

Архитектурно-строительный институт
(наименование института полностью)

«Теплогазоснабжение, вентиляция водоснабжение и водоотведение»
(наименование кафедры)

08.03.01 «Строительство»
(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Теплогазоснабжение и вентиляция»
(направленность (профиль)/специализация)

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

В выпускной квалификационной работе разработан проект инженерно-технического обеспечения двухэтажного жилого дома с цокольным этажом и не отапливаемым чердаком, расположенного в с.п. Подстепки, Самарской области.

В проекте выполнены: теплотехнический расчет наружных ограждений, рассчитаны потери тепла через ограждающие конструкции, произведен расчет двухтрубной тупиковой системы отопления, с разводкой на каждый этаж. Были выполнены гидравлические расчеты: коллекторной системы теплого пола в помещениях тамбура, сан. узлов, и кухни-столовой. Произведен выбор и расчет площади поверхности отопительных приборов, подобрано оборудование котельной и насосы.

Так же, рассчитана естественная вентиляция из котельной, санитарных узлов, кухни-столовой и гаража. Удаление воздуха предусмотрено через отдельные каналы, расположенные в стенах.

Рассчитана система холодного и горячего водоснабжения и водоотведения из полипропиленовых труб. Произведен расчет системы газоснабжения котельной.

СОДЕРЖАНИЕ		Стр.
	Введение	5
1.	Исходные данные для проектирования	6
1.1	Параметры наружного воздуха	6
1.2	Параметры внутреннего воздуха	6
1.3	Архитектурно-строительная характеристика объекта	7
1.4	Инженерное обеспечение	8
2.	Теплотехнический расчет	9
2.1	Теплотехнический расчет ограждающих конструкций	9
2.2	Тепловые потери здания	13
3.	Теплоснабжение	14
3.1	Проектирование системы отопления	14
3.2	Проектирование тёплого пола	21
3.3	Горячее водоснабжение	25
3.4	Расчет и подбор оборудования котельной	27
4.	Вентиляция	29
4.1	Определение требуемых воздухообменов	29
4.2	Выбор принципиальных решений и конструирование	29
4.3	Аэродинамический расчет	30
5.	Водоснабжение и водоотведение	34
5.1	Холодное водоснабжение	34
5.2	Водоотведение	35
6.	Газоснабжение	38
6.1	Проектирование системы газоснабжения	38
6.2	Гидравлический расчет внутренней системы газоснабжения	38
7.	Автоматизация	40
8.	Организация монтажных работ	42
8.1	Определение объема выполняемых работ	42
8.2	Определение трудоёмкости выполняемых работ	43

8.3	Ведомость основных и вспомогательных материалов	47
8.4	Карточка-определитель работ и ресурсов сетевого графика	47
9.	Безопасность и экологичность технического объекта	49
9.1	Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта	49
9.2	Идентификация профессиональных рисков	50
9.3	Методы и средства снижения профессиональных рисков	50
9.4	Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	51
9.5	Обеспечение экологической безопасности технического объекта	53
9.6	Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» выпускной квалификационной работы бакалавра	54
	Заключение	56
	Список используемых источников	57
	Приложения	59

ВВЕДЕНИЕ

Предназначение внутренних сетей - обеспечение требуемых параметров микроклимата в отдельных помещениях индивидуального жилого дома. Чтобы поддерживать определенный тепловой режим и комфортные условия в доме осуществляется установка системы отопления, которая необходима для возмещения тепловых потерь и создания надлежащего температурного режима в помещениях с постоянным или временным пребыванием людей. Так же, существует необходимость поддержки температуры на поверхности наружных стен, для предотвращения появления конденсата в их толще.

Необходимо соблюдение воздушного режима, определяющегося в зависимости от назначения помещений, при котором проживание людей будет комфортным.

Во время жизненного процесса у человека присутствует потребность использования холодной и горячей воды с определенными температурными параметрами. Вода поступает в дом через систему водоснабжения, используется и, затем, производится её удаление через систему канализации в септик. При проектировании системы необходимо правильно подобрать диаметры трубопроводов, чтобы требуемым напором обеспечивались все водоразборные приборы в жилом доме.

Цель проекта - запроектировать в индивидуальном жилом доме системы отопления, теплого пола, водоснабжения, водоотведения, вентиляции и газоснабжения.

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1 Параметры наружного воздуха

Для данного района строительства жилого дома в с.п. Подстёпки, Самарской области параметры наружного воздуха определяются по [1].

Параметры для тёплого периода года

Наружная температура: $24,3^{\circ}\text{C}$;

Энтальпия воздуха: $52,8\text{кДж} / \text{кг}$;

Скорость ветра: $3,2\text{м} / \text{с}$.

Параметры для холодного периода года

Наружная температура (с обеспеченностью 0,92): -30°C ;

Энтальпия воздуха: $-29,8\text{кДж} / \text{кг}$;

Скорость ветра: $5\text{м} / \text{с}$;

Средняя температура воздуха за отопительный период: $-5,2^{\circ}\text{C}$;

Протяженность отопительного периода: 203 суток .

1.2 Параметры внутреннего воздуха

Температуру внутреннего воздуха в помещениях следует предусматривать по [2] и [3]:

- для холодного периода - в пределах допустимых норм;
- для теплого периода - по параметру А, не более чем на 3°C от расчетной температуры воздуха и не более максимально допустимой температуры.

Помещение гаража в холодный период года обеспечивается температурой, равной 12°C .

Параметры внутреннего воздуха сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 - Параметры внутреннего воздуха

№ пом.	Помещение	Темп-ра воздуха, °C	Подвижность воздуха, м/с	Относит-я влажность воздуха, %
1	Кухня-столовая	18	0,2	55
2	Гардеробная	20	0,2	55
3	Гладильная	20	0,2	55
4	Гостиная	20	0,2	55
5	Спальня	20	0,2	55
6	Подсобка	18	0,2	55
7	Санузлы	25	0,2	55
8	Лестничная клетка-холл	18	0,2	не норм-ся
9	Гараж	12	не норм-ся	не норм-ся

1.3 Архитектурно-строительная характеристика объекта

В проекте рассматривается индивидуальный жилой дом.

Фасад здания ориентирован на запад. Здание представляет из себя постройку в два этажа с сложной планировкой, общая площадь которой составляет 550,2м². В доме расположено помещение гаража для стоянки двух машин с отметкой пола, равной 0.400.

Наружные стены подвала выполнены из бетона М350 F75. В качестве утеплителя применен Пеноплекс толщиной 50мм и облицован керамическим кирпичом, толщиной 120мм. Высота подвала в 2,4м. Общая площадь подвала равна 159,52м².

Высота оконных проемов на первом этаже здания составляет 1,9м. Наружные стены сделаны из Керакама, толщиной 450мм на растворе М100. В качестве утеплителя фасада применена мин.плита ROCKWOOL Фасад Баттс плотностью 130кг/м³ и толщиной 100мм. Высота этажа 2,9м в чистоте. Площадь первого этажа - 206,30м².

Высота оконных проемов на втором этаже здания составляет 1,7м. Наружные стены сделаны из Керакама, толщиной 450мм на растворе М100. В качестве утеплителя фасада так же используется ROCKWOOL Фасад Баттс плотностью 130 кг/м³ и толщиной 100мм. В качестве утеплителя плиты перекрытия 2-го этажа применена мин.плита ROCKWOOL Лайт Баттс плотностью 37кг/м³ и толщиной 100мм. Кровля над домом деревянная не утеплённая. Общая площадь 2-го этажа 184,38м²

Крыша гаража деревянная с покрытием из проф.листа с утеплителем мин.плитой по перекрытию.

Окна пластиковые, с двухкамерным стеклопакетом.

1.4 Инженерное обеспечение

Газовый котёл, который располагается в отдельном помещении подвала, является источником генерации тепла для системы отопления. Котельная оборудована котлом, бойлером косвенного нагрева, насосами для циркуляции, запорной и регулирующей арматуры и автоматикой. Теплоноситель - вода с температурой $t_r = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_o = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Параллельно газовому, в качестве альтернативного источника тепловой энергии предусмотрен электрокотел Руснит 6, чтобы обеспечить защиту от замерзания приборов системы отопления.

Из сельского водопровода в дом поступает холодная вода, а горячая подготавливается в бойлере. Сточные воды удаляются в специальную выгребную яму (септик).

Источником газа является сельский газопровод.

2 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ

2.1 Теплотехнический расчёт ограждающих конструкций

Расчёт ограждающих конструкций жилого дома выполняется по [4].

Должно выполняться условие, что «приведенное сопротивление теплопередаче отдельных ограждающих конструкций должно быть не меньше нормируемых значений» [4].

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

$$\text{Для стены: } R_0^{np} = 3,19 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт.}$$

$$\text{Для крыши: } R_0^{np} = 4,2 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт.}$$

$$\text{Для окон и балконных дверей: } R_0^{np} = 0,53 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт.}$$

Наружная стена здания

Конструкция стены принимается из условия морозостойкости строительных блоков КЕРАКАМ по рекомендациям завода производителя. Состав стен приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Состав наружных стен зданий

№ слоя	Материал	Толщина слоя δ , м	Коеф. теплопроводности λ , Вт/(м $\cdot$ °C)
1	Утеплитель - плиты Rockwool Фасад Баттс	0,1	0,004
2	Кладка из Керакама на цементно-песчаном растворе	0,45	0,128
3	Цементно-песчаная штукатурка	0,01	0,76

$$R_o^{norm} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{0,45}{0,128} + \frac{0,1}{0,04} + \frac{1}{23} = 6,023 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт};$$

$$k = \frac{1}{6,023} = 0,17 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)};$$

$$R_0^{norm} \geq R_0^{np} = 6,023 \geq 3,19 - \text{условие выполняется.}$$

Фасадная отделка утеплителя и финишная штукатурка на рисунке 2.1 не отображена в связи с малой толщиной.

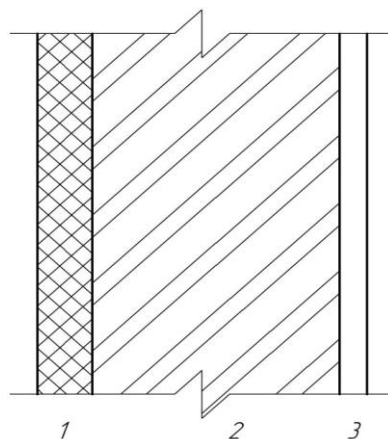


Рисунок 2.1 - Конструкция стены здания

Окна

К установке в жилых помещениях принимается двухкамерный стеклопакет с тройным остеклением в раздельно-спаренных пластиковых переплётах.

$$R_0^{уст} = 0,55 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

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

Наружная стена подвала

Несущая часть наружных стен подвала выполнена из керамического кирпича, утеплителя, бетона марки М350 и цементно-песчаной штукатурки (рис.2.2). Состав стен подвала приведен в таблице 2.2.

Таблица 2.1 - Состав наружной стены подвального помещения

№ слоя	Материал	Толщина слоя δ , м	Коеф. теплопроводности λ , Вт/(м·°C)
1	Кирпич керамический	0,12	0,7
2	Утеплитель - Пеноплекс	0,05	0,052
3	Бетон М350 F75	0,6	1,74
4	Цементно-песчаная штукатурка	0,01	0,76

$$R_0^{уст} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{0,6}{1,74} + \frac{0,05}{0,052} + \frac{0,12}{0,7} + \frac{1}{23} = 1,62 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$k = \frac{1}{1,62} = 0,617 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}.$$

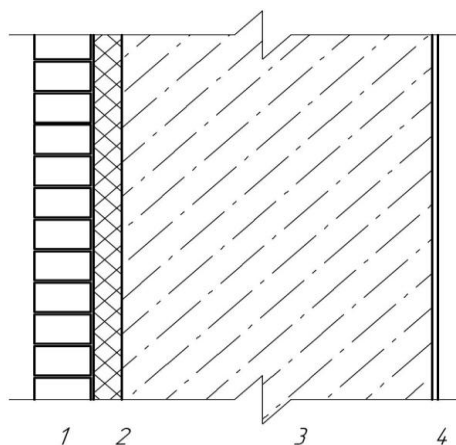


Рисунок 2.2 - Конструкция стены подвала

Пол подвала (не утепленный по грунту)

Состав полов на холодном грунте приведен в таблице 2.3 и отображен на рисунке 2.3.

Таблица 2.3 - Состав полов на грунте

№ слоя	Материал	Толщина слоя δ , м	Кэф. теплопроводности λ , Вт/(м·°С)
1	Грунт	-	-
2	Бетон	0,2	1,74

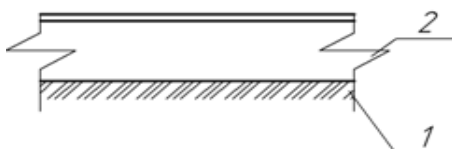


Рисунок 2.3 - Конструкция пола по грунту

Для не утепленных полов на грунте, которые расположены ниже уровня земли сопротивление теплопередаче принимается по нормативным данным:

I зона – $2,1 \text{ м}^2 \text{ °С} / \text{Вт}$

II зона – $4,3 \text{ м}^2 \text{ °С} / \text{Вт}$

III зона – $8,6 \text{ м}^2 \text{ °С} / \text{Вт}$

IV зона – $14,2 \text{ м}^2 \text{ °С} / \text{Вт}$

Зная значение сопротивления теплопередачи определяется коэффициент теплопередачи:

$$k_I = \frac{1}{R_I} = \frac{1}{2,1} = 0,476 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ \text{C}$$

$$k_{II} = \frac{1}{R_{II}} = \frac{1}{4,3} = 0,233 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ \text{C}$$

$$k_{III} = \frac{1}{R_{III}} = \frac{1}{8,6} = 0,116 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ \text{C}$$

$$k_{IV} = \frac{1}{R_{IV}} = \frac{1}{14,2} = 0,07 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ \text{C}$$

Наружная дверь

При определении приведенного сопротивления теплопередаче должно выполняться условие:

$$R_0^{\text{норм}} \geq 0,6 R_0^{\text{норм}}$$

$$0,6 R_0^{\text{норм}} = \frac{1 \cdot (20 - (-30))}{4 \cdot 8,7} = 1,44 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ \text{C)/Вт};$$

$$R_0^{\text{норм}} = 0,6 \cdot 1,44 = 0,862 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ \text{C)/Вт};$$

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

Крыша жилого дома

В качестве утеплителя перекрытия 2-го этажа применяется минеральная плита ROCKWOOL Лайт Баттс плотностью 37 кг/м³.

Состав покрытия приведен в таблице 2.4 и отображен на рисунке 2.4.

Таблица 2.4 - Состав кровли

№ слоя	Материал	Толщина слоя δ , м	Коэф. теплопроводности λ , Вт/(м $\cdot$ °C)
1	Плита железобетонная	0,2	1,92
2	Пароизоляция - Изоспан D	0,5	0,2
3	Утеплитель - ROCKWOOL Лайт Баттс	0,1	0,039

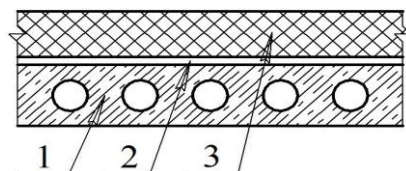


Рис 2.4 - Конструкция кровли

$$R_o^{уст} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,2}{1,92} + \frac{0,005}{0,2} + \frac{0,1}{0,039} + \frac{1}{23} = 2,78 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$k = \frac{1}{2,78} = 0,36 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}.$$

Результаты теплотехнического расчёта сведены в таблицу 2.5, которая представлена в Приложении А.

Проверка ограждающих конструкций здания на вероятность выпадения конденсата

Температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой на поверхности стен не должна превышать нормируемую величину, которая представлена в [4, табл. 5].

$$\text{Для наружной стены: } \Delta t_o = 1 \cdot \frac{(20 - (-30))}{8,7 \cdot 6,023} = 0,73 \text{ °C} < 3 \text{ °C};$$

$$\text{Для кровли: } \Delta t_o = 1 \cdot \frac{(20 - (-30))}{8,7 \cdot 2,78} = 2,3 \text{ °C} < 3 \text{ °C};$$

$$\text{Окно: } \tau_{\epsilon}^{ок} = 20 - \frac{(20 + 30)}{0,55 \cdot 8,7} = 9,6 \text{ °C} \geq 3 \text{ °C}, \text{ конденсат не выпадает.}$$

2.2 Тепловые потери здания

Расчёт теплопотерь жилого дома ведется по справочному пособию [5].

Добавочные потери теплоты β принимаются по [6] и составляют:

- для конструкций, обращенных на север, северо-восток, восток и северо-запад - 0,1;
- на запад и юго-восток - 0,05;

Расчет потерь теплоты через ограждающие конструкции здания сводится в таблицу 2.6, Приложения А.

3 ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

3.1 Проектирование системы отопления

Обоснование выбора схемы системы отопления

К установке принимается горизонтальная двухтрубная система водяного отопления с тупиковым движением теплоносителя, выполненная из полипропиленовых труб. На подаче температура в трубопроводах составляет $t_p = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$, а на «обратке» - $t_0 = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Каждый отопительный прибор оснащается клапанами RTD-N с термостатической головкой от фирмы «DANFOSS», для производства автоматического регулирования теплоотдачи. Присоединение отопительных приборов разностороннее, из стены. Перекрытие подачи в отдельный прибор не будет приводить к снижению температуры в других приборах.

Трубы прокладываются в теплоизоляции Энергофлекс и замоноличиваются в цементной стяжке.

Гидравлический расчёт системы

Расчётная схема системы водяного отопления составляется исходя из аксонометрической схемы. Для этого требуется разбить аксонометрическую схему на отдельные ветки и участки с одинаковым расходом, далее эти участки нумеруются и подписываются их расходы и протяженность.

На схеме выбирается главное циркуляционное кольцо, которое проходит через наиболее удаленный и нагруженный прибор. Наиболее нагруженной веткой является ветвь Б.

Расчётные аксонометрические схемы изображены на рисунках 3.1, 3.2 и 3.3, представленные в приложении Б.

Расчет систем отопления выполнен в соответствии с рекомендациями, описанными в справочнике [7].

