4196	972	0,096	0,093	2,5	0,23	79	87	0	166
6-7	PEX	23,2	80	0,4	4196	972	0,084	0,082	7,9	0,2	196	19	0	215
5-6	PEX	23,2	80	0,4	4196	972	0,072	0,07	2,1	0,17	39	14	0	53
4-5	PEX	18	80	0,4	4196	972	0,059	0,057	7,1	0,23	314	13	0	327
3-4	PEX	18	80	0,4	4196	972	0,045	0,044	2,2	0,18	63	15	0	78
2-3	PEX	14,4	80	0,4	4196	972	0,032	0,031	4,5	0,2	196	9	0	205
1-2	PEX	11,6	80	0,4	4196	972	0,012	0,011	6	0,11	128	635	0	763
1'-2	PEX	11,6	60	0,5	4184	983	0,012	0,011	5,5	0,11	127	24	0	151
2'-3'	PEX	14,4	60	0,5	4184	983	0,032	0,031	4,5	0,19	209	9	0	219
3-4	PEX	18	60	0,5	4184	983	0,045	0,044	2,4	0,18	73	15	0	89
4-5	PEX	18	60	0,5	4184	983	0,058	0,057	7,1	0,23	336	13	0	349
5-6	PEX	23,2	20	1	4182	998	0,07	0,07	2,3	0,17	56	14	0	69
6-7	PEX	23,2	60	0,5	4184	983	0,084	0,082	8,1	0,2	214	19	0	233
7-8	PEX	23,2	60	0,5	4184	983	0,095	0,093	2,4	0,22	80	25	0	105
8-9	PEX	29	60	0,5	4184	983	0,138	0,136	1,3	0,21	29	17	0	46
													Итого	3105

Окончание таблицы В.2

Участок	Материал труб	Ø внутр. мм	Темп. °С	Вязк. мм ² /с	Теплоемк. Дж/кг К	Плот. кг/м ³	Расход		Длина Уч. м	Скор. м/с	Лин. потери давл., Па	Потери на КМС Па	Гравит. потери Па	Общие потери давл., Па
							л/с	кг/с						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Второстепенное циркуляционное кольцо через радиатор 1														
6-10	РЕХ	144	80	0,4	4196	972	0,013	0,012	2,1	0,08	18	635	0	633
10-6	РЕХ	144	60	0,5	4184	983	0,013	0,012	0,4	0,08	4	7	0	11
												Итого	664	
Нязька (2303-664)/2303=71%, так как вязка превышает 1,5% на участке требуется установка дополнительного местного сопротивления														
Второстепенное циркуляционное кольцо через радиатор 5														
2-11	РЕХ	144	80	0,4	4196	972	0,02	0,02	2,8	0,12	54	635	0	689
11-2	РЕХ	144	60	0,5	4184	983	0,02	0,02	0,4	0,12	8	17	0	25
												Итого	714	
Нязька (914-714)/914=22%, так как вязка превышает 1,5% на участке требуется установка дополнительного местного сопротивления														
Второстепенное циркуляционное кольцо через радиатор 1 помещения котельной														
13-12	РЕХ	144	80	0,4	4196	972	0,008	0,008	3,7	0,05	10	635	0	645
13-12'	РЕХ	144	60	0,5	4184	983	0,008	0,008	2,5	0,05	9	4	0	13
												Итого	658	
Нязька (3022-658)/3022=78%, так как вязка превышает 1,5% на участке требуется установка дополнительного местного сопротивления														

Таблица В.3-Расчет отопительных приборов.

Расположение прибора		Данные прибора		Тепловой поток, Вт			Температура, °С			Расход, кг/с	Количество во секций, шт	Длина прибора, мм
		Модель	Марка	Qн	от труб	от труб пом.	Т вх.	Т вых.	Т			
Двухтрубная горизонтальная (лучевая)												
Радиатор №	1	TENRAD BM	350/80	120	683	0	5	80	60	0,01	7	560
Радиатор №	2	TENRAD BM	350/80	120	962,25	0	23	79	60	0,01	15	1200
Радиатор №	3	TENRAD BM	350/80	120	962,25	0	23	78	60	0,01	15	1200
Радиатор №	4	TENRAD BM	350/80	120	962,25	0	23	77	60	0,01	15	1200
Итого					3569,8	0					52	
Двухтрубная горизонтальная (лучевая)												
Радиатор №	1	TENRAD BM	350/80	120	1031,5	0	23	79	60	0,01	16	1280
Радиатор №	2	TENRAD BM	350/80	120	1031,5	0	23	79	60	0,01	16	1280
Радиатор №	3	TENRAD BM	350/80	120	1104	0	23	79	60	0,01	17	1360
Радиатор №	4	TENRAD BM	350/80	120	1104	0	23	79	60	0,01	17	1360
Радиатор №	5	TENRAD BM	350/80	120	1641	0	21	78	60	0,02	24	1920
Радиатор №	6	TENRAD BM	350/80	120	962,25	0	23	77	60	0,01	15	1200
Итого					6874,3	0					105	
ВСЕГО					10444	0					157	

