

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

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(наименование института полностью)

Центр

«Центр инженерного оборудования»

(наименование)

08.03.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Теплогасоснабжение и вентиляция

(направленность (профиль)/ специализации)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Ставропольский район. с.п. Узюково. Детский сад. Теплоснабжение

Студент

М.С. Гаврилюк

(инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент, О.А. Сизенко

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

Тольятти, 2022

Аннотация

В бакалаврской работе запроектированы системы горячего водоснабжения и теплоснабжения от блочной котельной детского сада на 130 мест, расположенного в с.п. Узюково.

В данной работе произведено конструирование и расчет системы горячего водоснабжения. Выполнен расчет тепловых нагрузок здания. Сконструирована система теплоснабжения. Разработана тепломеханическая схема газовой котельной и подобранно соответствующее оборудование. Составлена функциональная система автоматизации блочной котельной. Разработаны основные мероприятия по монтажу и определены объемы работ и трудовые затраты строительно-монтажных работ. Также разработаны мероприятия по безопасности ведения монтажных работ на объекте.

Содержание

Введение.....	4
1 Исходные данные	5
2 Горячее водоснабжение.....	6
2.1 Конструирование системы горячего водоснабжения.....	6
2.2 Определение расчетных расходов горячей воды и теплоты	6
2.3 Гидравлический расчет подающих трубопроводов системы горячего водоснабжения	9
2.4 Теплотери в подающих трубопроводах.....	13
2.5 Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов	17
3 Тепловая сеть.....	21
3.1 Определение расчетных тепловых нагрузок.....	21
3.2 Выбор и обоснование подключение потребителя к тепловым сетям ...	23
3.3. Определение расчетных расходов теплоносителя	23
3.4 Конструирование и расчет тепловой сети	24
3.5 Гидравлический расчет тепловой сети	28
3.6 Расчет и подбор тепловой изоляции	29
3.7 Условия прокладки теплотрассы.....	35
4 Котельная	37
4.1 Разработка и описание схемы котельной	37
4.2 Расчет и подбор оборудования	37
5 Контроль и автоматизация	42
6 Организация монтажных работ	45
7 Безопасность и экологичность технического объекта	49
Заключение	52
Список используемых источников.....	53
Приложение А Подбор балансировочного клапана	57
Приложение Б Расчетная схема ГВС	64
Приложение В Расчетная схема тепловой сети	65
Приложение Г Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов	66
Приложение Д Характеристика насоса UPS 50-180 F B 280.....	71
Приложение Е Характеристика насоса CME 5-3 A-R-I-E-AQQE U-A-D-N ...	72
Приложение Ж Характеристика насоса MAGNA3 25-60	73

Введение

В связи с указом Президента РФ о Концепции демографической политики, утвержденной 9 октября 2007 года, происходит увеличение рождаемости населения. В следствии чего, потребность в детских садах возрастает.

Актуальность проектирования систем теплоснабжения детского сада в с.п. Узюково обусловлено наличием одного детского сада на все поселение.

Целью данной работы является проектирование системы горячего водоснабжения и теплоснабжения детского сада от блочной котельной.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- Подобрать исходные данные для проектирования;
- Сконструировать и рассчитать систему горячего водоснабжения;
- Определить расчетные тепловые нагрузки здания;
- Сконструировать и рассчитать тепловую сеть;
- Разработать и подобрать оборудование котельной;
- Разработать схему автоматизации котельной;
- Определить объемы и трудоемкость строительно-монтажных работ;
- Разработать комплекс мер по безопасности ведения монтажных работ на проектируемом объекте.

1 Исходные данные

Согласно заданию на проектирование, местоположение проектируемого объекта: Самарская область, с.п. Узюково.

Параметры наружного воздуха определяются согласно [1]:

Расчетная температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92: $t_n = -27^\circ\text{C}$;

Продолжительность отопительного периода: $Z_{o.п.} = 196$ сут.;

Средняя температура воздуха за отопительный период: $t_{o.п.} = -4,7^\circ\text{C}$.

По технологическому заданию:

Расчетная температура внутреннего воздуха $t_p = 20^\circ\text{C}$;

Нагрузка на отопление: $Q_o = 70426$ Вт;

Нагрузка на вентиляцию: $Q_v = 39704$ Вт;

Вид грунта: суглинок;

Температура грунта в зависимости от глубины:

h, м	0,4	0,8	1,6
$t_{cp}, ^\circ\text{C}$;	6,6	6,9	7

2 Горячее водоснабжение

2.1 Конструирование системы горячего водоснабжения

Разработана система горячего водоснабжения детского сада с принудительной циркуляцией. Система тупиковая с нижней разводкой. Прокладка магистральных труб осуществляется в подвале детского сада, с креплением к потолку при помощи подвесок.