Определение расчетного циркуляционного давления

Циркуляционное давление ΔP_n , Па, определяется по диаграмме для насоса UPS 25-60 180 (положение скорости - 3), который подобран по ката-

логу WinCar с учетом потерь на котловом контуре (котел, фильтр, обратный клапан - суммарно 5000 Па) $\Delta P_n = 40000$ Па (рис.3.4).

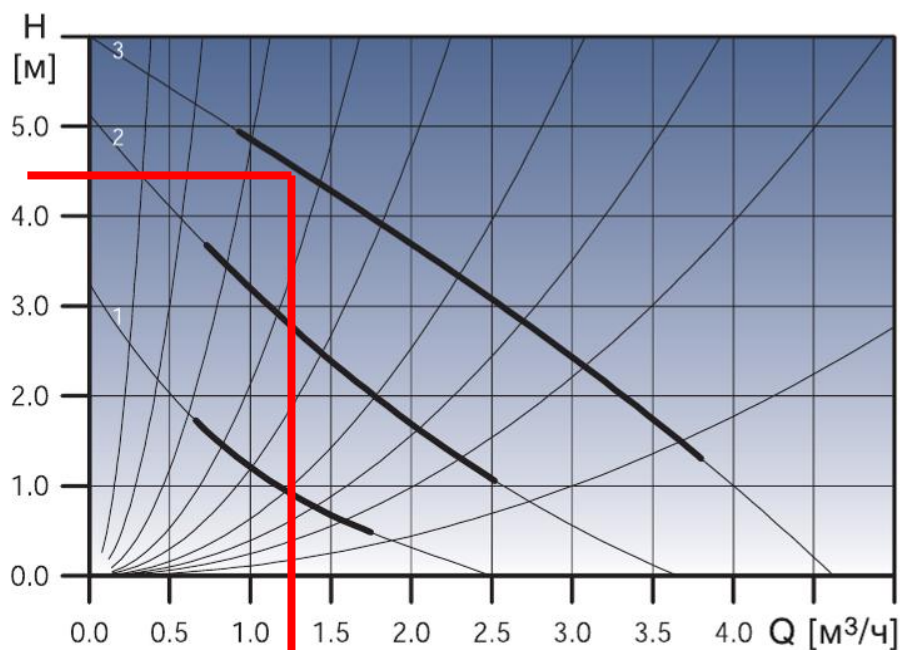


Рисунок. 3.4 - Выбор насосного циркуляционного давления

Расчёт и увязка циркуляционных колец

Увязка отдельных ветвей осуществляется в тепловом пункте на коллекторной балке с помощью балансировочного клапана MSV-1 и MSV-M; по номограмме (рис. 3.5) производится увязка приборов клапаном RTD-N.

Из-за остывания воды в приборах за счёт разности гидростатических давлений столбов воды h создается естественное циркуляционное давление ΔP_e , Па.

Естественное циркуляционное давление для второго этажа равно:

$$\Delta P_e = 9,18 \cdot 5,6 \cdot 0,64 \cdot (90 - 70) \cdot 0,40 = 263,2 \text{ Па.}$$

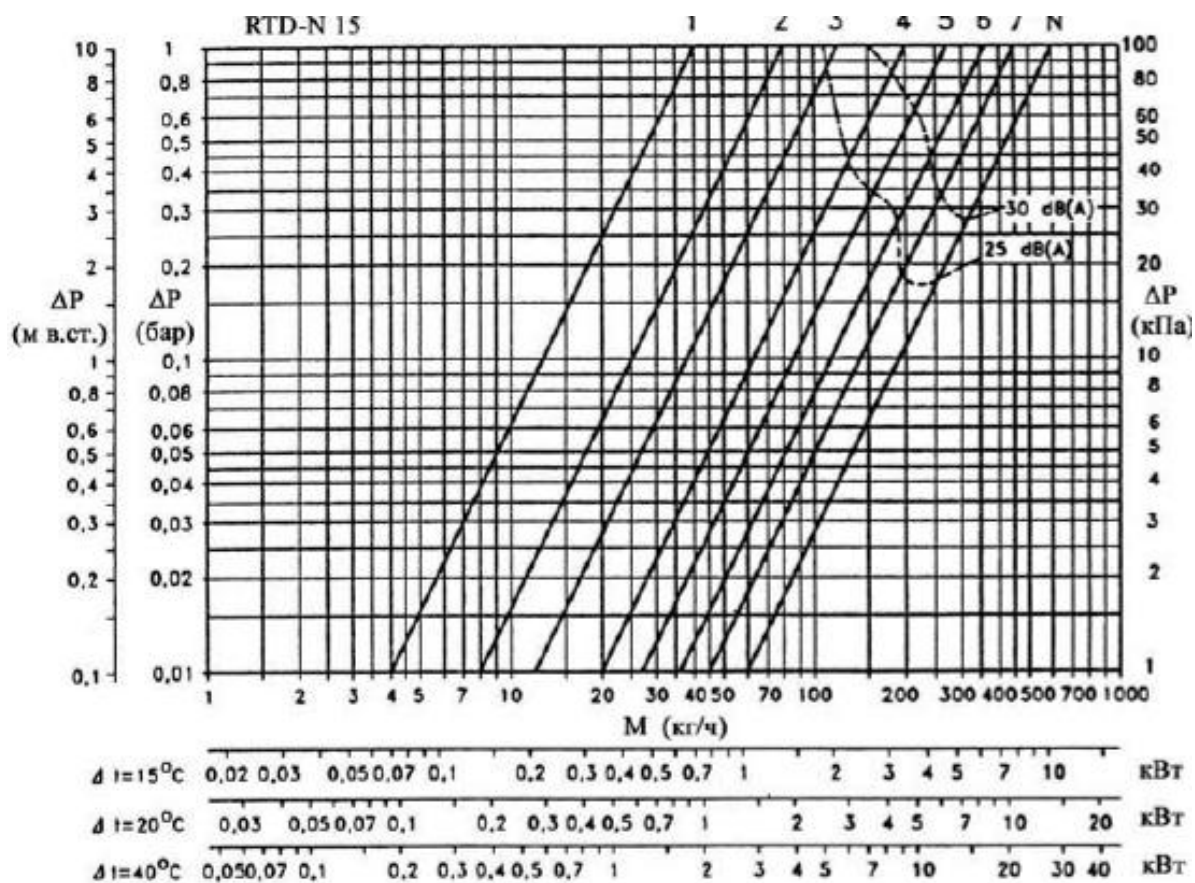


Рисунок. 3.5 - Потери давления клапанов DANFOS RTD-N для труб диаметром 15 мм

Гидравлический расчёт системы отопления сводится в таблицы 3.1, 3.2 и 3.3. Эпюры потери давления в ветках представлены на рисунках 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11 в Приложении В.

Таблица - 3.1 Гидравлический расчет двухтрубной системы отопления цокольного этажа

№ уч	Q	G	l, м	d, мм	R _{ср}	R _ф	R _л	v	P _д	ξ	Z	R _л +Z	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
						Ветка	A						
1-2	5647	260	2,3	25	499	99,4	228,7	0,33	54,6	4	219	1647	
2-3	3687	170	2,6	25		46,5	120,8	0,22	23,3	1	23	144	
3-4	2397	110	5,7	25		21,5	122,8	0,14	9,8	3	30	152	
4-5	1598	74	4,7	25		10,4	49,1	0,1	4,4	1	4	53	
5-a	799	37	7,4	20		9,3	69	0,07	2,7	4	11	80	
a-б	799	37	1,5	20		9,3	14	0,07	2,7	12	36	3050	3000
б-6	799	37	7,4	20		9,3	69	0,07	2,7	4	11	80	
6-7	1598	74	4,7	25		10,4	49,1	0,1	4,4	1	4	53	
7-8	2397	110	5,7	25		21,5	122,8	0,14	9,8	3	30	152	
8-9	3687	170	2,6	25		46,5	12,8	0,22	23,3	1	23	144	
9-1	5647	260	2,3	25		99,4	228,7	0,33	54,6	4	219	30443	29996 (полож 0,35)
												36000	
2-10	1960	90	4,7	25	89	15	70,7	0,12	6,6	1	6,6	77	
10-в	890	41	7,4	20		11,2	82,7	0,1	3,4	6	20,4	103	
в-г	890	41	1,5	20		11,2	16,8	0,1	3,4	13	44,1	3549	3488 (полож 4,5)
г-11	890	41	7,4	20		11,2	82,7	0,1	3,4	6	20,4	103	
11-9	1960	90	4,7	25		15	70,7	0,12	6,6	1	6,6	77	
												3909	

Таблица - 3.2 Гидравлический расчет двухтрубной системы отопления первого этажа

№ уч	Q	G	l	d	R _{ср}	R _ф	RI	v	P _д	ξ	Z	RI+Z	Прим
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ветка Б													
1-2	15559	717	2	331	32	185	369	0,564	156,0	6	936	4805	3500
2-3	12357	569	2,8		32	123	344	0,448	98,4	1	98	442	
3-4	11100	511	2,4		32	102	244	0,402	79,4	1	79	323	
4-5	9988	460	5		25	275	1376	0,591	171,0	3	513	1889	
5-6	8876	409	3,6		25	223	802	0,525	135,0	1	135	937	
6-7	7764	358	5,1		25	176	895	0,459	103,3	1	103	998	
7-8	5347	246	9,5		25	90	857	0,316	49,0	3	147	1004	
8-а	4528	209	4,2		20	203	851	0,423	87,9	2	176	1027	
а-6	4528	209	1,5		20	203	304	0,423	87,9	13	1142	11446	10000
6-9	4528	209	4,2		20	203	851	0,423	87,9	2	176	1027	
9-10	5347	246	9,5		25	90	857	0,316	49,0	3	147	1004	
10-11	7764	358	5,1		25	176	895	0,459	103,3	1	103	998	
11-12	8876	409	3,6		25	223	802	0,525	135,0	1	135	937	
12-13	9988	460	5		25	275	1376	0,591	171,0	3	513	1889	
13-14	11100	511	2,4		32	102	244	0,402	79,4	1	79	323	
14-15	12357	569	2,8		32	123	344	0,448	98,4	1	98	442	
15-1	15559	717	2		32	185	369	0,564	156,0	6	936	6508	5203 (полож 1,8)
												36000	
2-16	3202	147	4	659	20	108	432	0,299	43,9	3	132	564	
16-17	2246	103	2,5		20	57	142	0,210	21,6	1	22	164	
17-в	1754	81	3,7		20	36	135	0,164	13,2	2	26	161	
в-г	1754	81	1,5		20	36	55	0,164	13,2	13	171	22910	22684 (полож 3,8)
г-18	1754	81	3,7		20	36	135	0,164	13,2	2	26	161	
18-19	2246	103	2,5		20	57	142	0,210	21,6	1	22	164	
19-15	3202	147	4		20	108	432	0,299	43,9	3	132	564	
			21,9									24687	

Таблица - 3.3 Гидравлический расчет двухтрубной системы отопления второго этажа

№ уч	Q	G	l	R _{сп}	d	R _ф	RI	v	P _д	ξ	Z	RI+Z	Прим
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ветка В													
1-2	11283	520	6	324	32	105	627	0,409	82,0	6	492	5619	4500
2-3	6620	305	10		25	132	1320	0,391	75,1	7	526	1846	
3-4	5498	253	5		25	95	474	0,325	51,8	3	155	629	
4-5	4376	202	3,6		25	63	227	0,259	32,8	1	33	260	
5-6	2538	117	5,3		25	24	126	0,150	11,0	1	11	137	
6-а	1269	58	5,5		20	21	113	0,119	6,9	4	28	141	
а-6	1269	58	1,5		20	21	31	0,119	6,9	13	90	3121	3000 положение 6
6-7	1269	58	5,5		20	21	113	0,119	6,9	4	28	141	
7-8	2538	117	5,3		25	24	126	0,150	11,0	1	11	137	
8-9	4376	202	3,6		25	63	227	0,259	32,8	1	33	260	
9-10	5498	253	5		25	95	474	0,325	51,8	3	155	629	
10-11	6620	305	10		25	132	1320	0,391	75,1	7	526	1846	
11-1	11283	520	6		32	105	627	0,409	82,0	6	492	21233	20114 положение 1
			72,3									36000	
2-12	4663	215	4,9	100	25	71	346	0,276	37,3	5	186	532	
12-13	3834	177	6,6		25	50	329	0,227	25,2	5	126	455	
13-14	1105	51	7		25	5	38	0,065	2,1	5	10	48	
14-в	449	21	7,4		20	4	27	0,042	0,9	4	3	31	
в-г	449	21	1,5		20	4	6	0,042	0,9	13	11	7015	6998 положение 2
г-15	449	21	7,4		20	4	27	0,042	0,9	4	3	31	
15-16	1105	51	7		25	5	38	0,065	2,1	5	10	48	
16-17	3834	177	6,6		25	50	329	0,227	25,2	5	126	455	
17-11	4663	215	4,9		25	71	346	0,276	37,3	5	186	532	
			53,3									9147	

Подбор и расчёт отопительных приборов

Отопительные приборы устанавливаются под световыми проёмами со смещением относительно оси на расстоянии не менее 120мм от отметки пола до низа прибора и 30мм от задней стенки в целях обеспечения быстрого осмотра, ремонта и регулировки.

К установке принимаются алюминиевые радиаторы фирмы Royal Thermo Optimal 500 (рис. 3,12).

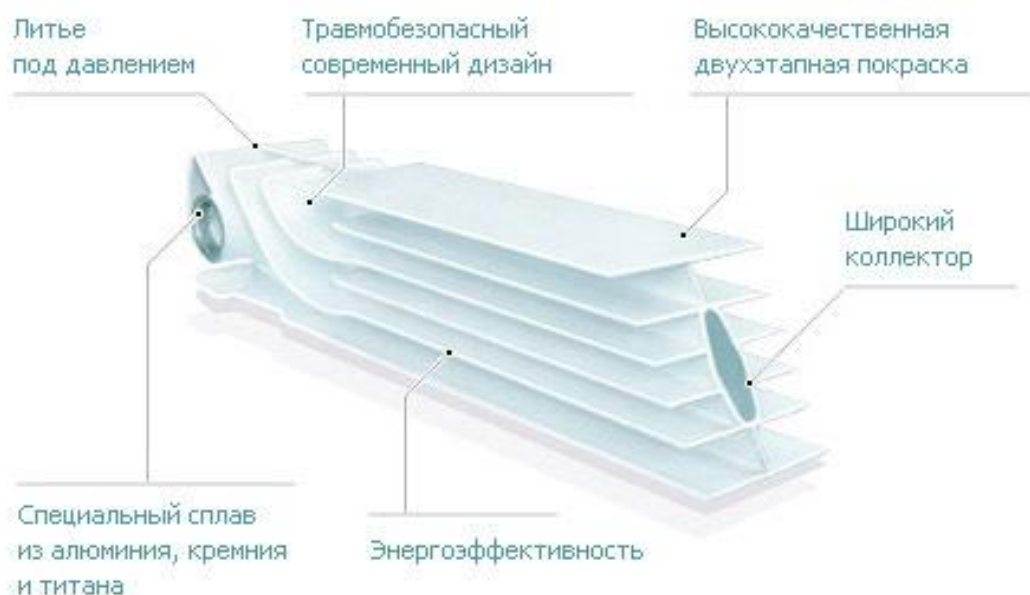


Рисунок 3.12 - Разрез секции алюминиевого радиатора

Площадь поверхности нагрева одной секции $F=0,236\text{м}^2$, номинальный тепловой поток $Q_{\text{ном}} = 164,5$ Вт, масса составляет 1,45 кг.

В помещении гаража применяется один гладкотрубный регистр из стальной электросварной трубы с диаметром равным 102мм, толщиной стенки 3,5мм и длиной 11 метров в 2 ряда труб.

Расчёт отопительных приборов производится по методике [7] и сводится в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 - Подбор приборов для системы отопления

№ пом	Q _{пом}	G _{пр}	t _{вх}	t _{вых}	t _в	Δt _{ср}	Y ₁	Y ₂	Q _{чу}	Q _{тп}	Q _{пр}	N
001a	799	37	90	70	18	62	0,854	1	180	0	154	6
001б	799	37	90	70	18	62	0,854	1	180	0	154	6
001в	799	37	90	70	18	62	0,854	1	180	0	154	6
002	890	41	90	70	18	62	0,854	1	180	0	154	6
003	1070	49	90	70	18	62	0,854	1	180	0	154	7
004	1290	59	90	70	18	62	0,854	1	180	800	154	4
101	2417	111	90	70	20	60	0,818	1	134	1048	110	13
102	819	38	90	70	20	60	0,818	1	134	0	110	8
103	4528	209	90	70	12	68	0,963	1	210	0	210	22
104	1754	81	90	70	18	62	0,854	1	134	332	114	13
105	492	23	90	70	20	55	0,731	1	134	0	98	6
106	956	44	90	70	20	60	0,818	1	134	0	110	9
107	1257	58	90	70	18	62	0,854	1	134	0	114	11
108a	1112	51	90	70	20	60	0,818	1	134	0	110	11
108б	1112	51	90	70	20	60	0,818	1	134	0	110	11
108в	1112	51	90	70	20	60	0,818	1	134	0	110	11
201a	1269	58	90	70	20	60	0,818	1	180	0	147	9
201б	1269	58	90	70	20	60	0,818	1	180	0	147	9
202	449	21	90	70	25	55	0,731	1	134	0	98	5
203	656	30	90	70	20	60	0,818	1	180	0	147	5
204	2729	126	90	70	20	60	0,818	1	134	0	110	25
205	829	38	90	70	20	60	0,818	1	180	0	147	6
206a	1122	52	90	70	20	60	0,818	1	180	0	147	8
206a	1122	52	90	70	20	60	0,818	1	180	0	147	8
207	1838	85	90	70	20	60	0,818	1	180	0	147	13

Число секций округляется в большую сторону кратно 2.

3.2 Проектирование тёплого пола

Расчёт тёплых полов производится по методике, описанной в пособии по проектированию и монтажу трубопроводных систем с использованием металлопластиковых труб фирмы-производителя «Valtec». Температура теплоносителя в тёплых полах составляет 31°C на подаче и 26°C на «обратке».