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Паспорт котла газового котла.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	ОТОПЛЕНИЕ И ГОРЯЧАЯ ВОДА			
	NUVOLA-3 Comfort 240 i	NUVOLA-3 Comfort 280 i	NUVOLA-3 Comfort 240 Fi	NUVOLA-3 Comfort 280 Fi
Макс. полезная тепловая мощность	24,4	28	24,4	28
Мин. полезная тепловая мощность	10,4	10,4	10,4	10,4
Макс. потребляемая тепловая мощность	27,1	31,1	26,3	30,1
Мин. потребляемая тепловая мощность	11,9	11,9	11,9	11,9
Макс. расход природного/сжиженного газа	2,87 (2,14)	3,29 (2,45)	2,78 (2,04)	3,18 (2,37)
Макс. производительность (КПД)	90,3	90,3	92,9	93,1
Производительность (КПД) при 30% мощности	88	88	90,4	90,5
Емкость/давление заполнения расшир. бака отопления	7,5/0,8	7,5/0,8	7,5/0,8	7,5/0,8
Емкость/давление заполнения расшир. бака ГВС	2/3,5	2/3,5	2/3,5	2/3,5
Камера сгорания	откр.	откр.	закр.	закр.
Диапазон регулирования темп. в контуре ГВС	5-60	5-60	5-60	5-60
Производительность горячей воды при $\Delta t=25\text{ }^{\circ}\text{C}$	14	16,1	14	16,1
Производительность горячей воды при $\Delta t=35\text{ }^{\circ}\text{C}$	10	11,5	10	11,5
Производительность горячей воды за первые 30 мин при $\Delta t=30\text{ }^{\circ}\text{C}$	390	450	390	450
Макс./мин. давление в контуре ГВС	8/0,15	8/0,15	8/0,15	8/0,15
Диаметр дымохода	140	140	—	—
Диаметр дымоотвод. труб (коакс./раздельных)	140	140	(60-100)/60	(60-100)/60
Макс. длина дымоотвод. труб (коакс./раздельных)	—	—	04/30	04/25
Номинальное входное давление природного газа	13-20	13-20	13-20	13-20
Электрическая мощность/напряжение	110/230	110/230	190/230	190/230
Габаритные размеры	Высота мм	950	950	950
	ширина мм	600	600	600
	глубина мм	466	466	466
Вес НЕТТО/БРУТТО	кг	60/63	70/73	70/73
Упаковочные размеры	см	66×52×107	66×52×107	66×52×107
Рекомендованная розничная цена	€	1674	1830	1961
				2070

Рисунок Г.1 - Паспорт газового котла.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Паспорт газовой плиты.

Основные характеристики

Тип духовки	электрический
Функциональность духовки	мультифункциональная
Объем духовки (л)	52
Количество конфорок	4
Номинальная мощность, кВт	9.2
Класс энергопотребления 	A
Цвет	белый
Гарантия	1 год

Габариты

Вес, кг	33.1
Ширина, мм	500
Глубина, мм	605
Высота, мм	850

Рисунок Д.1 - Технические характеристики газовой плиты.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Схема сети среднего давления.

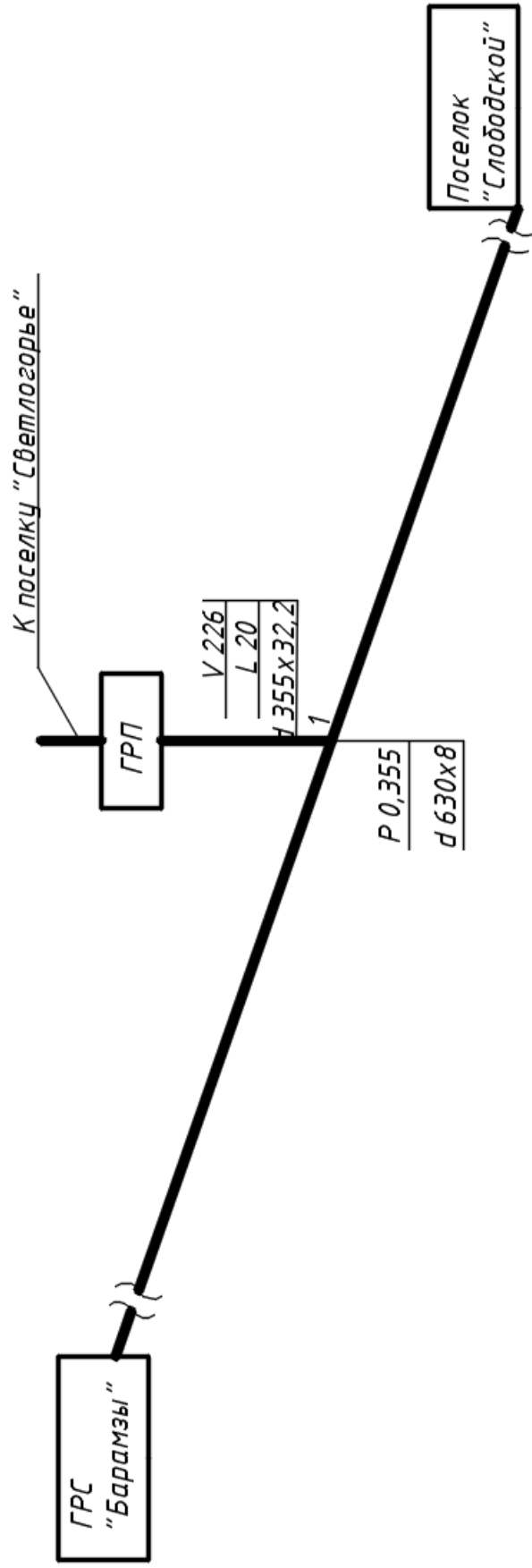


Рисунок Е.1- Технические характеристики газовой плиты.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Результаты гидравлического расчета сети среднего давления.