К системе ГВС присоединены сушильные детские шкафы, а также полотенцесушители.

Горизонтальные трубопроводы прокладываются с уклоном 0,002 с целью удаления воздуха и спуска воды в системе.

Система ГВС монтируется из оцинкованных водогазопроводных труб [2], т.к. они менее подвержены механическим повреждениям и имеют хорошую теплопроводность, которая необходима в детских шкафах.

Температура горячей воды в системе составляет 60°C, а подаваемая к водоразборной арматуре детских туалетных комнат, составляет 37°C, данная температура достигается при помощи термосмесителя KG533 12D [3].

2.2 Определение расчетных расходов горячей воды и теплоты

Определение расходов горячей воды:

Число потребителей горячей воды в детском саду составляет $N = 130$ человек, число водоразборных приборов в здании равна $U = 91$ шт.

«Максимальный секундный расход горячей воды, q^h , л/с, на расчетном участке сети определяют по формуле:

$$q^h = 5 \cdot q_0^h \cdot \alpha, \quad (1)$$

где q_0^h – секундный расход горячей воды одним прибором с наибольшим водоразбором, принимается согласно [4];

α – коэффициент, определяемый согласно [4], в зависимости от общего числа приборов N на расчетном участке сети и вероятности их действия P » [4]:

$$\alpha = f(N \cdot P).$$

«Вероятность действия санитарно-технических приборов P на участках сети следует определять по формуле:

$$P = U \frac{q_{hr,u}^h}{3600 \cdot q_0^h \cdot N}, \quad (2)$$

где $q_{hr,u}^h$ – норма расхода горячей воды одним жителем в час наибольшего водопотребления, л/ч, принимается по [4];

U – число потребителей в здании;

N – число приборов в здании.» [4].

«Максимальный часовой расход горячей воды, q_{hr}^h , м³/ч, следует определять по формуле:

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot q_{0,hr}^h \cdot \alpha_{hr}, \quad (3)$$

где $q_{0,hr}^h$ – часовой расход горячей воды санитарно-техническим прибором, л/ч, определяется согласно [4]

α_{hr} – коэффициент, определяемый согласно [4], в зависимости от общего числа приборов, обслуживаемых проектируемой системой и вероятности их использования.» [4]:

$$\alpha_{hr} = f(N \cdot P_{hr}). \quad (4)$$

«Вероятность использования санитарно-технических приборов P_{hr} для системы в целом, определяется по формуле:

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot P \cdot q_0^h}{q_{0,hr}^h} \text{» [4].} \quad (5)$$

«Средний часовой расход горячей воды, q_T^h , м³/ч, следует определять по формуле:

$$q_u = \frac{q_u^h \cdot U}{1000 \cdot T}, \quad (6)$$

где q_u^h – норма расхода воды потребителями в сутки наибольшего водопотребления, определяется согласно [4].

T – расчетное время водопотребления, равное 24 ч.» [4]

Определение расходов теплоты:

«Средний часовой расход теплоты, кВт, на нужды горячего водоснабжения следует определять по формуле:

$$Q_T^h = 1,16 \cdot q_T^h \cdot (t^h - t^c) + Q^{ht}, \quad (7)$$

где t^h – температура горячей воды, согласно [5], равная 60 °С;

t^c – температура холодной воды, °С;

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

Q^{ht} – потеря тепла трубопроводами, согласно [4] принимается 20%.» [4].

$$P = 130 \cdot \frac{6,8}{3600 \cdot 0,14 \cdot 91} = 0,0193;$$

$$\alpha = f(91 \cdot 0,0193) = f(1,756) = 1,33;$$

$$q^h = 5 \cdot 0,14 \cdot 1,33 = 0,931 \text{ л/с.}$$

$$P_{hr} = \frac{3600 \cdot 0,0193 \cdot 0,14}{60} = 0,162;$$

$$\alpha_{hr} = f(91 \cdot 0,162) = f(14,742) = 5,22;$$

$$q_{hr}^h = 0,005 \cdot 60 \cdot 5,22 = 1,566 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_T^h = \frac{21 \cdot 130}{1000 \cdot 24} = 0,114 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q_T^h = 1,16 \cdot 0,114 \cdot (60 - 5) \cdot 1,2 = 8,727 \text{ кВт};$$

2.3 Гидравлический расчет подающих трубопроводов системы горячего водоснабжения

Основной задачей гидравлического расчета системы горячего водоснабжения является определение потерь давления и диаметров на всех участках сети.