Для индивидуальных жилых домов рекомендуется использовать трубу с диаметром 16мм. С помощью номограммы (рис. 3.13) определяется теплоотдача квадратного метра тёплого пола при шаге трубы 200мм.

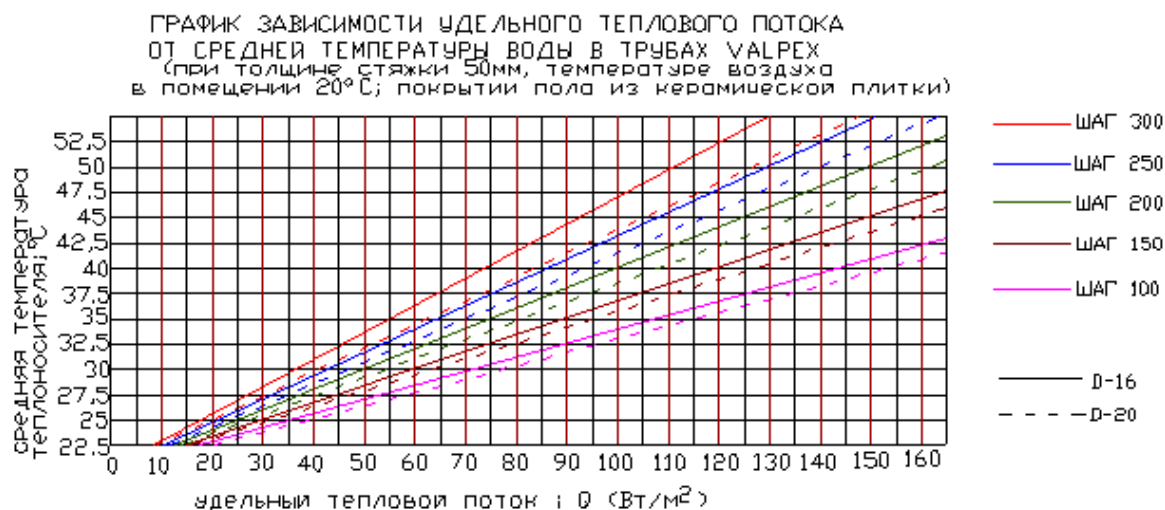


Рисунок 3.13 - Номограмма теплового потока

Теплоотдача квадратного метра составляет $q_{200} = 40$ Вт/м².

Температура на поверхности пола при заданной теплоотдаче определяется по рисунку 3.14 и составляет 28°C.

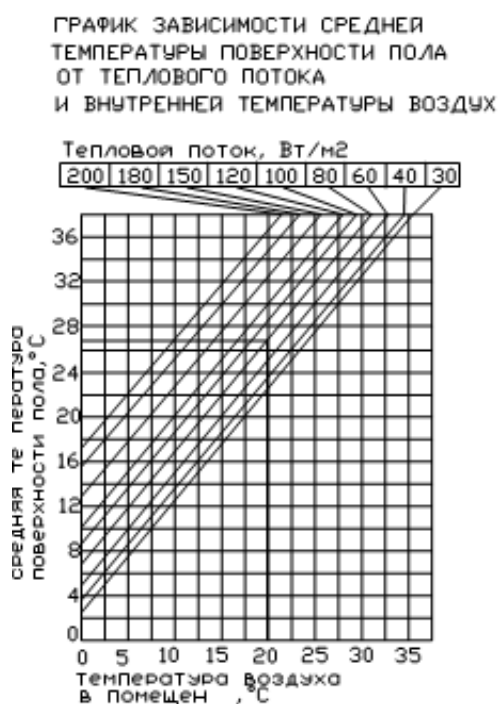


Рисунок 3.14 - Номограмма зависимости средней температуры пола от теплового потока

Теплоотдача плиточного тёплого пола определяется как произведение шага труб на площадь поверхности пола.

Расчет тёплых полов сведен в таблицу 3.5.

Таблица 3.5 - Расчет теплого пола

№ пом.	Плотность теплового потока	F, м ²	Q _{тп}	L _{пол} , м	L _{тр} , м	L _{суммарн} , м
101a	40	14,2	568	79,52	17,7	97,22
101б	40	12	480	67,2	9,8	77
102	40	5	200	28	2,3	30,3
104	40	8,3	332	46,48	17,8	64,28
105	40	4,9	196	27,44	17,9	45,34
202	40	7,4	296	41,44	2,3	43,74
205	40	14,8	592	82,88	16,3	99,18

Максимальная скорость движения теплоносителя в трубах теплого пола должна составлять до 1 м/с.

Увязка труб осуществляется клапаном, который устанавливается на коллекторе теплого пола.

Расчет системы теплого пола представлен в таблице 3.6.

Потери давления в металлопластиковых трубах определяется по номограмме 3.15, представленной в приложении Г.

Эпюра потерь давления представлена на рисунке 3.16 в Приложении Д.

Таблица 3.6 - Гидравлический расчет теплого пола

№ уч	Q	G	l	R _{ср}	d	R _ф	R _л	v	P _д	ξ	Z	R _л +Z	Прим
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Располагаемое давление 26000 Па (с учетом Авторитета клапана = 0,5)													
1-2	2664	458	17	103	25	273	4645	0,588	169,6	9	1527	6172	
2-3	888	153	7,4		25	38	285	0,196	18,8	7	132	417	
3-4	592	102	99,2		16	92	9126	0,280	38,4	29	1114	10240	
4-5	888	153	7,4		25	38	285	0,196	18,8	7	132	417	
5-1	2664	458	17		25	273	4645	0,588	169,6	9	1527	6172	
			148									23417	
Коллектор 2 этажа располагаемое давление 10240													
202	296	51	43,7	137	16	32	1400	0,103	5,2	29	152	1552	Δ Р клапана = 8688
Коллектор 1 этажа располагаемое давление 11073 Па – 618 Па = 10455 Па													
101a	568	98	97,2	63	16	90	8750	0,240	28,2	29	819	9569	Δ Р клапана = 886
101б	480	83	77,0	79	16	66	5082	0,203	20,2	29	585	5667	Δ Р клапана = 4788
102	200	34	30,3	202	16	21	636	0,085	3,5	29	102	738	Δ Р клапана = 9717
104	332	57	64,3	95	16	35	2250	0,140	9,6	29	280	2530	Δ Р клапана = 7925
105	196	34	45,3	135	16	21	952	0,083	3,4	29	98	1050	Δ Р клапана = 9405

3.3 Горячее водоснабжение

Трубопроводы для горячего водоснабжения выполнены из полипропилена. Трубы прокладываются на высоте 0,2м от уровня пола с учётом уклона в 0,002м. Воздух удаляется через воздухоотводчики, установленные на полотенцесушителях.

Определение расчетных расходов горячей воды

Количество приборов на дом составляет $N=10$ шт, в том числе:

- душ - 3 шт,
- мойка - 1 шт,
- биде - 2 шт,
- умывальник - 3 шт,
- ванна - 1 шт.

Число жителей равно $U=5$ чел.

Расчет расходов горячей воды выполнен согласно методики, приведенной в [8].

$$q_u = \frac{120 \cdot 5}{1000} = 0,6 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$P = \frac{10 \cdot 5}{3600 \cdot 0,18 \cdot 10} = 0,008;$$

$$NP = 0,008 \cdot 10 = 0,08 \quad \Rightarrow \alpha = 0,318;$$

$$q^h = 5 \cdot 0,18 \cdot 0,318 = 0,286 \text{ л/с.}$$

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot 0,008 \cdot 0,18}{200} = 0,026;$$

$$NP = 0,026 \cdot 10 = 0,26 \quad \Rightarrow \alpha = 0,502;$$

$$q_{hr} = 0,005 \cdot 200 \cdot 0,502 = 0,502 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Гидравлический расчет подающих трубопроводов

Целью гидравлического расчета подающих трубопроводов является определение диаметров и потерь давления воды.

АксонOMETрическая схема горячего водоснабжения представлена на рисунке 3.17.

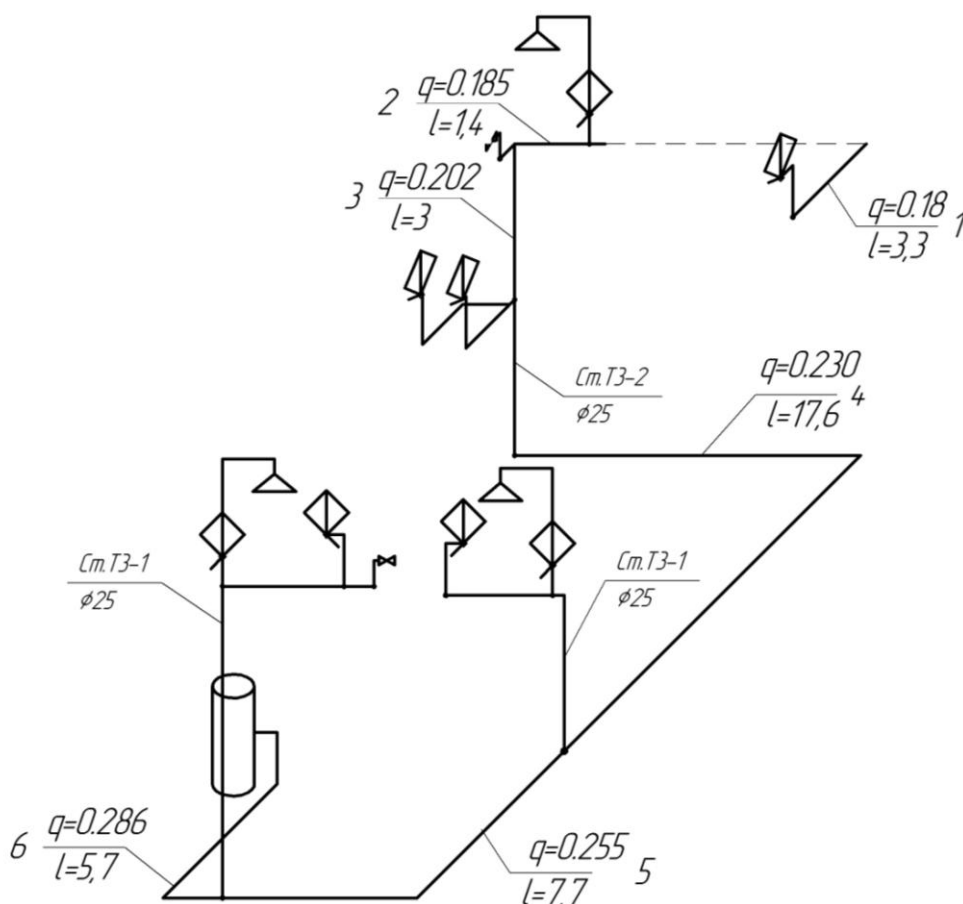


Рисунок 3.17 - Расчетная схема ГВС

Расчет выполнен в соответствии с методикой, изложенной в [9] и введен в таблицу 3.7.

Таблица 3.7 - Гидравлический расчет подающих трубопроводов

№ уч-к	$l, м$	Кол-во	P	NP	α	$q_0, л/с$	$D, мм$	$v, м/с$	$1000i$	$1,3 \cdot l \cdot i / 1000$
1	3,3	1	0,008	0,008	0,2	0,18	20	1,17	269	1,15
2	1,4	2	0,008	0,016	0,205	0,185	20	1,31	335	0,61
3	3	3	0,008	0,024	0,224	0,202	25	0,93	77	0,3
4	17,6	5	0,008	0,04	0,256	0,23	25	1,07	99	2,27
5	7,7	7	0,008	0,056	0,283	0,255	25	1,18	120	1,2
6	5,7	10	0,008	0,08	0,318	0,286	25	1,32	149	1,1
										6,64

Диаметр циркуляционного контура составляет 20мм. В системе предусматривается однокоростной насос GRUNDFOS UP 15-14 В РМ, который служит для циркуляции систем горячего водоснабжения.

3.4 Расчёт и подбор оборудования котельной

К установке принимается напольный чугунный газовый котел (рис.3.18) мощностью от 40 кВт для отопления и приготовления горячей воды во внешнем бойлере. Котел имеет электророзжиг, плавное регулирование мощности для различных режимов его работы, отображает температуры и давления теплоносителя в системе отопления, что позволяет получать информацию в любой момент работы котла.

При подключении комнатных регуляторов система управления котла позволяет поддерживать комфортный микроклимат в помещениях.



Рисунок 3.18 - Котел Protherm kлом 40

Возможности данного котла:

- Переход на работу на сжиженном газе;
- Стационарный котёл с чугунным теплообменником;
- Мощность – 35 кВт;
- Искровое зажигание;
- Плавное модулирование мощности;
- Возможность подключения бойлера косвенного нагрева через дополняющий насос;
- Выбег ОВ и ГВС;

- Установка температуры накопительного бака с панели управления котлом;
- Эkvитермическое регулирование работы котла;
- Регулируемые ножки;
- Отвод продуктов сгорания в дымоход.

Циркуляция теплоносителя в системе водяного отопления происходит за счет трёхступенчатого циркуляционного насоса UPS25-60, встроенного в котёл.

Нагрев воды производится непосредственно в котельной, в баке-водонагревателе косвенного нагрева.

Подбор бойлера косвенного нагрева горячей воды для системы горячего водоснабжения

Котел Protherm kлом 40 комплектуется бойлером косвенного нагрева Protherm B 200 S с объемом бака 200 л (рис.3.19).

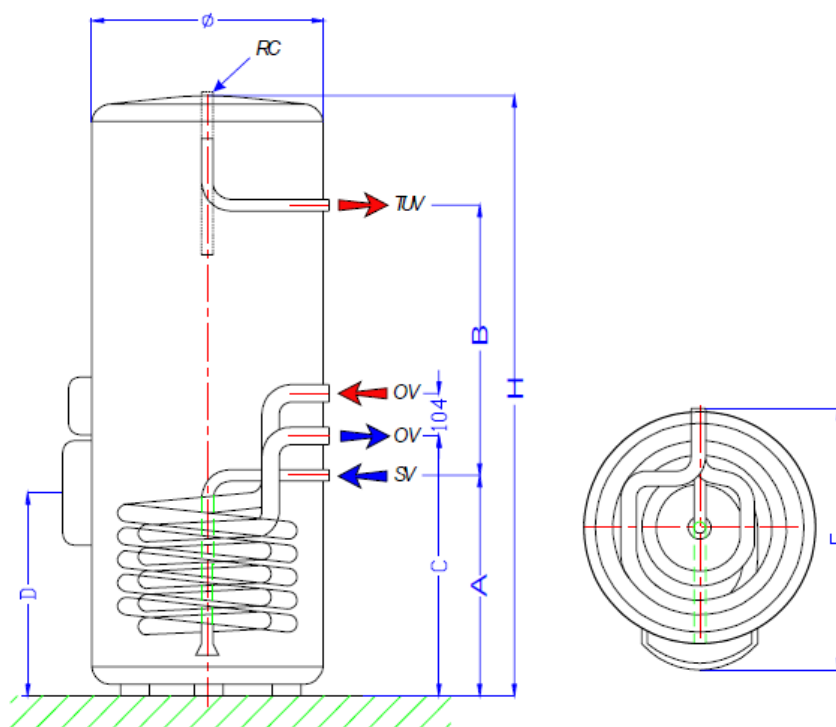


Рисунок 3.19 - Бойлер косвенного нагрева Protherm B 200 S

Технические характеристики котла:

Объем бака L=200л, Диаметр D=577мм, Высота H=1270мм

4 ВЕНТИЛЯЦИЯ

4.1 Определение требуемых воздухообменов

Воздухообмен помещения котельной и гаража определяется по нормируемой кратности $L, \text{м}^3/\text{ч}$:

$$L = n \cdot V, \quad (4.1)$$

где n - норма кратности воздухообмена;

V - объём помещения, м^3

Из кухни отбор воздуха происходит с помощью системы ВЕ1, в размере $90 \text{ м}^3/\text{ч}$, из санузлов ВЕ2, ВЕ7, ВЕ8 - $50 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Расчёт воздухообменов представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Расчетный воздухообмен

Помещ.	Площадь, м^2	Объём, м^3	Нормируемая кратность, 1/ч		Расчетный воздухообмен, $\text{м}^3/\text{ч}$	
			Приток	Вытяжка	Приток	Вытяжка
Кухня	34,2	102,6	-	$90 \text{ м}^3/\text{ч}$ (по паспорту плиты) + 1кр	102,6	192,6
Гостиная	48,55	145,65	1	-	145,65	-
Сан.узел1			-	$50 \text{ м}^3/\text{ч}$	0	50
Сан.узел2			-	$50 \text{ м}^3/\text{ч}$	0	50
Сан.узел3			-	$50 \text{ м}^3/\text{ч}$	0	50
Спальня 1	27,9	83,7	1	-	83,7	-
Кабинет	13,37	40,11	1	-	40,11	-
Спальня 2	37,5	112,5	1	-	112,5	-
Спальня 3	23,9	71,7	1	-	71,7	-
Спальня 4	24,3	72,9	1	-	72,9	-
Гараж на 2 м/м	49,73	149,19	-	2	-	298,38
Котельная	8,5	25,5	3+20 $\text{м}^3/\text{ч}$ на горение	3+20 $\text{м}^3/\text{ч}$ на горение	96,5	96,5
					725,66	737,48

4.2 Выбор принципиальных решений и конструирование

Для удаления воздуха из кухни, санузлов, котельной, гаража и помещения котельной была запроектирована естественная вентиляция воздуха. Для естественной вытяжки каналы выполняются в толще стен. Утепленные

горизонтальные пластиковые вентиляционные каналы в помещениях гаража и ванны, расположенные на первом этаже, проложены под подшивным потолком из гипсокартона. Через специальные клапаны, которые расположены в конструкции окон, осуществляется приток воздуха в жилые помещения.

"В доме, оборудованном системой вентиляции с естественным побуждением, поступление приточного воздуха предусматривается через регулируемые открывающиеся элементы окна (фрамуги, форточки или щели) или встроенные в наружные стены клапаны, которые должны располагаться на высоте не менее 1,5 м от пола, а удаление воздуха из помещений - через вентиляционные каналы во внутренних стенах дома. Вентиляция этих помещений должна обеспечиваться через вытяжные отверстия в кухнях, ваннах и в туалетах" [11, с. 18].