Таблица Ж.1 - Результаты гидравлического расчета сети среднего давления.

№ участка	Длина участка $L, м$	Расчетный расход $V, м^3/ч$	Расчетная длина участка $L_p, м$	Удельные потери давления $\Delta P_{уд}, МПа/м$	Усредненное абсолютное давление газа $P_{гс}, МПа$	Коэффициент A	Расчетный внутренний диаметр $d_p, см$	Действительный внутренний диаметр $d_{вн}, см$	Число Рейнольдса Re	Коэффициент гидравлического трения λ	Начальное давление в сети $P_н, МПа$	Конечное давление в сети $P_k, МПа$	ΔP КПа
1-ГРП	20	226	22	0,011	0,25	0,00025	30	29,06	19244	0,027	0,355	0,3549	0,1

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Расчетная схема сети низкого давления.

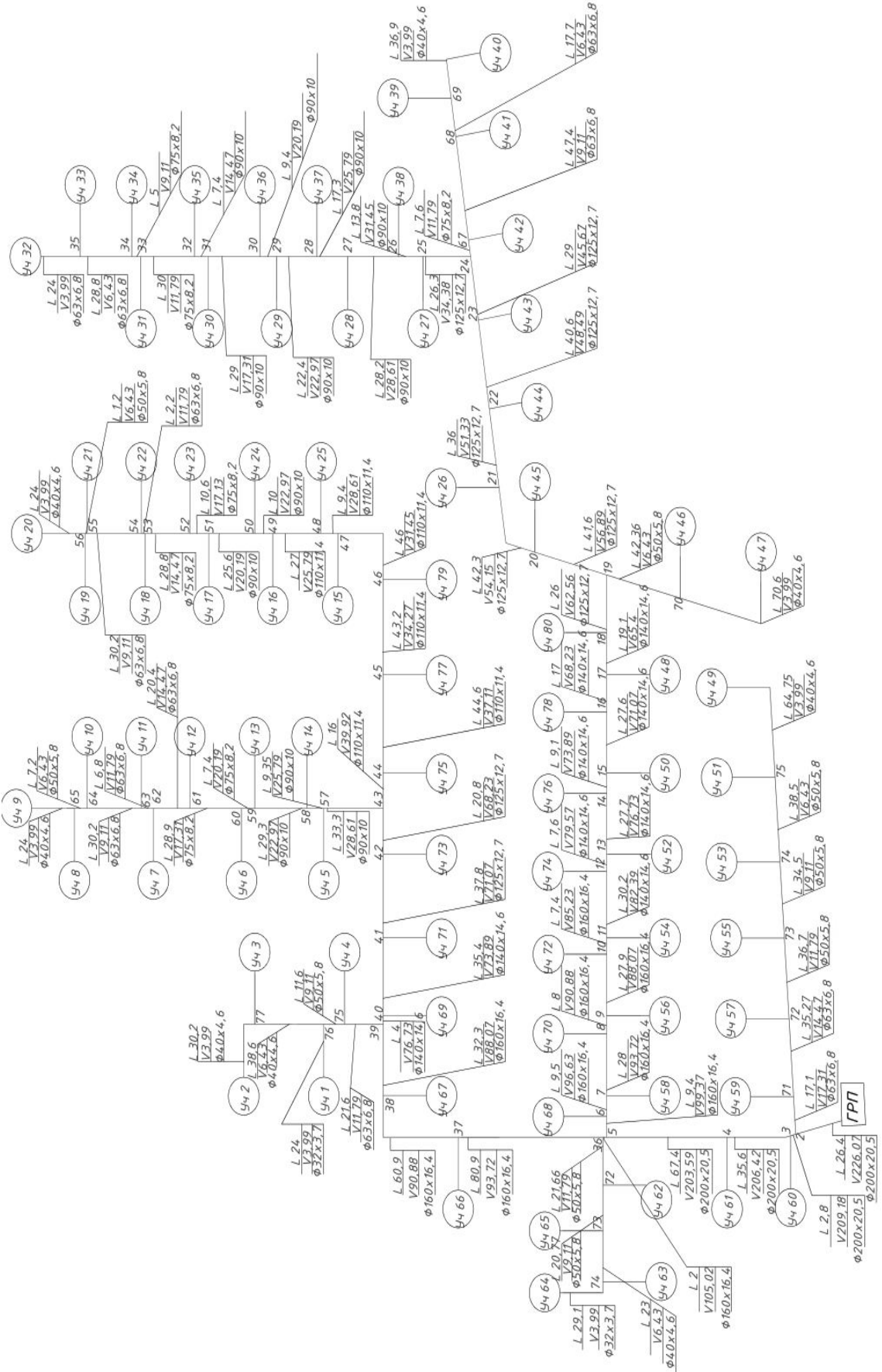


Рисунок К.1 - Расчетная схема сети среднего давления.

ПРИЛОЖЕНИЕ Л

Результаты гидравлического расчета сети низкого давления.
Результаты гидравлического расчета сети низкого давления.