Гидравлический расчет подающих трубопроводов производят на основе вычерченной аксонометрической схеме трубопроводов от ввода до санитарно-технических приборов. Аксонометрическая схема вычерчивается в масштабе, что и план здания по [6]. Определение диаметров подающих трубопроводов производят на основе таблиц гидравлического расчета. Таблицы для гидравлического расчета металлических подающих трубопроводов производят по [7].

Расчет трубопроводов производят в направлении наиболее удаленного санитарно-технического прибора до ввода трубопроводов в здание.

«Подбор диаметров осуществляется по секундным расходам воды, но необходимо учитывать скорость воды в трубопроводах, не выше 1,0-1,2 м/с. Допустимые скорости движения воды не должны превышать 1,5 м/с, из соображения шума в трубопроводах. В закрытых системах теплоснабжения скорости движения воды в стальных трубопроводах следует принимать с учетом зарастания труб накипью. Корректирующие коэффициенты к скоростям движения воды представлены в Таблице 1.» [33].

Таблица 1 – Поправочные коэффициенты для учета зарастания труб накипью

Диаметры труб, d, мм	Коэффициент к скорости K_w	Коэффициент к удельным потерям давления K_R
15	1,68	3,87
20	1,48	2,77
25	1,38	2,34
32	1,28	1,93

«Гидравлический расчет трубопроводов производится методом удельных потерь давления по длине. Удельные потери давления на трение по длине определяют по таблицам для расчета трубопроводов холодной воды.» [33].

«Потери давления на расчетных участках определяют по формуле:

$$\Delta p = R \cdot l \cdot (1 + K_M) \quad (8)$$

где R – удельные потери на трение при расчетном расходе воды на участках, Па/м;

l – длина расчетного участка, м;

K_M – коэффициент, учитывающий потери давления в местных сопротивлениях, для подающих и циркуляционных магистральных трубопроводов равна 0,2, для трубопроводов водоразборных стояков с полотенцесушителями равна 0,5.» [33].

Расчетные данные по гидравлическому расчету заносят в таблицу 2.

Расчетная схема приведена в Приложение Б.

Таблица 2 – Гидравлический расчет подающих трубопроводов.

№ уч.	l, м	N	NP	a	q, л/с	D _y , мм	W _T , м/с	K _w	W, м/с	R _T , Па/м	K _R	R, Па/м	K _M	Δp, кПа	ΣΔp, кПа
Стояк 8, Участки 1,1...1,3 и участки магистрали 3...9															
1,1	4,47	4	0,077	0,314	0,220	20	0,684	1,48	1,01	880,04	2,77	2437,7	0,5	16,3	16,3
1,2	7,84	6	0,116	0,362	0,253	20	0,790	1,48	1,17	1146,6	2,77	3176,1	0,5	37,4	53,7
1,3	6,06	13	0,251	0,494	0,346	20	1,08	1,48	1,60	2018,8	2,77	5592,1	0,5	50,8	104,5
3	3,52	17	0,328	0,556	0,389	25	0,539	1,48	0,80	400,82	2,77	1110,3	0,2	4,7	109,2
4	3,22	17	0,328	0,556	0,389	25	0,539	1,38	0,74	400,82	2,34	937,9	0,2	3,6	112,8
5	2,44	33	0,637	0,765	0,536	25	0,998	1,38	1,38	1244,6	2,34	2912,4	0,2	8,5	121,4
6	17,88	37	0,714	0,811	0,568	32	0,595	1,38	0,82	324,38	2,34	759,0	0,2	16,3	137,7
7	6,77	44	0,849	0,888	0,622	32	0,652	1,28	0,83	382,2	1,93	737,6	0,2	6,0	143,6
8	0,88	73	1,409	1,17	0,819	32	0,859	1,28	1,10	636,02	1,93	1227,5	0,2	1,3	144,9
9	10,2	91	1,756	1,33	0,931	32	1,11	1,28	1,42	809,48	1,93	1562,3	0,2	19,1	164,1
Стояк 9, участки 2,1...2,3 и участки 10..12, Δp=143,6 кПа															
2,1	4,47	4	0,077	0,314	0,220	20	0,684	1,48	1,01	880,04	2,77	2437,7	0,5	16,3	16,3
2,2	7,84	6	0,116	0,362	0,253	20	0,790	1,48	1,17	1146,6	2,77	3176,1	0,5	37,4	53,7
2,3	6,08	12	0,232	0,478	0,335	20	1,050	1,48	1,55	1901,2	2,77	5266,3	0,5	48,0	101,7
10	1,94	16	0,309	0,541	0,379	20	1,180	1,48	1,75	2381,4	2,77	6596,5	0,2	15,4	117,1
11	15,16	16	0,309	0,541	0,379	25	0,710	1,38	0,98	658,56	2,34	1541,0	0,2	28,0	145,1
12	5,47	29	0,560	0,717	0,502	32	0,520	1,38	0,72	256,76	2,34	600,8	0,2	3,9	149,1
Невязка: $((149,1-143,6)/149,1) \cdot 100\% = 3,6\%$															