4.3 Аэродинамический расчет

Аэродинамический расчет выполнен по методу удельных потерь по длине в соответствии с [12].

Результаты аэродинамического расчёта сведены в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Расчет аэродинамики естественной системы вентиляции

$N_{\text{уч-ка}}$	$l, м$	$L, м^3 / ч$	$a \times b, мм$	$d_{\text{экв}}, мм$	$F, м^2$	$V, м / с$	$R, Па / м$	$\beta_{\text{ш}}$	$R \cdot l \cdot \beta_{\text{ш}}$	KMC	$P_{\text{дин}}$	$\Delta P_{\text{уч-ка}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ВЕ1												
$P_{\text{расч}} = 9,81 \cdot 9 \cdot (1,269 - 1,20) = 6,092 Па$												
1'		96,5	270x140	184	0,026703	1,00				2	0,60	1,21
1	9	96,5	270x140	184	0,026703	1,00	0,09	1,42	1,15	2,2	0,60	2,48
											Рсист=	3,69
$\text{Невязка} = \frac{6,092 - 3,69}{6,092} \cdot 100 = 39\% , \text{ дросселирование на } 2 \text{ Па (полож. Д)}$												
Запас =6,6%												
ВЕ2												
$P_{\text{расч}} = 9,81 \cdot 6 \cdot (1,269 - 1,20) = 4,0613 Па$												
1'		50	140x140	140	0,015393	0,90				2	0,49	0,98
1	2	50	150	150	0,017671	0,79	0,08	1	0,16	0,15	0,37	0,22
2	6	50	140x140	140	0,015393	0,90	0,12	1,394	1	2,2	0,49	2,08
											Рсист=	3,27
$\text{Невязка} = \frac{4,0613 - 3,27}{4,0613} \cdot 100 = 19,47\% , \text{ дросселирование на } 0,5 \text{ Па (полож. Б)}$												
Запас =7,15%												
ВЕ4												
$P_{\text{расч}} = 9,81 \cdot 6 \cdot (1,269 - 1,20) = 4,0613 Па$												
1'		99	270x140	184	0,026703	1,03				2	0,64	1,27
1	6	99	270x140	184	0,026703	1,03	0,1	1,42	0,85	2,2	0,64	2,25
											Рсист=	3,525
$\text{Невязка} = \frac{4,0613 - 3,525}{4,0613} \cdot 100 = 13,21\% , \text{ дросселирование на } 0,3 \text{ Па (полож. Б)}$												
Запас =5,83%												

Продолжение таблицы 4.2

$N_{\text{уч-ка}}$	$l, м$	$L, м^3 / ч$	$a \times b, мм$	$d_{\text{экв}}, мм$	$F, м^2$	$V, м / с$	$R, Па / м$	$\beta_{\text{ш}}$	$R \cdot l \cdot \beta_{\text{ш}}$	KMC	$P_{\text{дин}}$	$\Delta P_{\text{уч-ка}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
BE5												
$P_{\text{расч}} = 9,81 \cdot 6 \cdot (1,269 - 1,20) = 4,0613 \text{ Па}$												
1'		150	270x270	270	0,057254	0,73				2	0,32	0,64
1	2,8	150	150	150	0,017671	2,36	0,55	1	1,54	0,15	3,34	2,04
2	6	150	270x270	270	0,057254	0,73	0,035	1,536	0,32	2,2	0,32	1,02
											Рсист=	3,70
$\text{Невязка} = \frac{4,0613 - 3,7}{4,0613} \cdot 100 = 8,9\%$												
BE6												
$P_{\text{расч}} = 9,81 \cdot 6 \cdot (1,269 - 1,20) = 4,0613 \text{ Па}$												
1'		150	270x270	270	0,057254	0,73				2	0,32	0,64
1	2,8	150	150	150	0,017671	2,36	0,55	1	1,54	0,15	3,34	2,04
2	6	150	270x270	270	0,057254	0,73	0,035	1,536	0,32	2,2	0,32	1,02
											Рсист=	3,70
$\text{Невязка} = \frac{4,0613 - 3,7}{4,0613} \cdot 100 = 8,9\%$												
BE7												
$P_{\text{расч}} = 9,81 \cdot 3 \cdot (1,269 - 1,20) = 2,0307 \text{ Па}$												
1'		50	270x140	184	0,026703	0,52				2	0,16	0,325
1	3	50	270x140	184	0,026703	0,52	0,035	1,267	0,13	0,15	0,16	0,49
											Рсист=	0,815
$\text{Невязка} = \frac{2,0307 - 0,815}{2,0307} \cdot 100 = 59,87\%, \text{ дросселирование на } 1,1 \text{ Па (полож. Б)}$												
Запас = 5,71%												

Продолжение таблицы 4.2

$N_{уч-ка}$	$l, м$	$L, м^3 / ч$	$a \times b, мм$	$d_{экв}, мм$	$F, м^2$	$V, м/с$	$R, Па/м$	$\beta_{ш}$	$R \cdot l \cdot \beta_{ш}$	KMC	$P_{дин}$	$\Delta P_{уч-ка}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
BE8												
$P_{расч} = 9,81 \cdot 3 \cdot (1,269 - 1,20) = 2,0307 Па$												
1'		50	270x140	184	0,026703	0,52				2	0,16	0,325
1	3	50	270x140	184	0,026703	0,52	0,035	1,267	0,13	2,2	0,16	0,49
											Рсист=	0,815
$Невязка = \frac{2,0307 - 0,815}{2,0307} \cdot 100 = 59,87\%, \text{ дросселирование на } 1,1 \text{ Па (полож. Б)}$												
Запас =5,71%												

5 ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ

5.1 Холодное водоснабжение

Централизованная наружная сеть водоснабжения включает в себя от-
ветвление от сети, ввод в жилой дом и внутренние трубопроводы. Все трубо-
проводы выполнены из полипропиленовых труб, а ответвление от централи-
зованной сети - из пластиковой трубы ПНД.

На вводе в котельную устанавливается запорная арматура.

Определение расчетных расходов холодной воды

Количество приборов на дом составляет $N=14$ шт, в том числе:

- душ - 3 шт,
- мойка - 1 шт,
- биде - 2 шт,
- умывальник - 3 шт,
- ванна - 1 шт;
- унитаз - 3 шт;
- стиральная машина - 1 шт.

Число жителей равно $U=5$ чел.

Гарантированный напор в наружной сети: $H_g = 25$ м.

Расчет расходов холодной воды выполнен согласно методики, приве-
денной в [8].

$$q_u = \frac{250 \cdot 5 \cdot 1,2}{1000} = 1,5 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$P = \frac{13 \cdot 5}{3600 \cdot 0,18 \cdot 14} = 0,007;$$

$$NP = 0,007 \cdot 14 = 0,098 \Rightarrow \alpha = 0,341.$$

$$q^h = 5 \cdot 0,18 \cdot 0,341 = 0,307 \text{ л/с};$$

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot 0,007 \cdot 0,18}{200} = 0,023;$$

$$NP_{hr} = 0,023 \cdot 14 = 0,322 \Rightarrow \alpha_{hr} = 0,551;$$

$$q_{hr} = 0,005 \cdot 200 \cdot 0,551 = 0,551 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Гидравлический расчет внутреннего водопровода

Расчет выполнен в соответствии с методикой, изложенной в [9] и сведен в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 - Гидравлический расчет водопровода

№ уч-к	<i>l, м</i>	Кол-во	<i>P</i>	<i>NP</i>	<i>α</i>	<i>q_в, л/с</i>	<i>D, мм</i>	<i>v, м/с</i>	<i>1000 i</i>	<i>1,3·l·i /1000</i>
1	1,3	1	0,007	0,007	0,2	0,180	20	1,17	269	0,45
2	0,8	2	0,007	0,014	0,2	0,180	20	1,31	269	0,28
3	2	3	0,007	0,021	0,217	0,195	25	0,90	73	0,19
4	5,7	4	0,007	0,028	0,233	0,210	25	0,97	83	0,62
5	8	4	0,007	0,028	0,233	0,496	32	1,41	110	1,14
6	7,9	7	0,007	0,049	0,271	0,530	32	1,50	124	1,27
7	2,1	14	0,007	0,098	0,341	0,593	40	1,07	35	0,10
										4,05

Потери напора в счетчике составляют:

$$H = 5,18 \cdot 0,307^2 = 0,488 \text{ м}.$$

Требуемый напор в сети находится как сумма геодезической высоты подъема воды, потери в сети, свободного напора и потерь в счётчике:

$$H_{тр} = 9,15 + 3 + 7,8 + 0,488 = 20,44 < H_{св} = 25 \text{ м}, \text{ следовательно, в установке}$$

повысительных насосов система не нуждается.

На седьмом участке устанавливается счетчик крыльчатого типа ВСХ с условным диаметром $d_y=20\text{мм}$.

5.2 Водоотведение

Выбор и обоснование систем канализации

Система канализации дома имеет встроенную сеть, выпуск из здания, отвод и специальное очистное сооружение.

Материал канализационных труб - полипропилен. В укладке труб предусмотрен уклон 0,02-0,04м на 1 метр трубы, для предотвращения засоров в трубопроводах.

Колодец заложен на глубине 4,5м. Перед тем как произвести сброс воды в грунт, её подвергают доочистке в специальных песчано-щебневых фильтрах.

Избыточный ил периодически откачивается при помощи ассенизационных машин.

Определение расчетных расходов канализации

Расчёт расходов произведен согласно методике, описанной в [8].

Число водопотребителей: $U=5$ чел;

Количество санитарно-технических приборов: $N=14$ шт;

$$P = \frac{10,5 \cdot 5}{3600 \cdot 0,25 \cdot 14} = 0,0042,$$

$$NP = 0,0042 \cdot 14 = 0,059 \Rightarrow \alpha = 0,287,$$

Величина максимального секундного расхода воды составляет:

$$q^{tot} = 5 \cdot 0,25 \cdot 0,287 = 0,359 \text{ л/с}$$

Так как расход воды $q^{tot} < 8 \text{ л/с}$, то к данному расходу прибавляется расход воды прибора с максимальным стоком $q_0^s = 1,6 \text{ л/с}$:

$$q^s = 0,359 + 1,6 = 1,959 \text{ л/с}.$$

Диаметр выпуска трубы принимается равным диаметру стояка и составляет $d_{\text{выпуска}} = 110 \text{ мм}$.

- скорость движения стоков $v = 0,959 \text{ м/с}$;
- наполнение $h/d = 0,3$;
- уклон $i = 0,04$.

Расчет самотечных канализационных горизонтальных трубопроводов производится по формуле:

$$v \cdot \sqrt{\frac{h}{d}} \geq K, \quad (5.1)$$

где K - для пластмассовых трубопроводов равна 0,5.

$$1,959 \cdot \sqrt{0,3} = 0,525 \geq 0,5 - \text{условие выполняется.}$$

Определяем глубину заложения выпуска канализационных стоков:

$$H_{\text{выпуска}} = H_{\text{пром}} - 0,3, \quad (5.2)$$

$$H_{\text{выпуска}} = 1,8 - 0,3 = 1,5 \text{ м.}$$

Величина глубины заложения первого смотрового колодца:

$$H_{\text{лотк}} = H_{\text{выпуска}} + d_{\text{выпуска}} + i \cdot l, \quad (5.3)$$

где $d_{\text{выпуска}}$ - диаметр выпускного трубопровода, равный 110мм;

i - уклон выпуска канализации, равный 0,04;

l - длина выпуска от прочистки до оси колодца, равная 3м.

$$H_{\text{лотк}} = 1,5 + 0,11 + 0,04 \cdot 3 = 1,73 \text{ м.}$$

В связи с тем, что значение расхода бытовых сточных вод имеет малое значение, то участки трубопровода с диаметром $d=110\text{мм}$ прокладываются под уклоном 0,02, а с диаметром $d=50\text{мм}$ под уклоном 0,04 исходя из [8].

6 ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

Высота котельной дома, которая располагается на цокольном этаже составляет 2,5. В качестве газопотребляющего оборудования используется чугунный напольный котел мощностью 35 кВт с бойлером косвенного нагрева для систем ГВС и отопления, которые присоединяется к системе централизованного газоснабжения.

6.1 Проектирование системы газоснабжения

Газопровод проходит по торцевому фасаду и вводится в дом, в помещение котельной, на отметке -0.500м. Крепление к стенам производится хомутами на таком расстоянии, чтобы можно было провести осмотр и ремонт труб. Расстояние от ответвления от городского газопровода до жилого дома составляет 12м.

В котельной размещается счётчик расхода газа и газоанализатор на высоте 2,3м от уровня пола подвала.

К установке принимается бытовой газовый счётчик «ВК-G4» с максимальным расходом, равным $6\text{ м}^3/\text{ч}$, минимальным расходом - $0,04\text{ м}^3/\text{ч}$ и максимальным давлением в 50кПа.

В помещении предусмотрена система непрерывного авто-контроля загазованности «САКЗ-М», которая, в случае превышения уровня загазованности, перекрывает поток газа электромагнитным запорным клапаном.

Сборка газопровода внутри помещения выполняется из стальных труб на сварочном соединении [10].

6.2 Гидравлический расчет внутренней системы газоснабжения

Для расчётного участка потери давления в газопроводах должны быть меньше допустимых.

На схеме расчётное направление разбивается на участки, они нумеруются, определяется их фактическая длина.

Расчёт ведется по методике, представленной в [13].

Номинальный расход одним газовым прибором равен:

$$q_{nom} = 3600 \frac{35}{34500 \cdot 0,92} = 3,97 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

Для расчетных участков предварительно подбирают диаметры. Средний гидравлический уклон R_{cp} , Па/м определяется как:

$$R_{cp} = \frac{500 - 100 - 200}{1,3 \cdot 40,5} = 3,8 \text{ Па} / \text{м}.$$

По значениям q_{nom} и R_{cp} с помощью номограммы производится подбор диаметров труб для каждого отдельного участка.

Сумма потерь давления ΣRl сравнивается с максимально допустимыми потерями давления $\Delta P_{доп}$, и если $\Sigma Rl < \Delta P_{доп}$, то расчёт считается завершённым.

Результаты гидравлического расчета сведены в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 - Гидравлический расчёт внутренней сети газоснабжения

№ уч-ка	l, м	q_{nom} , м ³ /ч	dy, мм	Местн. сопроти- вления и их КМС	$\Sigma \zeta$	ld, мм	$\Sigma \zeta ld$, м	l, м	R, Па/м	Rl, Па
1-2	26,7	3,97	20	7 отводов - 0,3·7=2,1; 4 крана шаровых - 4·1 = 4	6,1	0,55	3,36	30,1	6	180,6

В ходе расчёта было выявлено, что $180,6 < 200$, следовательно, условие $\Sigma Rl < \Delta P_{доп}$ выполняется.

7 АВТОМАТИЗАЦИЯ

Основная задача автоматики – обеспечить энергетический и гидравлический баланс теплогенерирующих устройств с обеспечением оптимального КПД, а также минимального потребления газа и электрической энергии. Также система автоматизации решает вопросы безопасной эксплуатации технических устройств, уменьшает загрязнение атмосферы, позволяет контролировать различные технологические процессы.

В нашем случае автоматика позволяет поддерживать заданные гидравлические и тепловые параметры в системах отопления и горячего водоснабжения.

В котельной находятся два котла (газовый и электрический) с отдельными щитами управления. Газовый котёл имеет дисплей на жидких кристаллах, на который выводятся данные о текущем состоянии, режимах работы и ошибках. Котёл работает в паре с бойлером ГВС по режиму приоритета. При понижении температуры в бойлере ниже 45 градусов отключается насос на систему отопления и тёплого пола, запускается насос на загрузку бойлера, а сам котёл выводится в режим максимальной теплоотдачи. При достижении температуры в 60 градусов насос загрузки бойлера отключается, включаются насосы на отопление и тёплого пола.

В случае аварийной ситуации котёл отключается с выводом номера ошибки на жидкокристаллический дисплей. Для предотвращения последствий данного отключения предусмотрен электрический котёл, работающий по датчикам температуры воды и внутреннего воздуха.

Отопительная система дома после установки модуля внутренней температуры может функционировать в режиме высокой температуры днём и снижать температуру ночью до установленных значений.

Контроллер оперирует данными от датчиков внутреннего и наружного воздуха и в зависимости от выбранного способа регулирования (по возмущениям или по отклонениям) увеличивает и уменьшает свою мощность.

Режим по возмущению с датчиком температуры наружного воздуха. Настройка данного режима, а именно, выбор наклона «эквитермической» кривой котла и ее параллельного смещения допустим только в том случае, когда к котлу подключен наружный датчик температуры. Величина температуры отопления в данном случае регулируется в соответствии с выбранной кривой и актуальной температурой наружного воздуха, снятой датчиком. Заданная на котле температура отопления при регулировании данным способом не учитывается (исключение - «летний режим», который имеет приоритет).

Установка угла наклона кривой осуществляется нажатием кнопки MODE до тех пор, пока на дисплее не появится изображение параметра «E». С помощью кнопки «+» устанавливается требуемый угол наклона кривой с фиксацией значения нажатием кнопки MODE.

Параллельное смещение кривой выполняется путем нажатия кнопки MODE до тех пор, пока на дисплее не отобразится изображение параметра «P». При этом лампочка в верхнем левом углу дисплея начнет мигать. Используя кнопки «+», устанавливается требуемое положение кривой.

8 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

8.1 Определение объема выполняемых работ

Расчёт объемов строительно-монтажных работ производится по чертежам дипломного проекта и сводится в таблицу 8.1.