№ участка	Длина участка L, м	Расчетный расход V, м ³ /ч	Расчетная длина участка L _p , м	Удельные потери давления ΔP _{уд} , МПа/м	Кэффициент A	Расчетный внутренний диаметр d _p , см	Действительный внутренний диаметр d _{вн} , см	Число Рейнольдса Re	Re · ($\frac{\eta}{d_{вн}}$)	Коэффициент гидравлического трения λ	Начальное давление в сети P _н , Па	Конечное давление в сети P _к , Па	ΔP, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Основное направление 2- Уч 20													
ГРП-2	26,4	226,07	29,0	3000 – 2600 797,6 = 0,5 МПа/м	626	16,29	15,9	35183,4	1,5	0,023	3000,00	2983,56	16,4
2-3	2,8	209,18	3,1		626	15,83	15,9	32354,8	1,4	0,024	2983,56	2982,04	1,5
3-4	35,6	206,42			626	15,76	15,9	32125,2	1,4	0,024	2982,04	2963,14	18,9
4-5	67,4	203,59	39,2		626	15,68	15,9	31684,8	1,4	0,024	2963,14	2928,21	34,9
5-36	2	105,02	2,2		626	12,28	12,72	20430,4	1,1	0,026	2928,21	2927,27	0,9
36-37	80,9	93,72			626	11,78	12,72	18232,1	1,0	0,027	2927,27	2896,14	31,1
37-38	60,9	90,88	89,0		626	11,65	12,72	17679,6	1,0	0,027	2896,14	2873,93	22,2
38-39	32,3	88,07	67,0		626	11,51	12,72	17133,0	0,9	0,028	2873,93	2862,78	11,1
39-40	4	76,73	35,5		626	10,94	11,08	17136,3	1,1	0,028	2862,78	2860,69	2,1
40-41	35,4	73,89	4,4		626	10,79	11,08	16502,0	1,0	0,028	2860,69	2843,38	17,3
41-42	37,8	71,07	38,9		626	10,64	9,96	17657,1	1,2	0,027	2843,38	2814,73	28,6
42-43	20,8	68,23	41,6		626	10,48	9,96	16951,5	1,2	0,028	2814,73	2800,05	14,7
43-44	16	39,92	22,9		626	8,60	8,72	11328,3	0,9	0,031	2800,05	2791,74	8,3
44-45	44,6	37,11	17,6		626	8,37	8,72	10330,9	0,8	0,031	2791,74	2771,35	20,4
45-46	43,2	34,27	49,1		626	8,13	8,72	9725,0	0,8	0,032	2771,35	2754,18	17,2

Продолжение таблицы Л.1

№ участка	Длина участка $L, м$	Расчетный расход $V, м^3/ч$	Расчетная длина участка $L_p, м$	Удельные потери давления $\Delta P_{уд}, МПа/м$	Коэффициент A	Расчетный внутренний диаметр $d_p, см$	Действительный внутренний диаметр $d_{вн}, см$	Число Рейнольдса Re	$Re \cdot \left(\frac{n}{d_{вн}}\right)$	Коэффициент гидравлического трения λ	Начальное давление в сети $P_в, МПа$	Конечное давление в сети $P_к, МПа$	$\Delta P, Па$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
46-47	46	31,45	50,6	3000 – 2600	626	7,88	8,72	8924,7	0,7	0,033	2754,18	2738,43	15,7
47-48	9,4	28,61	10,3	$\frac{797,6}{= 0,5 Па/м}$	626	7,61	8,72	8118,8	0,7	0,033	2738,43	2735,71	2,7
48-49	27	25,79	29,7		626	7,32	8,72	7318,6	0,6	0,034	2735,71	2729,18	6,5
49-50	10	22,97	11,0		626	7,02	7	8120,0	0,8	0,033	2729,18	2723,57	5,6
50-51	25,6	20,19	28,2		626	6,69	7	7137,2	0,7	0,034	2723,57	2712,12	11,5
51-52	10,6	17,13	11,7		626	6,30	5,86	7233,6	0,9	0,034	2712,12	2703,85	8,3
52-53	28,8	14,47	31,7		626	5,92	5,86	6110,3	0,7	0,036	2703,85	2687,11	16,7
53-54	2,2	11,79	2,4		626	5,49	4,94	5905,8	0,8	0,036	2687,11	2685,10	2,0
54-55	30,2	9,11	33,2		626	4,99	4,94	4563,3	0,6	0,038	2685,10	2667,53	17,6
55-56	1,2	6,43	1,3		626	4,39	3,84	4143,5	0,8	0,039	2667,53	2666,28	1,3
56-Уч 20	24	3,99	26,4		626	3,68	3,08	3205,6	0,7	0,042	2666,28	2635,22	31,1
Отделение 5-Уч 32													
5-6	9,4	99,37	10,3	2928,21 – 2600	626	12,37	12,72	19331,3	1,1	0,027	2928,21	2924,20	4,0
6-7	9,5	96,63	10,5	$\frac{754,2}{= 0,44 Па/м}$	626	12,24	12,72	18798,2	1,0	0,027	2924,20	2920,34	3,9
7-8	28	93,72	30,8		626	12,10	12,72	18232,1	1,0	0,027	2920,34	2909,57	10,8