Продолжение таблицы 2

№ уч.	l, м	N	NP	a	q, л/с	D _y , мм	W _T , м/с	K _w	W, м/с	R _T , Па/м	K _R	R, Па/м	K _M	Δp, кПа	ΣΔp, кПа
Стояк 7, Участки 3.1,3.2; Δp=104,5 кПа															
3,1	4,13	2	0,039	0,254	0,178	15	1,05	1,68	1,76	2940	3,87	11377,8	0,5	70,5	70,5
3,2	1,54	4	0,077	0,314	0,220	15	1,3	1,68	2,18	4527,6	3,87	17521,8	0,2	32,4	102,9
Невязка: $((104,5-102,9)/104,5) \cdot 100\% = 1,6\%$															
Стояк 10, Участки 4.1,4.2; Δp=101,7 кПа															
4,1	4,13	2	0,039	0,254	0,178	15	1,05	1,68	1,76	2940	3,87	11377,8	0,5	70,5	70,5
4,2	1,54	4	0,077	0,314	0,220	15	1,3	1,68	2,18	4527,6	3,87	17521,8	0,2	32,4	102,9
Невязка: $((102,9-101,7)/102,9) \cdot 100\% = 1,1\%$															
Стояк 2, Участки 5.1...5.3; Δp=112,8 кПа															
5,1	4,47	4	0,077	0,314	0,220	15	1,3	1,68	2,18	4527,6	3,87	17521,8	0,2	94,0	94,0
5,2	7,84	6	0,116	0,362	0,253	25	0,471	1,38	0,65	321,44	2,34	752,2	0,2	7,1	101,1
5,3	6,5	16	0,309	0,542	0,379	25	0,71	1,38	0,98	658,56	2,34	1541,0	0,5	15,0	116,1
Невязка: $((116,1-112,8)/116,1) \cdot 100\% = 2,8\%$															
Стояк 1, Участки 6.1,6.2; Δp=121,4 кПа															
6,1	4,13	2	0,039	0,254	0,178	15	1,05	1,68	1,76	2940	3,87	11377,8	0,5	70,5	70,5
6,2	2,5	4	0,077	0,314	0,220	15	1,3	1,68	2,18	4527,6	3,87	17521,8	0,2	52,6	123,1
Невязка: $((123,1-121,4)/123,1) \cdot 100\% = 1,4\%$															

2.4 Теплотери в подающих трубопроводах

«Потери теплоты подающими трубопроводами рассчитываются для каждого участка с учетом изоляции и месторасположения трубопроводов. Расчет выполняется исходя из средней температуры воды в системе:

$$t_{\Gamma}^{\text{cp}} = \frac{(t_{\text{н}} + t_{\text{к}})}{2}, \text{ }^{\circ}\text{C}, \quad (9)$$

где $t_{\text{н}}$ – температура горячей воды на вводе [8], $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{к}}$ – температура горячей воды у наиболее удаленного водоразборного прибора, $^{\circ}\text{C}$.» [33].

«Потери теплоты на каждом расчетном участке определяют по формуле:

$$\Delta Q = \pi * d_{\text{н}} * l * K * (t_{\Gamma}^{\text{cp}} - t_{\text{окр}}) * (1 - \eta), \text{ Вт}, \quad (10)$$

где $d_{\text{н}}$ – наружный диаметр трубопровода, мм;

l – длина расчетного участка, м;

K – коэффициент теплопередачи неизолированного стального трубопровода, равная 11,6 Вт/(м²· $^{\circ}\text{C}$);

$t_{\text{окр}}$ – температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$, принимается по [5];

η – КПД тепловой изоляции». [33].

«В системе ГВС с полотенцесушителями на подающих стояках к сумме каждого стояка прибавляют потери теплоты полотенцесушителями, равные 100· n , где 100 – усредненная теплоотдача одним полотенцесушителем, Вт, n – количество полотенцесушителей, присоединённых к стояку.» [33].