Таблица 8.1 - Объём строительных и монтажных работ

№ п/п	Наименование работ	Ед.изм	Объём работ		Итого
			I	II	
1	2	3	4	5	6
1	Разметка мест прокладки трубопроводов	100 м	1	10,80	11,80
2	Сверление отверстий в кирпиче в бетоне	100 отв	0,180 0,20	0,310 0,180	0,490 0,380
3	Установка креплений регистра	шт		18	18
4	Прокладка трубопроводов металлопластиковых Ø16 полипропиленовых Ø20 – 32 канализации Ø50 – 110 стальные Ø32	м	100 80,50	500,0 580,0 22,0	1180,0 80,50 22,0
5	Соединение стальных труб	шт			5
6	Первичное гидравлическое испытание труб на прочность и плотность металлопластиковые Ø16 полипропиленовые Ø20 – 32 канализации Ø50 – 110 стальные Ø32	м			1180,0
7	Установка санитарно-технических приборов Мойка Умывальник Ванна Унитаз Бидэ Душ кабина	шт	1 4 1 3 2 2		11,0
8	Установка арматуры (смесителей)	шт	8		8
9	Установка шарового крана	шт	6	6	12
10	Монтаж водомерного узла	шт	1		1
11	Установка регулятора давления	шт	1		1
12	Установка кронштейнов для радиаторов	шт		120	120
13	Навешивание радиаторов	шт		30	30
14	Установка воздушного крана	шт			30
15	Монтаж котла	шт			1

Продолжение таблицы 8.1

16	Установка расширительного бака	шт			1
17	Монтаж узла управления	шт			1
18	Окончательное испытание: труб систем отопления ГВ, ХВ, К, ТП, радиаторов	м шт			1180,0 100,0 30
19	Испытание котла	шт			1

8.2 Определение трудоёмкости выполняемых работ

Затраты труда устанавливаются едиными нормами и правилами. Трудозатраты устанавливаются в размерности человеко-часов и определяются по формуле:

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

где $H_{вр}$ - норма времени на единицу объёма выполняемых работ;

V - объём работ, дни;

8,2 – время продолжительности смены, час.

Результат расчёта трудоёмкости рабочих сводится в таблицу 8.2.

Таблица 8.2 – Трудоёмкость работ

Наим.работ.	Един. изм.	№ ЕНиРа	Нормы времени		Труд-ть						Сумма	
					Система В1,К1 Т3, Т4.			Системы Отопления и теп- лого пола				
			Чел.- час	Маш.- час	Объем.	Чел.- дн	Маш.- смен	Объем	Чел.-дн	Маш.- смен	Чел.-дн	Маш.-смен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Нанесение разметки для прокладки труб	100 м	Е9.1-1	1,20	-	1	0,150	-	10,80	1,580	-	1,730	-
Состав звена: МОНТАЖНИК ВНУТР. САН-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ 6 разр. – 1чел												
2. Пробивка от- верстий: кирпич бетон	100 отв.	Е9.1-46	9,00 14,00	- -	0,180 0,20	0,20 0,340	- -	0,310 0,180	0,340 0,310	- -	0,540 0,650	- -
Состав звена: МОНТАЖНИК ВНУТР. САН-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ 3разр. – 1 чел												
3. Спайка труб	1соед	Е22.2-2	0,050	-	-	-	-	5	0,030	-	0,030	
Состав звена: электросварщик ручной сварки 4р. – 1чел												
4. Монтаж креп- лен.	1 шт	Е9.1-2	0,020	-	-	-	-	18	0,040	-	0,040	-
Состав звена: МОНТАЖНИК ВНУТР. САН-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ 4 разр. – 1чел												
5. Прокладка трубопр-в Отоп ГорВ, ХолВ Канализ.	1 м	Е9.1-2	0,210	-	100,0 80,50	2,560 2,060	-	1080	27,660	-	32,280	
Состав звена: МОНТАЖНИК ВНУТР. САН-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ 4 разр. – 1чел												
6. Сварка труб	1 стык	Е22.2-2	0,06	-	-	-	-	5	0,040	-	0,040	
Состав звена: электросварщик ручной сварки 4разр. – 1чел												
7. Первое испы- тание труб	100 м	Е9.1-18	5,30	-	1,850	1,20	-	10,80	6,980	-	8,180	
Состав звена: электросварщик ручной сварки 4разр. – 1чел												

Продолжение таблицы 8.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8. Установка сан. приборов:	1приб.	Е9.1-16										
ванна			1,50	-	1,0	0,180	-				0,180	-
умывальник			0,990	-	4,0	0,480	-				0,480	-
мойка			0,960	-	1,0	0,120	-	-	-		0,120	-
унитаз			0,410	-	3,0	0,150	-			-	0,150	-
смыв.бачок			0,470	-	2,0	0,110	-				0,110	-
Состав звена: МОНТАЖНИК ВНУТР. САН-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ 4разр. – 5 чел												
9. Установка шар. крана	1кран	Е9.1-40	0,330	-	6,0	0,240	-	6,0	0,240	-	0,480	-
Состав звена: МОНТАЖНИК ВНУТР. САН-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ 4разр. – 1чел; 3разр. – 1чел												
10. Установка арматур:	1шт	Е9.1-18										
смесит. для мойки			0,240	-	1,0	0,230	-		-		0,230	-
душевая труба			0,540	-	3,0	0,130	-	-		-	0,130	-
Состав звена: МОНТАЖНИК ВНУТР. САН-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ 4разр. – 1чел												
11. Монтаж водо-мерн. узла	1уз.	Е9.1-34	1,580	-	1,0	0,380	-	-	-	-	0,380	-
Состав звена: МОНТАЖНИК ВНУТР. САН-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ 5 разр. – 1чел; 4 разр. – 2 чел; 3 разр. – 1чел												
12.Монтирование регулятора дав-я	1пр-р	Е9.1-38	2,80	-	10	0,340	-	-	-	-	0,340	-
Состав звена: МОНТАЖНИК ВНУТР. САН-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ 5 разр. – 1чел; 4 разр. – 1 чел; 3 разр. – 1чел												
13. Монтирование кронштейнов для радиаторов	1рад-р	Е9.1-12	0,340	-	-	-	-	120,0	4,980	-	4,980	-
Состав звена: МОНТАЖНИК ВНУТР. САН-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ 4 разр. – 2 чел												
14. Установка радиаторов	1 рад-р	Е9.1-12	0,0810	-	-	-	-	30,0	0,2960	-	0,2960	-
Состав звена: МОНТАЖНИК ВНУТР. САН-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ 5 разр. – 1чел; 4 разр. – 1 чел; 3 разр. – 1чел												

Продолжение таблицы 8.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
15. Сборка котла	1 котел	E9.1-23	2,70	-	-	-	-	1	0,30	-	0,30	-	
Состав звена: МОНТАЖНИК ВНУТР. САН-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ 6 разр. – 1 чел; 5 разр. – 1чел; 4 разр. – 2 чел; 3 разр. – 2чел													
16. Монтаж расшир. бака	1 бак	E9.1-31	2,10	-	-	-	-	1,0	0,260	-	0,260	-	
Состав звена: МОНТАЖНИК ВНУТР. САН-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ 4 разр. – 1чел; 3 разр. – 1чел													
17. Монтрование узла управления и автоматики:	1 пр-р												
монтаж насоса		E9.1-37	2	-				3,0	0,730	-	0,730	-	
монтаж шар. крана		E9.1-40	0,330	-				16,0	0,640	-	0,640	-	
монтаж ф-ра		E9.1-38	1,70	-	-	-	-	2,0	0,810	-	0,810	-	
монтаж термом.		E9.1-22	0,540	-				1,0	0,07	-	0,07	-	
монтаж маном.		E9.1-22	0,280	-				7,0	0,030	-	0,030	-	
Состав звена: МОНТАЖНИК ВНУТР. САН-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ 5 разр. – 4 чел; 4 разр. – 5 чел; 3 разр. – 7чел													
18. Заключительное испытание:													
труб на прочн. радиаторов	100 м	E9.1-18	2,30	-	1,0	0,280	-	10,8	3,03	-	3,10	-	
	1 рад-р	E9.1-18	0,110	-	-	-	-	30,0	0,40	-	0,40	-	
Состав звена: МОНТАЖНИК ВНУТР. САН-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ 6 разр. – 2 чел; 5 разр. – 1 чел													
19. Проверка котла	1 котел	E 9-1-24	4,680	-	-	-	-	1	0,57	-	0,57	-	
Состав звена: МОНТАЖНИК ВНУТР. САН-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ 6 разр. – 1 чел; 4 разр. – 1 чел													
											Σ	58,49	68,72
											Затраты на подготовительные работы – 5 %	2,92	
											Затраты на пусконаладочные работы – 2,5 %	1,46	
											Затраты на не учтенные работы – 10 %	5,85	

8.3 Ведомость основных и вспомогательных материалов

Исходя из объемов производимых работ, определяется потребность в материалах, оборудовании и деталях. Результат представлен в таблице 8.3.

Таблица 8.3 – Потребность в материалах, оборудовании и изделиях

№ п/п	Наименов.	Един. изм	Кол-во	Примечание
1	2	3	4	5
1.	Котельный агрегат	шт.	1	
2.	Расширительный бачок	шт.	1	
3.	Бойлер косвенного нагрева	шт.	1	
4.	Трубы: Ø16 Ø20 Ø25 Ø32 Ø50	м	1030,0 214,0 12,0 2,0 5,0	
5.	Крепления	шт.	48	
6.	Пластиковый фиксатор	шт.	100	
7.	Отвод на 90 Ø20 Ø25 Ø32 Ø40 Ø50 Ø110	шт.	88 108 10 4 4 6	
8.	Тройники 25x20x25 32x20x32 Ø20 Ø25 Ø32 110/110 50/50 110/50	шт.	51 14 16 22 6 8 1 5	
9.	Распределительный коллектор Ø110	шт.	1	
10.	Клапан угловой с термостатической головкой	шт.	62	
11.	Кран шаровой	шт.	46	
12.	Радиатор	шт.	24	

8.4. Карточка-определитель работ и ресурсов сетевого графика

Определение работ и ресурсов сетевого графика представлены в таблице 8.4.

Таблица 8.4 - Определение работ и ресурсов сетевого графика

№ п/п	Наименование работ	Захватки	Ед. изм.	Характеристика работ			Исполнители		Кол-во смен
				V	прод., дн	Q	Кол-во	Профессия	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Нанесение разметки для прокладки труб	1и2	100м	11,8	2	1,73	1	6р.	1
2	Пробивка отверстий	1и2	100отв	0,87	2	1,19	1	3р.	1
3	Спайка труб	2	1соед	5	0,5	0,3	1	4р	1
4	Монтаж креплений	2	1шт	18	0,5	0,04	1	4р	1
5	Прокладка трубопр-в	1и2	1м	1260,5	33	32,28	1	4р	1
6	Сварка труб	2	1стык	5	0,5	0,04	1	4р	1
7	Установка сан. приборов	1	1приб	11	1,5	1,04	5	4р-5ч	1
8	Установка шаровых кранов	1	1кран	6	0,5	0,25	2	4р-1ч, 3р-1ч	1
9	Установка арматур	1	1шт.	4	0,5	0,36	1	4р	1
10	Монтаж водомерн. узла	1	1уз	1	0,5	0,38	4	5р – 1ч; 4р. – 2 ч; 3р. – 1ч	1
11	Монтирование регулятора давл-я	1	1приб	10	0,5	0,34	3	5р – 1ч; 4р. – 1 ч; 3р. – 1ч	1
12	Монтирование кронштейнов для радиаторов	2	1рад	120	5	4,98	2	4р-2ч	1
13	Установка ра-диаторов	2	1рад	30	0,5	0,296	3	5р – 1ч; 4р. – 1 ч; 3р. – 1ч	1
14	Сборка котла	2	1шт	1	0,5	0,3	6	6р. – 1 ч; 5р. – 1ч; 4р. – 2 ч; 3р. – 2ч	1
15	Монтаж расшир. Бака	2	1бак	1	0,5	0,26	2	4р-1ч, 3р-1ч	1
16	Монтирование узла управления и автоматики	2	1приб	29	3	2,28	16	5р – 4ч; 4р. – 5ч; 3р. – 7ч	1
17	Заключительное испытание	1и2	100м	40,8	3,5	3,43	3	6р. – 2 ч; 5р. – 1 ч	1
18	Проверка котла	1	1шт	1	1	0,57	2	6р. – 1 ч; 4р. – 1 ч	1
19	Сдача в эксплуатацию				1		2	рабочий	1

Продолжительность работ составляет 57 дней.

9 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

9.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

В данной работе разрабатывается монтаж системы отопления индивидуального жилого дома, который располагается в Самарской области, с.п. Подстепки. Жилой дом характеризуется технологическим паспортом, представленным в таблице 9.1.

Таблица 9.1. - Технологический паспорт технического объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наим. должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	2	3	4	5	6
1	Монтаж сантехнических систем	Пайка полипропиленовых труб	Монтажник внутренних санитарно-технических систем	Аппарат для пайки полипропиленовых труб Набор насадок для паяльника Кольцевой резчик Фаскосниматель	Труба полипропиленовая
2		Измерительные и разметочные работы		Метр складной металлический Отвес-рулетка СТД-972/2 Уровень металлический ГОСТ 9419-76	
3		Устройство отверстий		Перфоратор	Пика, бур.
4		Опрессовка труб		Пресс гидравлический	Вода

Рабочим местом являются участки, на которых осуществляется установка системы отопления. На начальном этапе работ помещение, отведенное под котельную, используется как склад для хранения оборудования, строительных материалов.

9.2 Идентификация профессиональных рисков

В ходе совершения технологических процессов могут возникнуть опасные или вредные факторы, воздействие которых зачастую приводят к травмам, заболеваниям, снижению трудоспособности рабочих.

В таблице 9.2 приведены опасные и вредные производственно-технологические факторы, а также их источники согласно [21].

Таблица 9.2 – Идентификация профессиональных рисков

№	Производственно-технологич. и/или эксплуатационно-технологич.операция, виды выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
1	2	3	4
1	Пайка полипропиленовых труб	Повышенные температуры поверхностей оборудования или материалов	Паяльник, насадки паяльника
		Повышенное значение напряжения в электрической цепи замыкание которой может пройти через тело человека.	Замыкание оборудования, подключенного к электрической цепи
		Недостаток естественного и искусственного освещения	Плохо освещенные помещения
2	Устройство отверстий	Повышенная запыленность	Пыль Замкнутое не проветриваемое пространство
		Повышенное значение напряжения в электрической цепи замыкание которой может пройти через тело человека.	Электроприборы
		Недостаток естественного и искусственного освещения	Плохо освещенные помещения
		Повышенный уровень шума на рабочем месте	Электроприборы
3	Погрузка/разгрузка элементов системы отопления, монтаж элементов системы	Динамические физические перегрузки	Движущиеся машины, инструмент при неправильной эксплуатации

9.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Рабочие должны соблюдать требования безопасности для обеспечения их защиты от вредных и опасных воздействий производственных факторов.

Существует ряд средств и методов, которые направлены на снижение и предотвращение профессиональных рисков в ходе проведения работ по монтажу санитарно-технического оборудования.

Результаты проведенных работ отображены в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Организационно-технические методы и техническое снижение негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технич. средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
	Повышенная температура поверхностей оборудования или материалов	Выставление экранов	Спец. одежда, перчатки
	Движущиеся детали механизмов	Предупредительные надписи, плакаты	Защитные очки
	Повышенное значение напряжения в электроцепи замыкание которой может пройти через тело человека	Выполнение заземлений, изоляция проводов	Респиратор
	Недостаток искусственного и естественного освещения	Организация временного искусственного освещения	Перчатки с полимерным покрытием
	Повышенный уровень шумов на рабочем месте	Эксплуатация средств индивидуальной защиты от шума	Костюм от общих загрязнений
	Повышенная запыленность	Систематический контроль запыленности в зоне дыхания, проветривание помещения	Ботинки кожаные с жестким подноском
			Наушники или беруши

9.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

9.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Основными потенциальными источниками возникновения пожара при монтаже отопительной системы служит оборудование, подключаемое в электрическую цепь.

Для данного вида работ была проведена идентификация опасных факторов пожара по осуществляемому процессу монтажа. Все данные сведены в таблицу 9.4.1.

Таблица 9.4.1 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Индивидуальный жилой дом	Аппарат для пайки труб	Е	Повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения	Замыкание высоко-го электрического напряжения на токопроводящие части технологического оборудования
2		Перфоратор			

9.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности заданного технического объекта

В данном подразделе был выполнен анализ и подбор организационно-технических методов и технических средств, которые применяются для снижения риска возникновения и предотвращения пожаров на объекте (табл.9.4.2).

Таблица 9.4.2 - Технические средства обеспечения ПБ

Первич. средства пожаротушения	Мобильн. средства пожаротушения	Стацион. установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушитель, песок, вода	Пожарные автомобили	Пожарные гидрант	Сигнализация задымления	Огнетушители	Пути эвакуации Средства индивидуальной защиты органов дыхания	Лом, топор, ведро, клещи, лопата, багор	01 или 112

9.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

Организационные противопожарные мероприятия осуществляется согласно [23] и подразумевают под собой: обучение рабочих правилам ПБ, использование инструкций о правилах работы с различными пожароопасными установками и материалами, организация эвакуации людей и т.д. (табл.9.4.3).

Таблица 9.4.3 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
Монтаж полипропиленовых труб	Защита технологических процессов с помощью установок пожаротушения Управление эвакуацией людей при пожаре Обучение рабочих правилам ПБ	Работа в специально отведенном месте, выполнение требований пожарной безопасности, доступ к аварийному отключению оборудования

9.5. Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Жилой дом является экологически чистым объектом с точки зрения обеспечения экологической безопасности.

В ходе процесса монтажа системы отопления, в частности, процесса пайки полипропиленовых труб при использовании специального паяльника в воздух помещения выделяется некоторое количество паров и газов, которые удаляются через открытые оконные проёмы и рассеиваются в атмосфере.

В данных выбросах концентрация вредных веществ не превышает предельно-допустимую, согласно [24], поэтому негативного влияния на окружающую среду не оказывается (табл.9.5.1).

Таблица 9.5.1 - Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Наименов. тех.объекта, производственно-технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, производственно-технологического процесса, энергетической установки, транспортного средства и т.п.	Негативное экологическое воздействие тех.объекта на атмосферу (выбросы в воздушную окружающую среду)	Негативное экологическое воздействие тех.объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Негативное экологическое воздействие тех.объекта на литосферу (почву, растительный покров, образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
1	2	3	4	5
Монтаж систем отопления	Процесс пайки полипропиленовых труб	Нет	Нет	Нет

Мероприятия, разработанные для снижения негативного воздействия на окружающую среду представлены в таблице 9.5.2

Таблица 9.5.2 - Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Монтаж системы отопления
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Остаточные обрезки труб собираются и сдаются в пункт приема
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Не предусмотрено
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Не предусмотрено

9.6. Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» выпускной квалификационной работы бакалавра

Жилой дом по структуре и месторасположению не является антропогенным источником для данного населенного пункта, т.к. работы производятся в здании, и не влияют на изменение ландшафтов и загрязнений окружающей среды, а оборудования не имеет большого количества вредных выделений в атмосферу.