Продолжение таблицы Л.1

№ участка	Длина участка $L, м$	Расчетный расход $V, м^3/ч$	Расчетная длина участка $L_p, м$	Удельные потери давления $\Delta P_{ф}, МПа/м$	Коэффициент A	Расчетный внутренний диаметр $d_p, см$	Действительный внутренний диаметр $d_{вн}, см$	Число Рейнольдса Re	$Re \cdot \left(\frac{v}{d_{вн}}\right)^n$	Коэффициент гидравлического трения λ	Начальное давление в сети $P_н, МПа$	Конечное давление в сети $P_к, МПа$	$\Delta P, Па$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8-9	8	90,88	8,8	2928,21 – 2600	626	11,97	12,72	17679,6	1,0	0,027	2909,57	2906,65	2,9
9-10	27,9	88,07	30,7	$\frac{754,2}{0,44} Па/м$	626	11,83	12,72	17133,0	0,9	0,028	2906,65	2897,02	9,6
10-11	7,4	85,23	8,1		626	11,69	12,72	16580,5	0,9	0,028	2897,02	2894,61	2,4
11-12	30,2	82,39	33,2		626	11,54	11,08	18400,4	1,2	0,027	2894,61	2876,74	17,9
12-13	7,6	79,57	8,4		626	11,39	11,08	17770,6	1,1	0,027	2876,74	2872,51	4,2
13-14	27,7	76,73	30,5		626	11,24	11,08	17136,3	1,1	0,028	2872,51	2858,04	14,5
14-15	9,1	73,89	10,0		626	11,09	11,08	16502,0	1,0	0,028	2858,04	2853,59	4,5
15-16	27,6	71,07	30,4		626	10,93	11,08	15872,2	1,0	0,028	2853,59	2840,98	12,6
16-17	17	68,23	18,7		626	10,77	11,08	15238,0	1,0	0,028	2840,98	2833,75	7,2
17-18	19,1	65,4	21,0		626	10,60	11,08	14605,9	0,9	0,029	2833,75	2826,21	7,5
18-19	26	62,56	28,6		626	10,43	9,96	15542,8	1,1	0,028	2826,21	2810,44	15,8
19-20	41,6	56,89	45,8		626	10,07	9,96	14134,1	1,0	0,029	2810,44	2789,08	21,4
20-21	42,3	54,15	46,5		626	9,89	9,96	13453,4	0,9	0,029	2789,08	2769,16	19,9
21-22	36	51,33	39,6		626	9,69	9,96	12752,7	0,9	0,030	2769,16	2753,73	15,4

Продолжение таблицы Л.1

№ участка	Длина участка $L, м$	Расчетный расход $V, м^3/ч$	Расчетная длина участка $L_p, м$	Удельные потери давления $\Delta P_{уд}, МПа/м$	Коэффициент A	Расчетный внутренний диаметр $d_p, см$	Действительный внутренний диаметр $d_{вн}, см$	Число Рейнольдса Re	$Re \cdot \left(\frac{n}{d_{вн}}\right)$	Коэффициент гидравлического трения λ	Начальное давление в сети $P_H, МПа$	Конечное давление в сети $P_K, МПа$	$\Delta P, Па$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
22-23	40,6	48,49	44,7	2928,21 – 2600 <u>754,2</u> = 0,44 Па/м	626	9,35	9,96	11550,3	0,8	0,031	2753,73	2739,09	14,6
23-24	29	45,67	31,9		626	9,29	9,96	11346,5	0,8	0,031	2739,09	2728,95	10,1
24-25	26,3	34,38	28,9		626	8,36	9,96	8541,6	0,6	0,033	2728,95	2723,36	5,6
25-26	13,8	31,45	15,2		626	8,09	7	11117,7	1,1	0,031	2723,36	2709,95	13,4
26-27	28,2	28,61	31,0		626	7,82	7	10113,7	1,0	0,032	2709,95	2686,73	23,2
27-28	17,3	25,79	19,0		626	7,52	7	9116,9	0,9	0,032	2686,73	2674,85	11,9
28-29	22,4	22,97	24,6		626	7,21	7	8120,0	0,8	0,033	2674,85	2662,29	12,6
29-30	9,4	20,19	10,3		626	6,87	7	7137,2	0,7	0,034	2662,29	2658,09	4,2
30-31	29	17,31	31,9		626	6,50	7	6119,1	0,6	0,036	2658,09	2648,18	9,9
31-32	7,4	14,47	8,1		626	6,08	7	5115,2	0,5	0,037	2648,18	2646,33	1,8
32-33	30	11,79	33,0		626	5,64	5,86	4978,6	0,6	0,038	2646,33	2634,15	12,2
33-34	5	9,11	5,5		626	5,13	5,86	3846,9	0,5	0,040	2634,15	2632,86	1,3
34-35	28,8	6,43	31,7		626	4,51	4,94	3220,9	0,5	0,042	2632,86	2623,75	9,1
35-Уч 32	24	3,99	26,4		626	3,78	4,94	1998,7	0,3	0,047	2623,75	2620,46	3,3