Так же, существует ряд мер, которые позволяют снизить степень загрязнения окружающей среды.

Монтаж системы отопления оказывает незначительные воздействия на окружающую среду, однако, необходимо предусмотреть такие мероприятия как:

- усовершенствование тех.процессов, направленное на снижение вредных выбросов, герметизация рабочего оборудования, утилизация отходов производства;

- временные сточные воды отводятся в септик из которого они периодически вывозятся на сооружения очистки сточных вод;

- отходы из полипропилена относят к V классу (Приказ МПР РФ от 30.07.2003 N 663). Трубы складировуют в отдельные контейнеры и вывозят на завод-производитель и отправляют на переработку.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Бакалаврская работа выполнена в соответствии с утвержденным заданием по дипломному проектированию и архитектурно-строительных чертежей.

Индивидуальный жилой дом запроектирован в соответствии с нормативными документами.

В проекте проведены: теплотехнический расчёт наружных ограждений и определены потери теплоты через отдельные ограждающие конструкции помещений.

Так же, была запроектирована система отопления, рассчитаны площадь и количество секций отопительных приборов. Разработана система тёплых полов, спроектированы: система естественной вытяжной вентиляции, системы холодного и горячего водоснабжения, система отвода сточных вод (канализация) и произведён расчёт системы газоснабжение котельной установки. Произведен расчёт и подбор требуемого оборудования для котельной дома.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*
2. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях
3. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003
4. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003
5. Малявила Е. Г. Теплотери здания: справочное пособие / Е. Г. Малявина. - М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. - 144с.
6. СНиП 2.04.05-91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование (с Изменениями N 1, 2, 3)
7. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3ч. Ч.1. Отопление/В. Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканава и др.; Под ред. И. Г. Старовойта и Ю. И. Шиллера. - 4-е изд., перераб. И доп.-М.: Стройиздат, 1990.-344 с.: ил.-(Справочник проектировщика)
8. СП 30.13330.2016. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85* (с Поправкой)
9. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3ч. Ч.2. Водопровод и канализация/Ю.Н. Саргин, Л.И. Друскин, И.Б. Покровская и др.; Под ред. И. Г. Старовойта и Ю. И. Шиллера. - 4-е изд., перераб. И доп.-М.: Стройиздат, 1990.-3247 с.: ил.-(Справочник проектировщика)
10. ГОСТ 3262-75. Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3, 4, 5, 6)
11. СП 31-106-2002. Проектирование и строительство инженерных систем многоквартирных жилых домов. ГУП ЦПП, 2003. – 23 с.
12. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий: Учеб. Пособие для вузов/В.П. Титов, Э.В. Сазонов, Ю.С. Краснов, В.И. Новожилов.-М.: Стройиздат, 1985.-208 с.

13. Ионин А.А. Газоснабжение.- М.: Стройиздат, 1989. – 439 с
14. Дикман Л. Г. Организация строительного производства: учеб. для студ. вузов, обучающихся по спец. 290300 "Пром. и гражд.стр-во" / Л. Г. Дикман. - Изд. 5-е, перераб. и доп. ; Гриф УМО. - М. : АСВ, 2006. - 606 с.
15. Хубаев С.-М. К. Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции : учеб. пособие / С.-М. К. Хубаев. - Гриф УМО. - Москва : Изд-во Ассоциации строит. вузов, 2004. - 69 с.
16. Орлов К. С. Монтаж и эксплуатация санитарно-технических, вентиляционных систем и оборудования :учебник / К. С. Орлов. - 5-е изд., стер.; Гриф МО. - М. : Академия, 2008. - 334 с.
17. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.1 / В.Н. Богословский и др.; под ред. Н. Н. Павлова, Ю. И. Шиллера. - 4-е изд., перераб. и доп. . - М: Стройиздат, 1992. - 319 с.
18. Русланов Г.В. Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий : Проектирование: Справочник / Г.В. Русланов, М.Я. Розкин, Э.Л. Ямпольский. - Киев: Будівельник, 1983. - 271 с.
19. Гидравлика, водоснабжение и канализация : [учебник для вузов] / В. И. Калицун и др.. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Стройиздат, 1980. - 359 с.
20. Бабкин В. Ф. Инженерные сети: учеб. пособие / В. Ф. Бабкин, В. Н. Яценко, В. Ю. Хузин. - Воронеж: ВГАСУ: ЭБС АСВ, 2012. - 96 с.
21. ГОСТ 12.0.003 – 74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
22. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. М.: Стандартинформ, 2013.-24 с.
23. ГОСТ Р 12.3.047-2012. Национальный стандарт Российской Федерации. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля
24. ГН 2.1.6.2309-07 Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 2.5 - Теплотехнические характеристики ограждающих конструкций дома

Наименование ограждающей конструкции	Толщина утепляющего слоя, $\delta, м$	Приведенное сопротивление теплопередаче $R_o^{усл}$, $(м^2 \cdot ^\circ C) / Вт$	Коэффициент теплопередачи $k, Вт/(м^2 \cdot ^\circ C)$
Наружная стена здания	0,1	6,023	0,17
Наружная стена подвала	0,05	1,62	0,617
Подземная стена подвала	0,05	3,72	0,269
Крыша гаража	0,1	2,565	0,233
Потолок 2 этажа	0,1	2,78	0,36
Пол по зонам	I зона	2,1	0,476
	II зона	4,3	0,233
	III зона	8,6	0,116
	IV зона	14,2	0,07
Окно	Тройное, в пластиковых переплетах	0,55	1,82
Наружная дверь	Двойная с тамбуром	0,862	1,16

Таблица 2.6 - Расчет тепловых потерь дома

№ пом.	Наим. помещен.	Наим. ограждений.	ориентация	S, м2	k	Δt	Q, Вт	Добавочный коэффициент			Q·п, Вт	Qбыт.	Qинф	Qрасч
								ориент	проч	сумм				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
001	Подсобное	НСп	С	4,83	0,617	48	143,1	0,1	0,05	0,15	164,6			
	помещение	НСп+1з	I зона	13,8	0,269	48	178,1	0	0,05	0,05	187,0			
		НСп	З	9,8	0,617	48	290,4	0,05	0,05	0,1	319,4			
		НСп+1з	I зона	28	0,269	48	361,3	0	0,05	0,05	379,4			
		НСп	Ю	4,83	0,617	48	143,1	0	0,05	0,05	150,3			
		НСп+1з	I зона	13,8	0,269	48	178,1	0	0,05	0,05	187,0			
		НД	С	1,6	1,160	48	89,1	0,1	3,05	3,15	369,7			
		ПОЛ												
		II зона	-	41,6	0,233	48	464,4	0	0	0	464,4			
		III зона	-	25,6	0,116	48	142,9	0	0	0	142,9			
		IV зона	-	9,6	0,070	48	32,5	0	0	0	32,5			
				76,8							2397	0	0	2397
002	Подсобное	НСп	С	5,67	0,617	48	168,0	0,1	0,05	0,15	193,2			
	помещение	НСп+1з	I зона	16,2	0,269	48	209,0	0	0,05	0,05	219,5			
		НСп	В	3,185	0,617	48	94,4	0,1	0,05	0,15	108,5			
		НСп+1з	I зона	9,1	0,269	48	117,4	0	0,05	0,05	123,3			
		ПОЛ												
		II зона	-	17,7	0,233	48	197,6	0	0	0	197,6			
		III зона	-	8,6	0,116	48	48,0	0	0	0	48,0			
				26,3							890	0	0	890
003	Подсобное	НСп	В	6,615	0,617	48	196,0	0,1	0,05	0,15	225,4			
	помещение	НСп+1з	I зона	18,9	0,269	48	243,9	0	0,05	0,05	256,1			
		НСп	С	3,64	0,617	48	107,9	0,1	0,05	0,15	124,0			
		НСп+1з	I зона	10,4	0,269	48	134,2	0	0,05	0,05	140,9			
		ПОЛ												
		II зона	-	21,7	0,233	48	242,2	0	0	0	242,2			
		III зона	-	13,7	0,116	48	76,5	0	0	0	76,5			
		IV зона	-	1,4	0,070	48	4,7	0	0	0	4,7			
				36,8							1070	0	0	1070

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
004	Котельная	НСп	Ю	2,03	0,617	48	60,1	0	0	0	60,1			
		НСп+1з	I зона	5,8	0,269	48	74,8	0	0	0	74,8			
		ОК	Ю	1,2	1,652	48	95,2	0	0	0	95,2			
		ПОЛ												
		II зона	-	4,6	0,233	48	51,3	0	0	0	51,3			
		III зона	-	4,4	0,116	48	24,6	0	0	0	24,6			
		IV зона	-	10,5	0,070	48	35,5	0	0	0	35,5			
				19,5							342	0	948	1290
101	Кухня	НСк	З	19,04	0,166	48	151,7	0,05	0	0,05	159,3			
	столовая	ОК	З	3,496	1,652	48	277,2	0,05	0	0,05	291,1			
		НСк	С	22,72	0,166	48	181,1	0,1	0	0,1	199,2			
		НД	З	1,98	1,160	48	110,2	0,05	3	3,05	446,5			
		ПОЛ		34,2							1096	342	1663	2417
102	Гладильная	НСк	С	8,64	0,166	50	71,7	0,1	0	0,1	78,9			
		ОК	С	2,28	1,652	50	188,3	0,1	0	0,1	207,2			
		ПОЛ		10,53							286	0	533	819
103	Гараж на два	НСк	С	56,49	0,166	42	393,9	0,1	0,05	0,15	453,0			
	места	ОК	С	2,34	1,652	42	162,4	0,1	0,05	0,15	186,7			
		НСк	В	9,69	0,166	42	67,6	0,1	0,05	0,15	77,7			
		НД	В	11,31	1,160	42	551,0	0,1	3,05	3,15	2286,7			
		НСк	Ю	36,876	0,166	42	257,1	0	0,05	0,05	270,0			
		ПТГ	С	69,622	0,390	42	1140,0	0,1	0	0,1	1254,0			
		ПОЛ		49,73							4528	0	0	4528
104	Тамбур	НСк	В	12,672	0,166	48	101,0	0,1	0	0,1	111,1			
		НД	В	2,86	1,160	48	159,2	0,1	3	3,1	652,9			
		ПОЛ		20,36							764	0	990	1754
105	Сан.узел	НСк	В	7,36	0,166	50	61,1	0,1	0	0,1	67,2			
		ОК	В	1,33	1,652	50	109,9	0,1	0	0,1	120,8			
		ПОЛ		6							188	0	304	492

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
106	Кабинет	НСк	В	11,168	0,166	50	92,7	0,1	0,05	0,15	106,6			
		НСк	Ю	17,28	0,166	50	143,5	0	0,05	0,05	150,6			
		ОК	В	2,85	1,652	50	235,4	0,1	0,05	0,15	270,7			
		ПОЛ		10,53							528	105	533	956
107	Лк холл	НСк	В	11,84	0,166	48	94,4	0,1	0,05	0,15	108,5			
		НСк	Ю	21,76	0,166	48	173,4	0	0,05	0,05	182,1			
		НСк	З	11,84	0,166	48	94,4	0,05	0,05	0,1	103,8			
		ОК	Ю	3,825	1,652	48	303,3	0	0,05	0,05	318,5			
		Пт	-	30	0,360	48	518,0	0	0,05	0,05	543,9			
		ПОЛ		23,7							1257	0	0	1257
108	Гостиная	НСк	Ю	22,72	0,166	50	188,6	0	0,05	0,05	198,0			
		ОК	Ю	2,85	1,652	50	235,4	0	0,05	0,05	247,2			
		НСк	В	26,56	0,166	50	220,5	0,1	0,05	0,15	253,6			
		ОК	В	6,992	1,652	50	577,5	0,1	0,05	0,15	664,2			
		ПОЛ	-	48,55							1363	486	2459	3337
201	Спальня	НСк	З	16,533	0,166	50	137,2	0,05	0,05	0,1	151,0			
		ОК	З	3,128	1,652	50	258,4	0,05	0,05	0,1	284,2			
		НСк	С	23,43	0,166	50	194,5	0,1	0,05	0,15	223,7			
		ОК	С	2,55	1,652	50	210,6	0,1	0,05	0,15	242,2			
		Пт	-	27,9	0,360	50	501,8	0	0	0	501,8			
		ПОЛ		27,9							1403	279	1413	2537
202	Сан.узел	НСк	С	8,91	0,166	50	74,0	0,1	0	0,1	81,4			
		ОК	С	2,04	1,652	50	168,5	0,1	0	0,1	185,4			
		Пт	-	10,12	0,360	50	182,0	0	0	0	182,0			
		ПОЛ		10,12							449	0	0	449

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
203	Гардеробная	НСк	В	11,913	0,166	50	98,9	0,1	0,05	0,15	113,7			
		ОК	В	1,275	1,652	50	105,3	0,1	0,05	0,15	121,1			
		НСк	С	17,82	0,166	50	147,9	0,1	0,05	0,15	170,1			
		Пт	-	13,95	0,360	50	250,9	0	0	0	250,9			
		ПОЛ		13,95							656	0	0	656
204	Спальня	НСк	С	7,689	0,166	50	63,8	0,1	0,05	0,15	73,4			
		НСк	З	17,325	0,166	50	143,8	0,05	0,05	0,1	158,2			
		НСк	Ю	7,689	0,166	50	63,8	0	0,05	0,05	67,0			
		ОК	З	2,55	1,652	50	210,6	0,05	0,05	0,1	231,7			
		Пт	-	37,5	0,360	50	674,5	0	0	0	674,5			
		ПОЛ		37,5							1205	375	1899	2729
205	Сан.узел	НСк	В	13,86	0,166	50	115,1	0,1	0,05	0,15	132,3			
		ОК	В	2,55	1,652	50	210,6	0,1	0,05	0,15	242,2			
		НСк	Ю	17,82	0,166	50	147,9	0	0,05	0,05	155,3			
		Пт	-	16,65	0,360	50	299,5	0	0	0	299,5			
		ПОЛ		16,65							829	0	0	829
206	Спальня	НСк	Ю	23,43	0,166	50	194,5	0	0,05	0,05	204,2			
		ОК	Ю	2,55	1,652	50	210,6	0	0,05	0,05	221,2			
		НСк	З	14,421	0,166	50	119,7	0,05	0,05	0,1	131,7			
		ОК	З	3,128	1,652	50	258,4	0,05	0,05	0,1	284,2			
		Пт	-	23,9	0,360	50	429,9	0	0	0	429,9			
		ПОЛ		23,9							1271	239	1211	2243
207	Спальня	НСк	З	15,906	0,166	50	132,0	0,05	0	0,05	138,6			
		ОК	З	3,128	1,652	50	258,4	0,05	0	0,05	271,3			
		Пт	-	24,35	0,360	50	437,9	0	0	0	437,9			
		ПОЛ		24,35							848	244	1233	1838
													Итого	32487

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

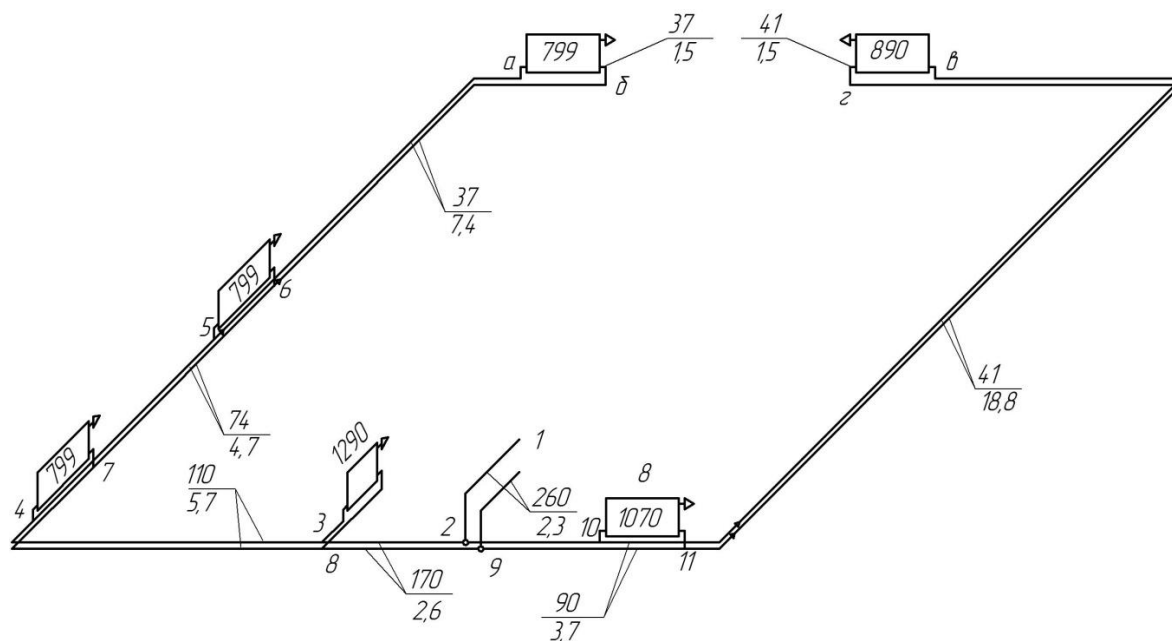


Рисунок 3.1 - Расчётная схема двухтрубной системы отопления, ветвь А

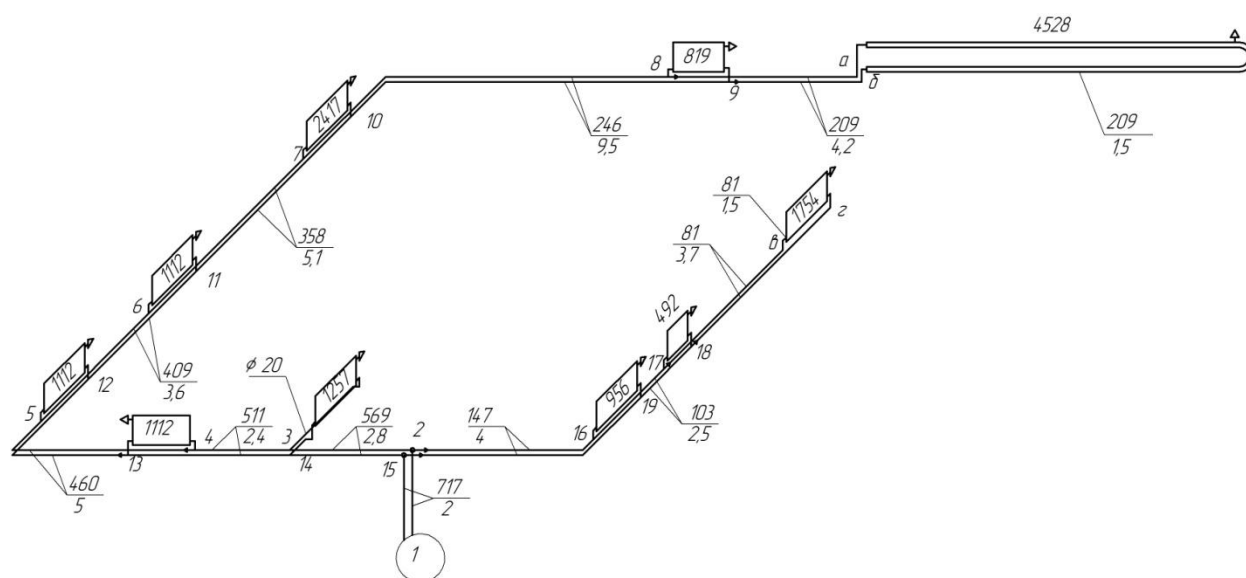


Рисунок 3.2 - Расчётная схема двухтрубной системы отопления, ветвь Б

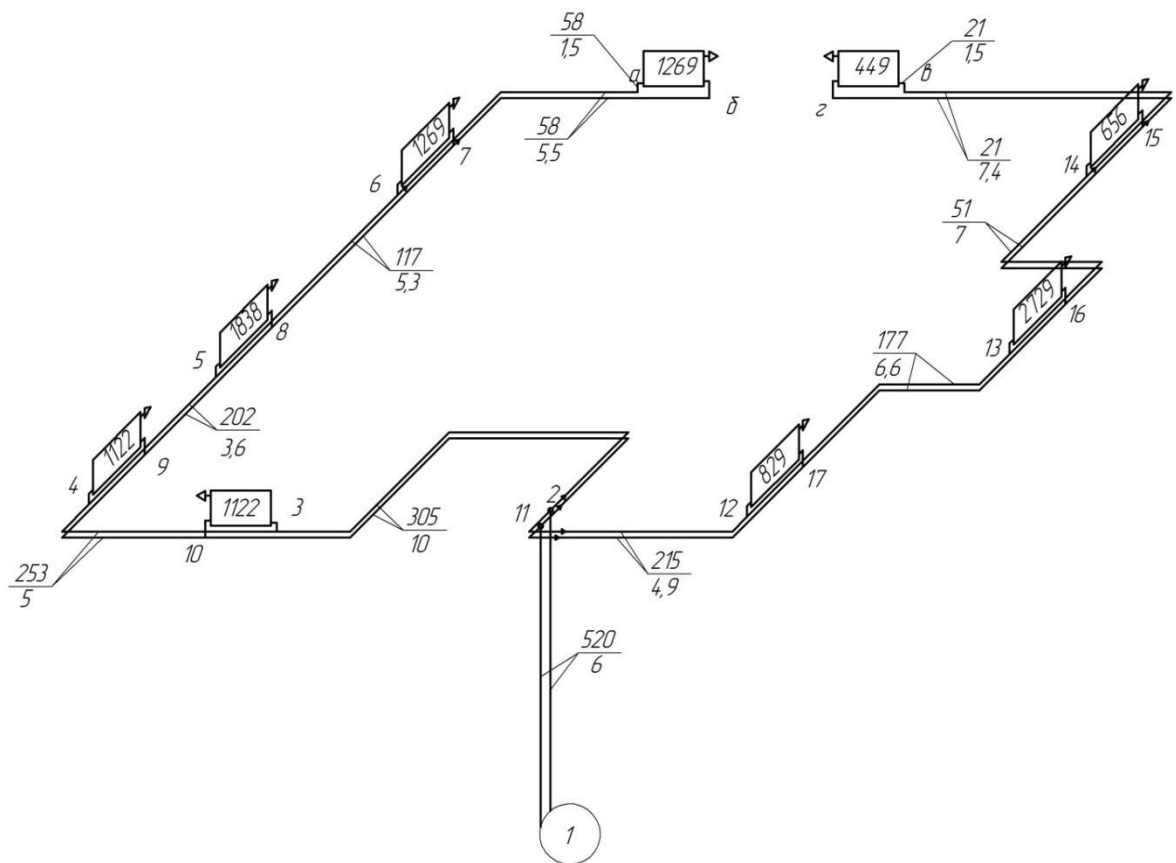


Рисунок 3.3 - Расчётная схема двухтрубной системы отопления, ветвь В

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Ветвь А левое крыло

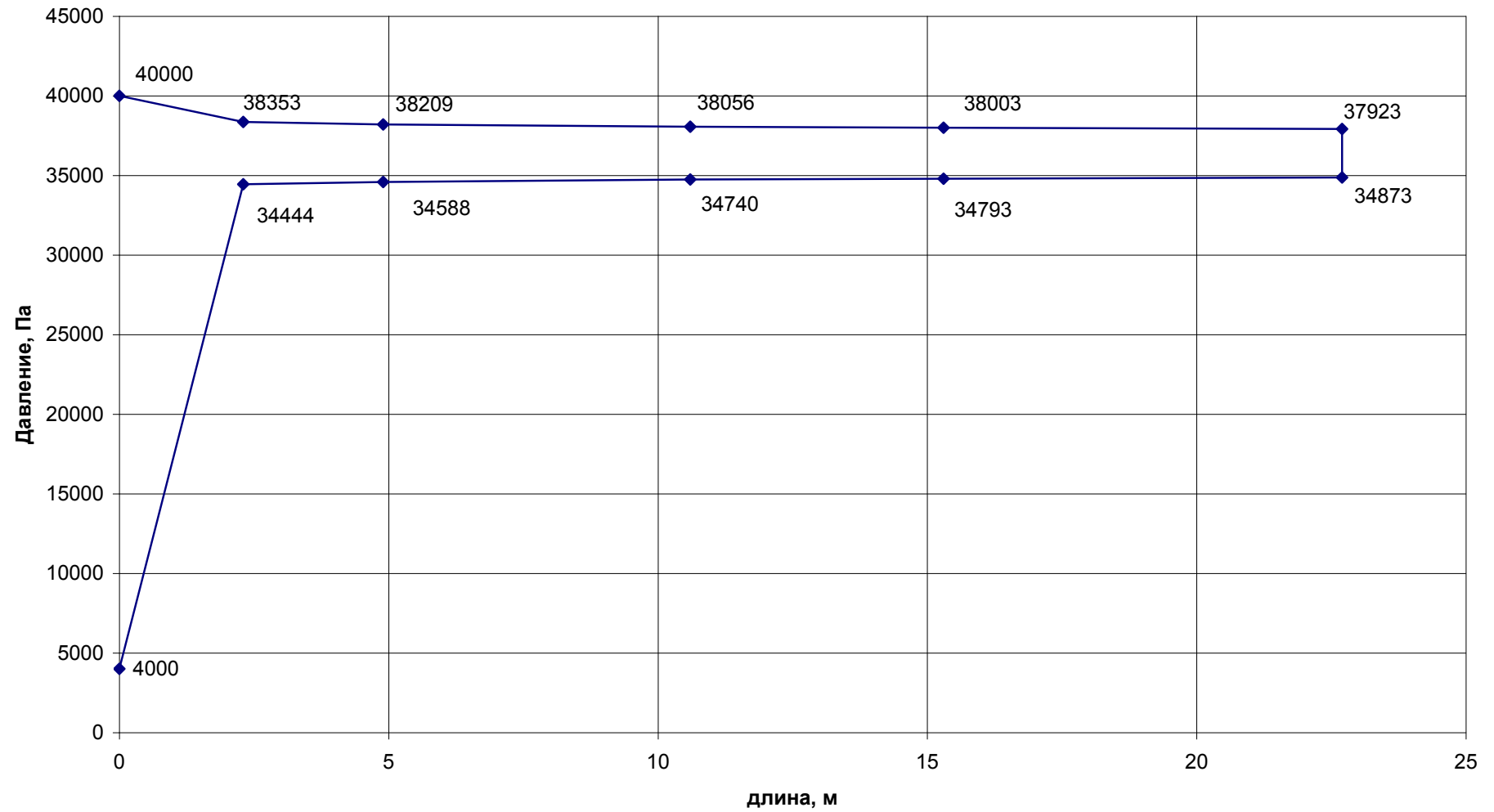


Рисунок 3.6 - Эпюра потери давления в двухтрубной системе отопления, ветка А(л)

Ветвь А правое крыло

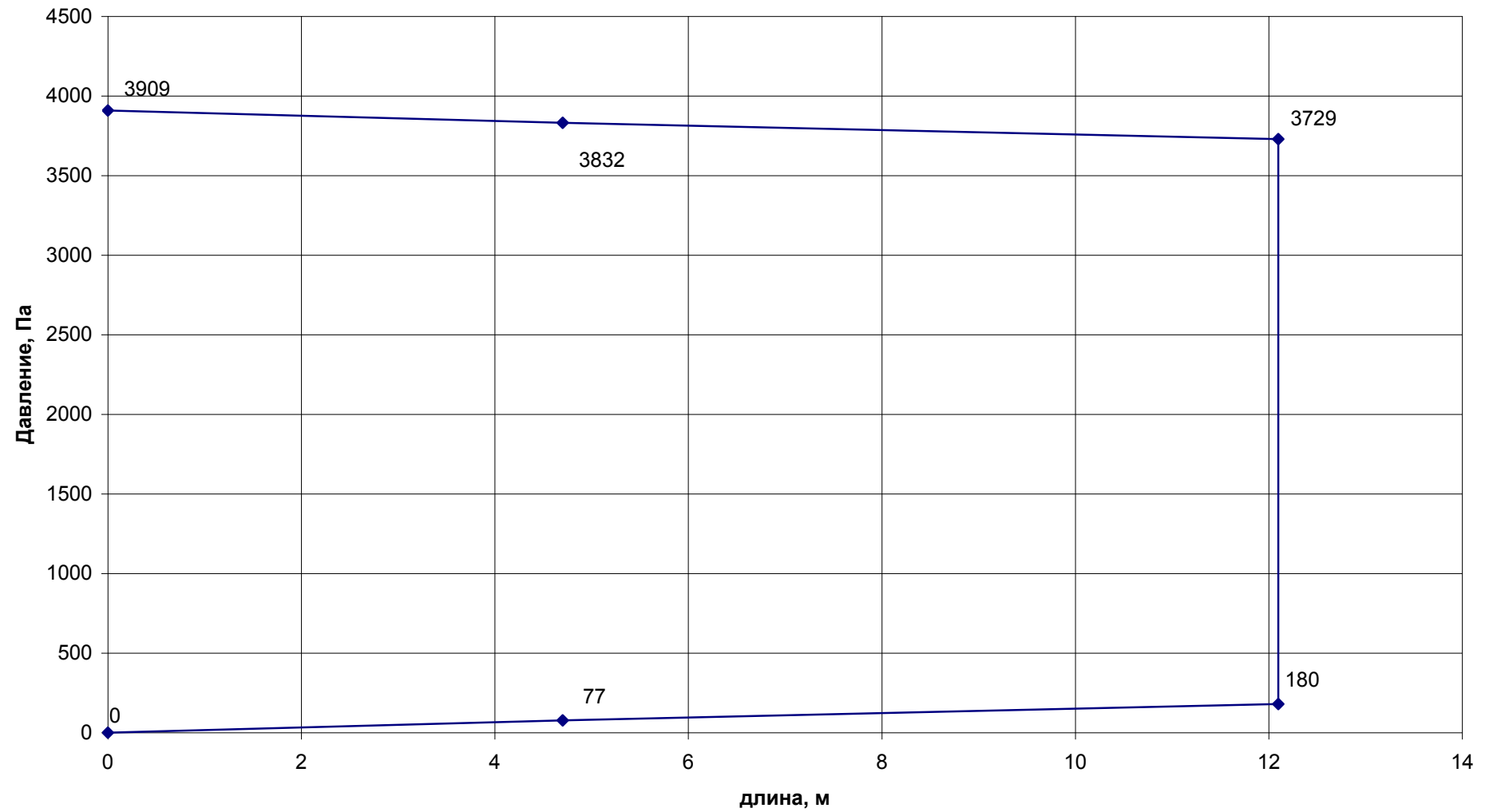


Рисунок 3.7 - Эпюра потери давления в двухтрубной системе отопления, ветка А(п)

Ветвь Б левое крыло

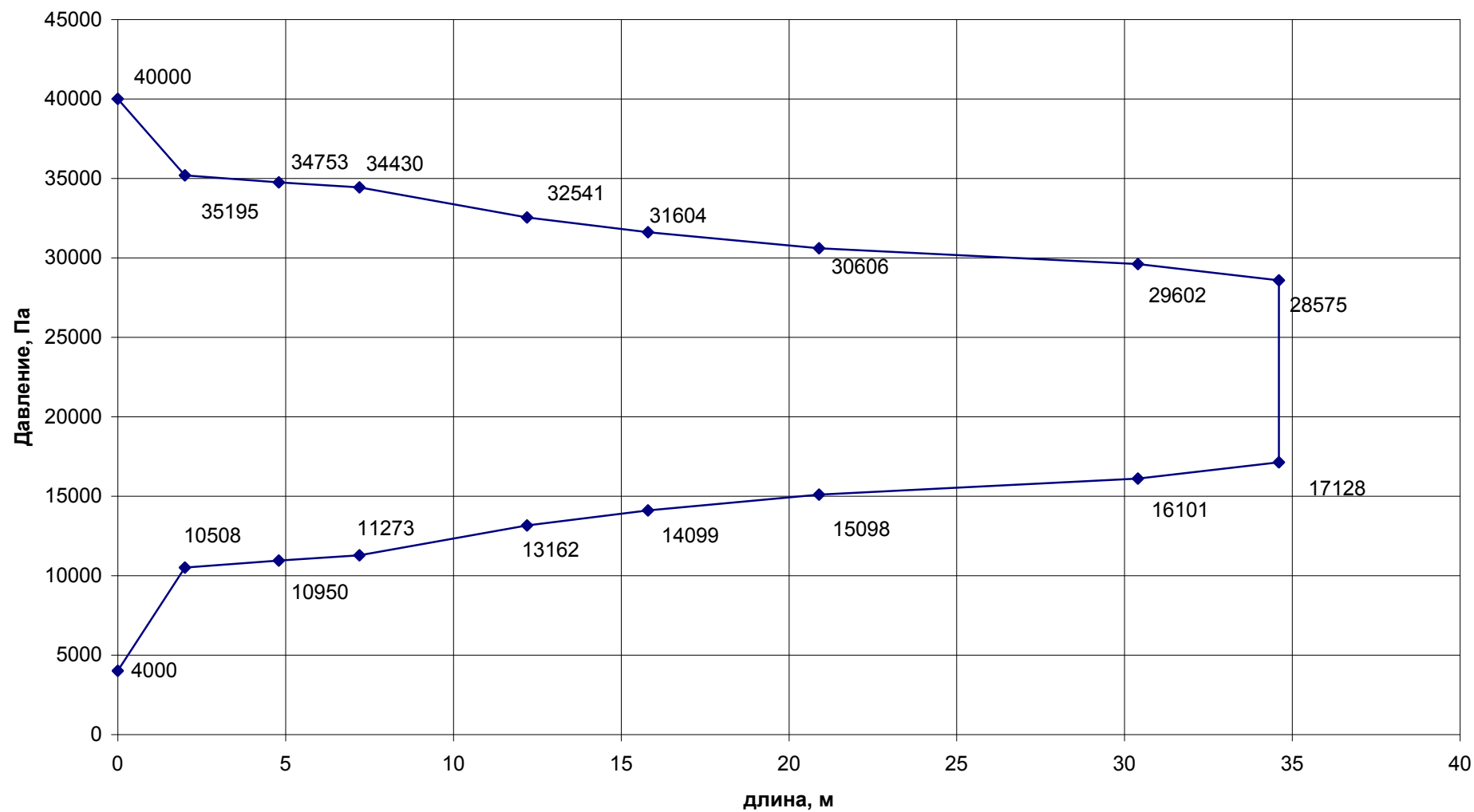


Рисунок 3.8 - Эпюра потери давления в двухтрубной системе отопления, ветка Б(л)