Продолжение таблицы Л.1

№ участка	Длина участка $L, м$	Расчетный расход $V, м^3/ч$	Расчетная длина участка $L_p, м$	Удельные потери давления $\Delta P_{уд}, МПа/м$	Коэффициент A	Расчетный внутренний диаметр $d_p, см$	Действительный внутренний диаметр $d_{вн}, см$	Число Рейнольдса Re	$Re \cdot \left(\frac{n}{d_{вн}}\right)$	Коэффициент гидравлического трения λ	Начальное давление в сети $P_H, МПа$	Конечное давление в сети $P_K, МПа$	$\Delta P, Па$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Невязка $H = \frac{293 - 307,8}{293} = -5\% < 10\%$													
Ответвление 43-Уч 9													
43-57	33,3	28,61	36,6	2800,05 – 2600	626	6,69	7	10113,7	1,0	0,032	2800,05	2772,64	27,4
57-58	9,35	25,79	10,3	$\frac{216,5}{0,92} Па/м$	626	6,44	7	9116,9	0,9	0,032	2772,64	2766,22	6,4
58-59	29,3	22,97	32,2		626	6,17	7	8120,0	0,8	0,033	2766,22	2749,79	16,4
59-60	7,4	20,19	8,1		626	5,89	5,86	8525,7	1,0	0,033	2749,79	2742,09	7,7
60-61	28,9	17,31	31,8		626	5,56	5,86	7309,6	0,9	0,034	2742,09	2719,11	23,0
61-62	20,4	14,47	22,4		626	5,21	4,94	7248,3	1,0	0,034	2719,11	2692,44	26,7
62-63	6,8	11,79	7,5		626	4,83	4,94	5905,8	0,8	0,036	2692,44	2686,22	6,2
63-64	30,2	9,11	33,2		626	4,39	4,94	4563,3	0,6	0,038	2686,22	2668,65	17,6
64-65	7,2	6,43	7,9		626	3,86	3,84	4143,5	0,8	0,039	2668,65	2661,12	7,5
65-Уч 9	24	3,99	26,4		626	3,24	3,08	3205,6	0,7	0,042	2661,12	2630,06	31,1
Невязка $H = \frac{164,8 - 170}{164,8} = -3\% < 10\%$													

Продолжение таблицы Л.1

№ участка	Длина участка $L, м$	Расчетный расход $V, м^3/ч$	Расчетная длина участка $L_{р.м}$	Удельные потери давления $\Delta P_{уд}, МПа/м$	Коэффициент A	Расчетный внутренний диаметр $d_{р.см}$	Действительный внутренний диаметр $d_{ев.см}$	Число Рейнольдса Re	$Re \cdot \left(\frac{\eta}{d_{р.м}}\right)$	Коэффициент гидравлического трения λ	Начальное давление в сети $P_{н}, МПа$	Конечное давление в сети $P_{к}, МПа$	$\Delta P, Па$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ответвление 24-Уч 40													
24-67	7,6	11,79	8,4	2728,95 – 2600	626	4,68	5,86	4978,6	0,6	0,038	2728,95	2725,86	3,1
67-68	47,4	9,11	52,1	$\frac{120,6}{1,07} Па/м$	626	4,25	4,94	4563,3	0,6	0,038	2725,86	2698,28	27,6
68-69	17,7	6,43	19,5		626	3,74	4,94	3220,9	0,5	0,042	2698,28	2692,68	5,6
69-Уч 40	36,9	3,99	40,6		626	3,14	3,08	3205,6	0,7	0,042	2692,68	2644,93	47,8
Невязка $H = \frac{108,5 - 84,1}{108,5} = 22\% < 10\%$ требуется установка дополнительных местных сопротивлений													
Ответвление 19-Уч 47													
19-70	42,36	6,43	46,6	$\frac{2810,44 - 2600}{124,3}$	626	3,40	3,84	4143,5	0,8	0,039	2810,44	2766,12	44,3
70-Уч 47	70,6	3,99	77,7	$= 1,69 Па/м$	626	2,85	3,08	3205,6	0,7	0,042	2766,12	2674,76	91,4
Невязка $H = \frac{103,2 - 135,7}{103,2} = -31\% < -10\%$ требуется установка дополнительных местных сопротивлений													
Ответвление 2-Уч 49													
2-71	17,1	17,31	18,8	$\frac{2983,56 - 2600}{249,5}$	626	4,99	4,94	8670,9	1,2	0,033	2983,56	2952,97	30,6
71-72	35,27	14,47	38,8	$= 1,54 Па/м$	626	4,67	4,94	7248,3	1,0	0,034	2952,97	2906,85	46,1
72-73	36,7	11,79	40,4		626	4,33	3,84	7597,6	1,4	0,034	2906,85	2795,90	110,9
73-74	34,5	9,11	38,0		626	3,94	3,84	5870,6	1,1	0,036	2795,90	2729,48	66,4
74-75	38,5	6,43	42,4		626	3,46	3,84	4143,5	0,8	0,039	2729,48	2689,20	40,3

Продолжение таблицы Л.1

№ участка	Длина участка $L, м$	Расчетный расход $V, м^3/ч$	Расчетная длина участка $L_p, м$	Удельные потери давления $\Delta P_{\text{уд}}, МПа/м$	Коэффициент A	Расчетный внутренний диаметр $d_p, см$	Действительный внутренний диаметр $d_{\text{вн}}, см$	Число Рейнольдса Re	Коэффициент гидравлического трения λ	Начальное давление в сети $P_n, МПа$	Конечное давление в сети $P_k, МПа$	$\Delta P, Па$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
75-Уч 49	64,75	3,99		$\frac{2983,56 - 2600}{249,5} = 1,54 \text{ Па/м}$	626	2,91	3,08	3205,6	0,042	2689,20	2605,40	83,8
Невязка $H = \frac{348,3 - 378,2}{348,3} = -8\% < 10\%$												
Отделение 36-Уч 64												
36-72	21,66	11,79	23,8	$\frac{2927,27 - 2600}{104} = 3,15 \text{ Па/м}$	626	3,73	3,84	7597,6	0,034	2927,27	2861,79	65,5
72-73	20,77	9,11	22,8		626	3,39	3,84	5870,6	0,036	2861,79	2821,80	40,0
73-74	23	6,43	25,3		626	2,98	3,08	5166,0	0,037	2821,80	2753,20	68,6
74-Уч 64	29,1	3,99	32,0		626	2,50	2,46	4013,6	0,040	2753,20	2643,67	109,5
Невязка $H = \frac{292,1 - 283,6}{292,1} = 3\% < 10\%$												
Отделение 39-Уч 2												
39-75	21,6	11,79	23,8	$\frac{2862,78 - 2600}{104} = 2,34 \text{ Па/м}$	626	3,97	4,94	5905,8	0,036	2862,78	2843,04	19,7
75-76	11,6	9,11	12,8		626	3,61	3,84	5870,6	0,036	2843,04	2820,71	22,3
76-77	38,6	6,43	42,5		626	3,17	3,08	5166,0	0,037	2820,71	2705,57	115,1
77-Уч 2	30,2	3,99	33,2		626	2,66	3,08	3205,6	0,042	2705,57	2666,49	39,1
Невязка $H = \frac{227,6 - 196,3}{227,6} = 14\% > 10\%$ требуется установка дополнительных местных сопротивлений												