Ветвь Б правое крыло

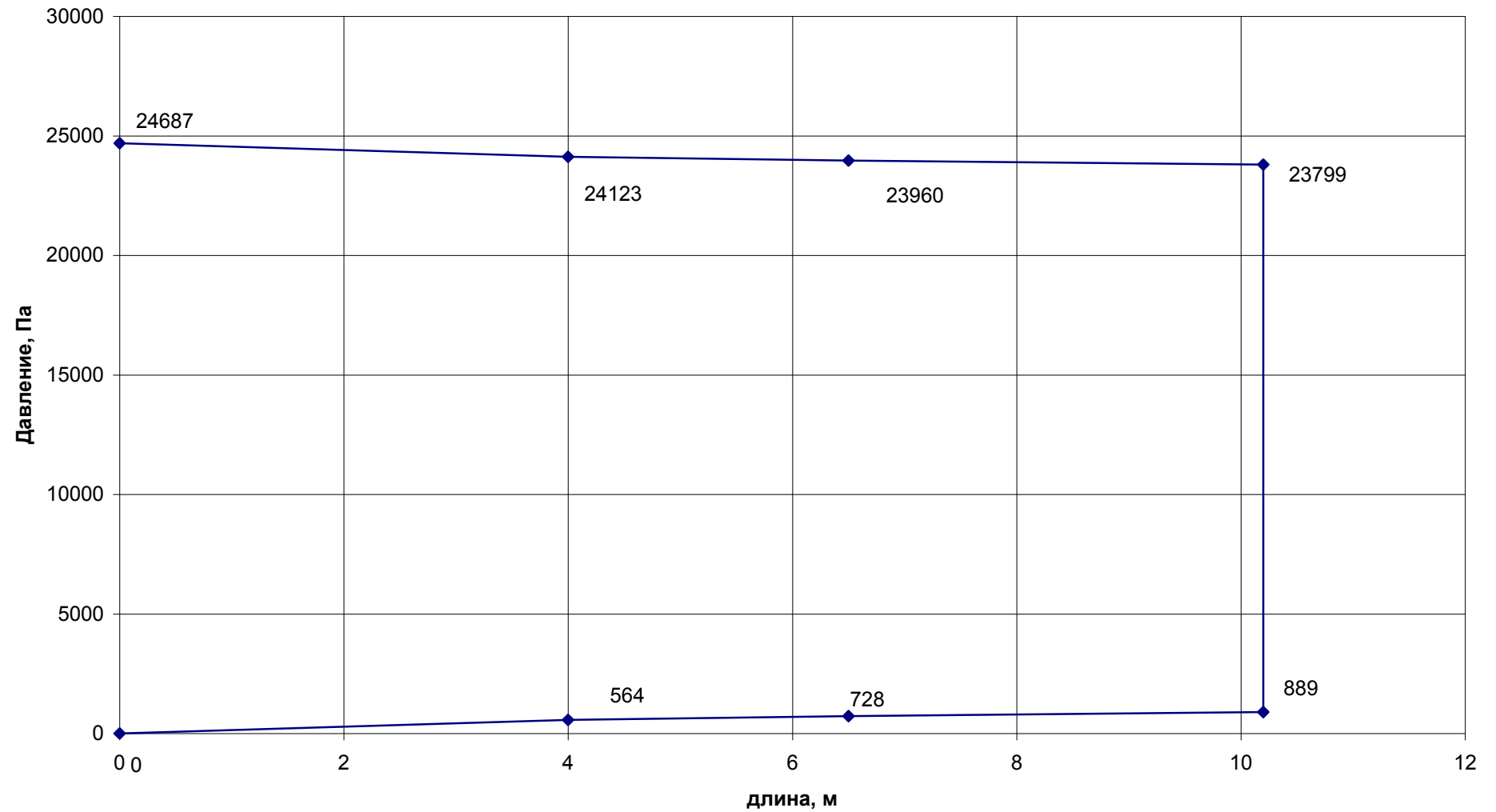


Рисунок 3.9 - Эпюра потери давления в двухтрубной системе отопления, ветка Б(п)

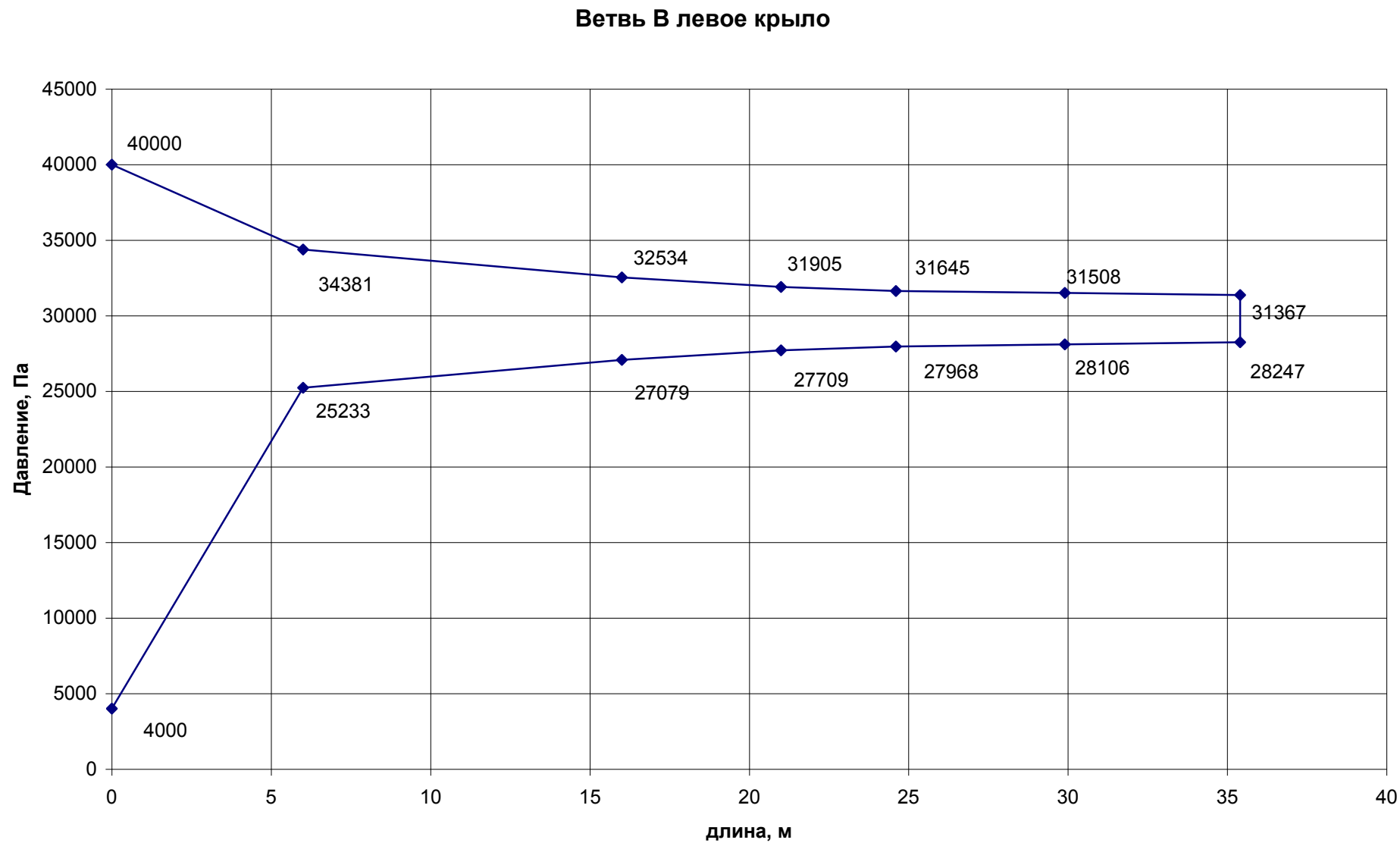


Рисунок 3.10 - Эпюра потери давления в двухтрубной системе отопления, ветка В(л)

Ветвь В правое крыло

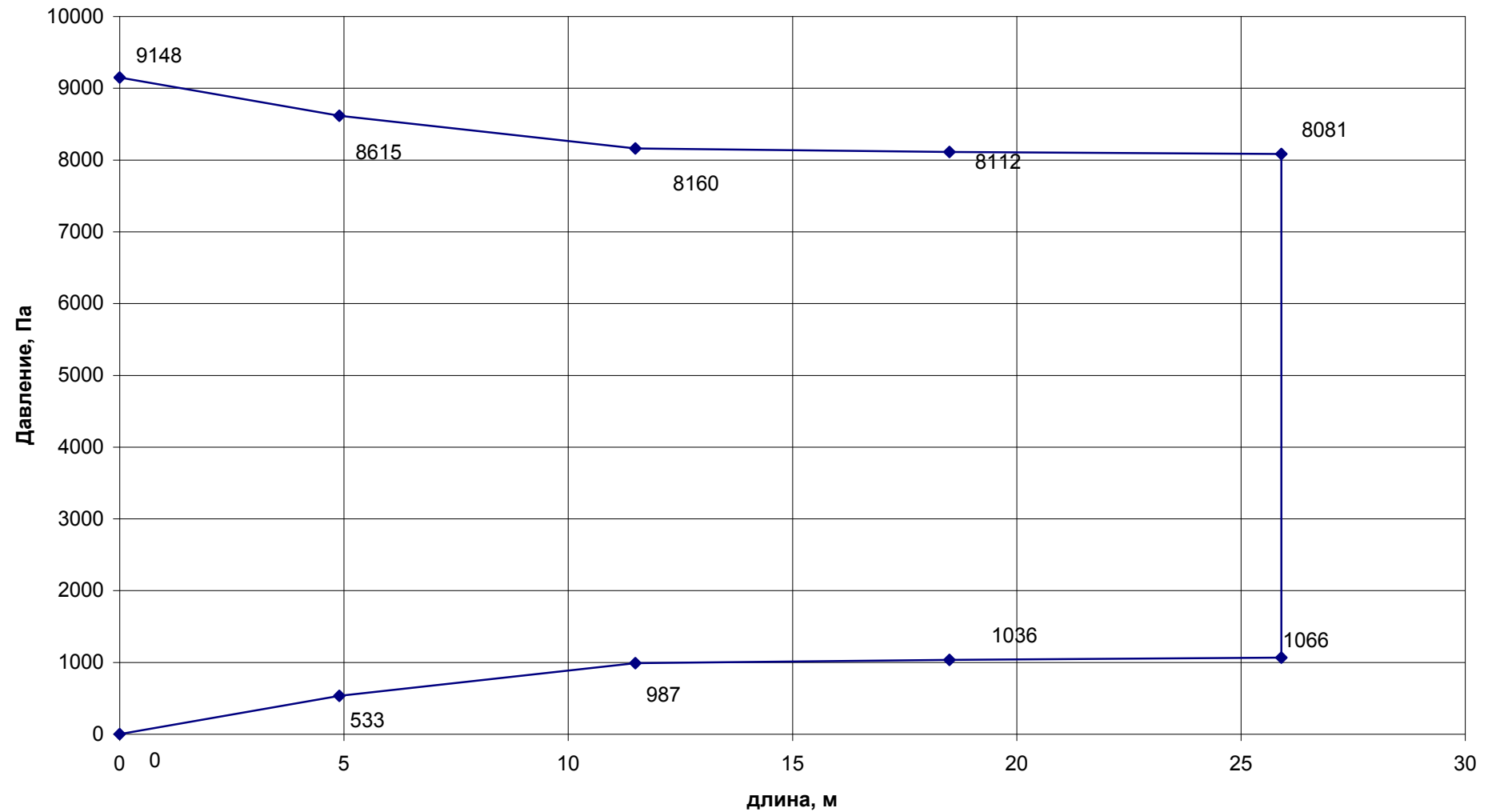


Рисунок 3.11 - Эпюра потери давления в двухтрубной системе отопления, ветка В(п)

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

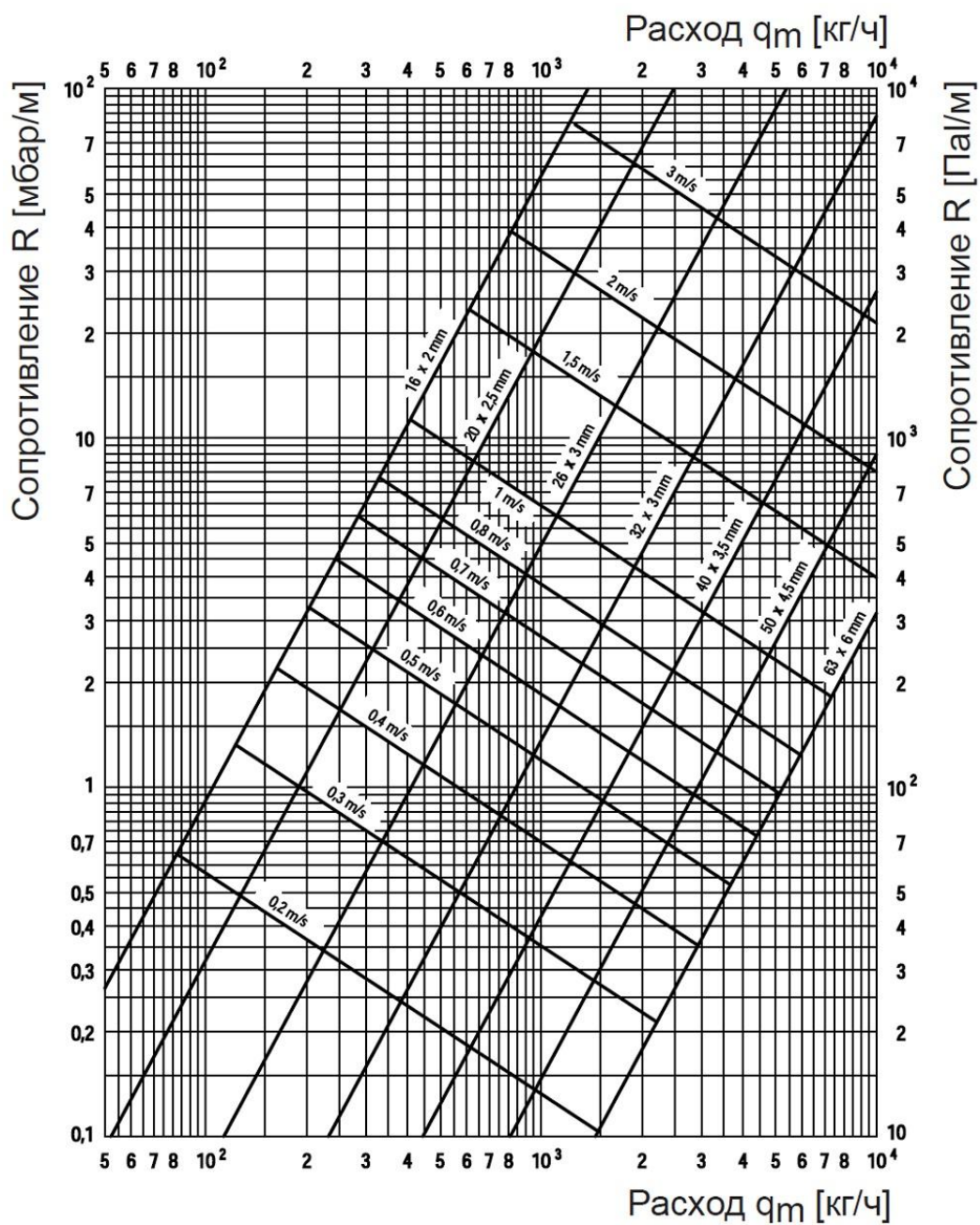


Рисунок 3.15 – Номограмма потерь давления в металлопластиковых трубах

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Теплый пол

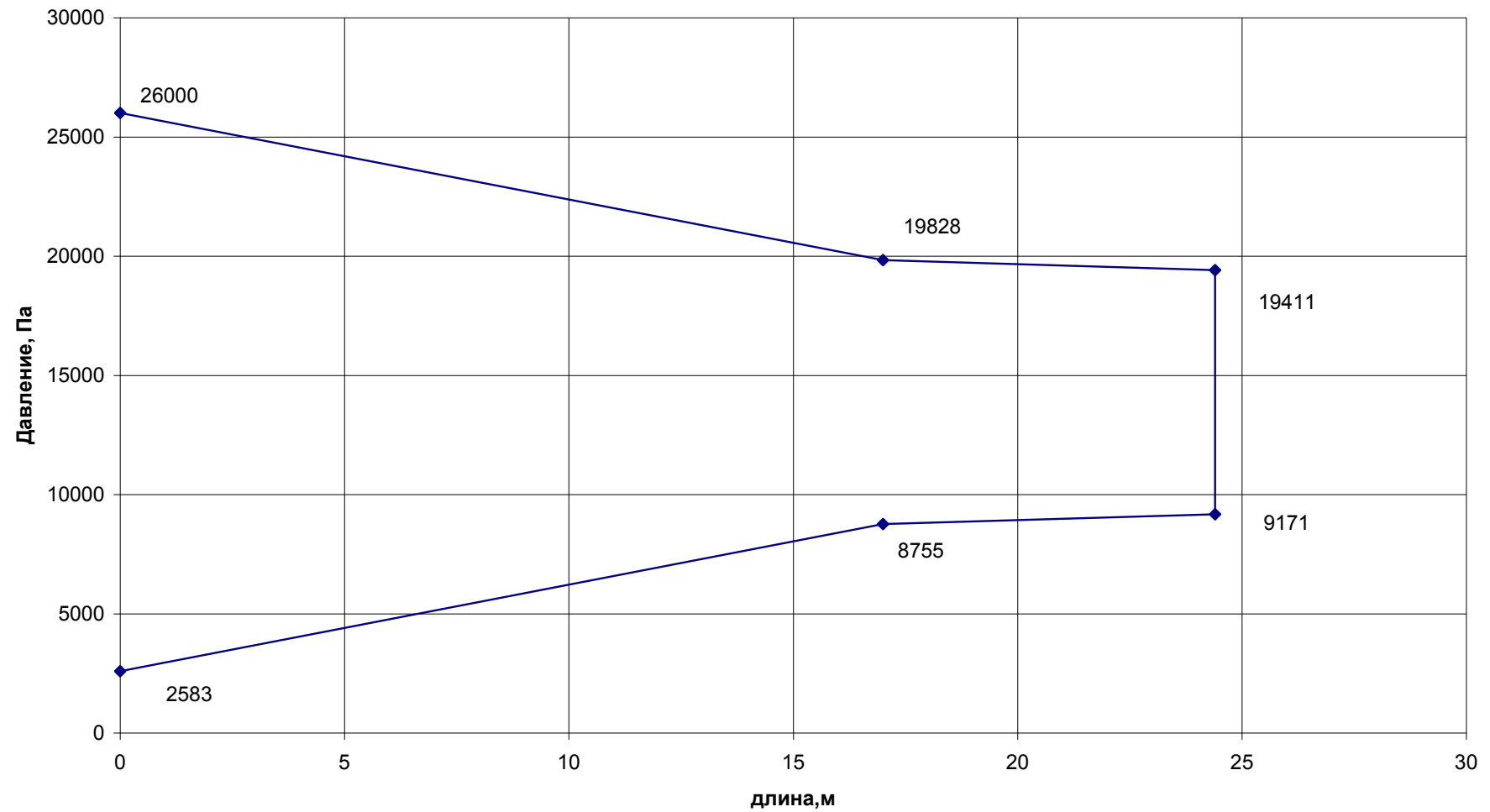


Рисунок 3.16 - Эпюра потери давления в тёплом полу