Окончание таблицы Л.1

№ участка	Длина участка $L, м$	Расчетный расход $V, м^3/ч$	Расчетная длина участка $L_p, м$	Удельные потери давления $\Delta P_{\Sigma}, МПа/м$	Коэффициент A	Расчетный внутренний диаметр $d_p, см$	Действительный внутренний диаметр $d_{вн}, см$	Число Рейнольдса Re	$Re \cdot \left(\frac{\eta}{d_{вн}}\right)$	Коэффициент гидравлического трения λ	Начальное давление в сети $P_0, МПа$	Конечное давление в сети $P_1, МПа$	$\Delta P, Па$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ответвление 76-Уч 1													
76-Уч 1	24	3,99	26,4	$\frac{2820,71 - 2600}{26,4} = 8,36 \text{ Па/м}$	626	2,04	2,46	4013,6	1,1	0,040	2820,71	2730,38	90,3
Невязка $H = \frac{154,2 - 90,3}{154,2} = 41\% > 10\%$ требуется установка дополнительных местных сопротивлений													

ПРИЛОЖЕНИЕ М

Расчетная схема внутренней сети.

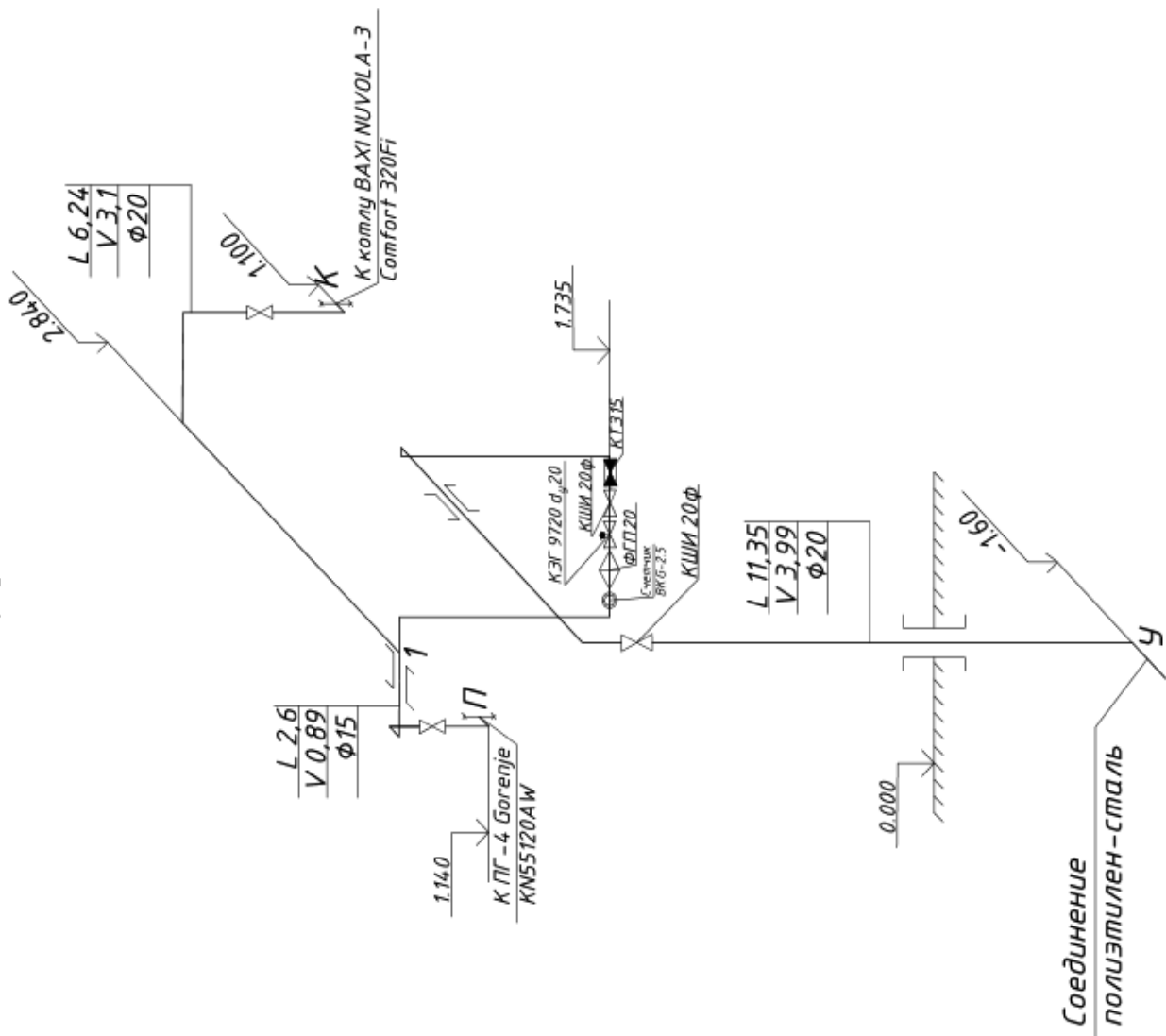


Рисунок М.1 - Расчетная схема внутренней сети.

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

Результаты гидравлического расчета внутридомовой сети.
 Результаты гидравлического расчета внутридомовой сети.

Таблица Н.1 - Результаты гидравлического расчета внутридомовой сети.

№ участка	Расчетный расход газа $V, \text{ м}^3/\text{ч}$	Расход газа с учетом плотности $V_{\rho}, \text{ м}^3/\text{ч}$	Длина участка $L, \text{ м}$	Надбавка на местное сопротивление $a, \%$	Расчетная длина $L_p, \text{ м}$	Средняя удельная потеря давления $h_{sp}, \text{ Па/м}$	Диаметр газопровода $d, \text{ мм}$	Действ. удельная потеря давления $h_3, \text{ Па/м}$	Сопротивление участка $h_3 \cdot L_p, \text{ Па}$	Гидростатическое давление $H_2, \text{ Па}$	Падение давления $h_3 \cdot L_p \pm H_2, \text{ Па}$
Основное направление У-К											
1-К	3,1	3,5	6,24	120	13,7	21,5	20	4	54,8	8,8	63,6
У-1	3,99	5,4	11,35	25	14,18	21,5	20	10	141,8	33,5	113,87
№	Местное сопротивление на участке У-1										
1	Клапан термоманометрический КТЗ-20										
2	Клапан электромагнитный КЭГ-9720										
3	Фильтр газовый пылеулавливающий ФП-20										
4	Счетчик газовый ВК-G2,5										
										Сумма	501,47
Так как входное давление газа перед котлом равно 2228,91 Па, а котел работает на давлении газа 2000 Па, то на участке 1-К требуется установка дополнительного местного сопротивления.											
Ответвление 1-П-4											
1-П-4	0,89	1	2,6	450	14,3	4,5	15	1,4	20	8,6	28,6
										Сумма	28,6
<p style="text-align: center;">Невязка $H = \frac{63,6 - 28,6}{63,6} = 55\% > 10\%$</p> <p>Для увеличения потерь давления и для уязки на ответвлении 1-П-4 ставим дополнительные местные сопротивления, требуемое давление перед П-4 1800 Па</p>											

ПРИЛОЖЕНИЕ О

Технические характеристики оборудования ГРП.

РДГ-50-Н	
Регулируемая среда	природный газ по ГО сжиженный газ по ГО
Максимальное входное давление, МПа	1,2
Диапазон настройки выходного давления, кПа	1-60
Пропускная способность при $P_{вх}=0,1$ МПа по газу с плотностью $0,8$ кг/м ³ , м ³ /ч, не менее	500
Неравномерность регулирования, %, не более	±10
Диапазон настройки давления сбрызгивания автоматического отключающего устройства:	
при понижении выходного давления, МПа	0,0003-0,003
при повышении выходного давления, МПа	0,003-0,07
Диаметр седла, мм	35
Присоединительные размеры входного патрубка:	
условный проход, мм	50
соединение	фланцевое по ГОСТ 1
Присоединительные размеры выходного патрубка:	
условный проход, мм	50
соединение	фланцевое по ГОСТ 1
Габаритные размеры, мм, не более:	
длина	440
ширина	550
высота	350
Масса кг, не более	26

Рисунок О.1- Технические характеристики регулятора давления.

	ФГ-25*	ФГ-32*
Входное давление, МПа	1,2	
Пропускная способность, м ³ /ч	330	
Допустимый перепад давления, Па	5000	
Габаритные параметры, мм		
длина L	250	
высота H	355	
высота до оси H ₁	145	
Масса, кг	9	

Рисунок О.2- Технические характеристики фильтра.

	КПЗ-50Н
Регулируемая среда	природный газ по ГОСТ 5542-87
Диапазон рабочих температур, °С	от -30 до +60
Диапазон рабочего давления, МПа	0,05-1,2
Диапазон настройки срабатывания, МПа:	
при понижении выходного давления	0,0005-0,03 (0,0005)
при повышении выходного давления	0,0017-0,09 (0,0017)
Погрешность срабатывания от номинального значения настройки, %, не более:	
при повышении давления	±5
при понижении давления	±10
Условный проход D_y	50
Присоединение	фланцевое по ГОСТ 12817-80
Диаметр седла, мм	50
Строительная длина, мм	220
Габаритные размеры, мм	220×220×350
Масса, кг, не более	19

Рисунок О.3- Технические ПКЗ.

ПСК-50Н/5	
Изготовитель*	1
Максимальное рабочее давление, кПа (кгс/см ²)	5 (0,05)
Диапазон настройки срабатывания, кПа	1–5
Габаритные размеры, мм	
диаметр D	225
высота H	211
Масса, кг, не более	6,82

Рисунок О.4- Технические ПСК.