Результаты теплотерь заносят в Таблицу 3.

$$t_{\Gamma}^{\text{cp}} = \frac{(60 + 50)}{2} = 55 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Таблица 3 – Теплотери в подающих трубопроводах

№ Участка	l, м	d _н , м	t _о , °С	(t _г ^{сп} - t _о), °С	1-η	Потери теплоты, Вт		ΣΔQ, Вт	Примечание
						q на длине 1м	ΔQ на участке		
Стойк 8									
1,1	4,47	0,0268	21	16	1	15,62	69,8	69,8	С учетом полотенцесушителя 526,6+100·2 = 726,6 Вт.
1,2	1,94	0,0268	21	16	1	15,62	30,3	100,1	
	5,9	0,0268	21	34	1	33,19	195,8	295,9	
1,3	6,06	0,0268	16	39	1	38,07	230,7	526,6	
Стойк 9									
2,1	4,47	0,0268	21	16	1	15,62	69,8	69,8	С учетом полотенцесушителя 231,5+100·2 = 431,5 Вт.
2,2	1,94	0,0268	21	16	1	15,62	30,3	30,3	
	5,9	0,0268	21	34	1	33,19	195,8	195,8	
2,3	6,08	0,0268	16	39	1	38,07	231,5	231,5	
Участки магистрали									
3	3,52	0,0335	16	39	1	47,59	167,5		
4	3,22	0,0335	16	39	1	47,59	153,2		
5	2,44	0,0335	16	39	1	47,59	116,1		
6	17,88	0,0423	16	39	1	60,09	1074,4		
7	6,77	0,0423	16	39	1	60,09	406,8		
8	0,88	0,0423	16	39	1	60,09	52,9		
9	10,2	0,0423	16	39	1	60,09	612,9		
10	1,94	0,0268	16	39	1	38,07	73,9		
11	15,16	0,0335	16	39	1	47,59	721,4		
12	5,47	0,0423	16	39	1	60,09	328,7		
13	7,64	0,0335	16	39	1	47,59	363,6		
14	8,46	0,0335	16	39	1	47,59	402,6		

Продолжение таблицы 3

№ Участка	l, м	d _н , м	t _о , °С	(t _г ^{сп} - t _о), °С	1-η	Потери теплоты, Вт		ΣΔQ, Вт	Примечание
						q на длине 1м	ΔQ на участке		
Стояк 7									
3,1	4,13	0,0213	16	39	1	30,26	125,0	125,0	С учетом полотенцесушителя 171,6+100·2 =371,6 Вт.
3,2	1,54	0,0213	16	39	1	30,26	46,6	171,6	
Стояк 10									
4,1	4,13	0,0213	16	39	1	30,26	125,0	125,0	С учетом полотенцесушителя 171,6+100·2 =371,6 Вт.
4,2	1,54	0,0213	16	39	1	30,26	46,6	171,6	
Стояк 2									
5,1	4,47	0,0213	21	16	1	12,41	55,5	55,5	С учетом полотенцесушителя 517,39+100·2 =717,9 Вт.
5,2	7,84	0,0335	21	16	1	19,52	153,1	208,5	
5,3	6,5	0,0335	16	39	1	47,59	309,3	517,9	
Стояк 1									
6,1	4,13	0,0213	16	39	1	30,26	125,0	125,0	С учетом полотенцесушителя 200,6+100·2 =400,6 Вт.
6,2	2,5	0,0213	16	39	1	30,26	75,6	200,6	
7,1	7,72	0,0268	23	32	1	31,24	241,2	241,2	
7,2	2,6	0,0268	23	32	1	31,24	81,2	322,4	
7,3	4,52	0,0268	23	32	1	31,24	141,2	463,6	

Продолжение таблицы 3

№ Участка	l, м	d _н , м	t _о , °C	(t _г ^{сп} - t _о), °C	1-η	Потери теплоты, Вт		ΣΔQ, Вт	Примечание
						q на длине 1м	ΔQ на участке		
Стойк 4									
8,1	6,93	0,0268	23	32	1	31,24	216,5	216,5	
8,2	0,2	0,0268	23	32	1	31,24	6,2	222,7	
8,3	3,73	0,0268	23	32	1	31,24	116,5	339,2	
Стойк 5									
10,1	6,93	0,0268	23	32	1	31,24	216,5	216,5	
10,2	0,2	0,0268	23	32	1	31,24	6,2	222,7	
10,3	3,73	0,0268	23	32	1	31,24	116,5	339,2	
Стойк 6									
9,1	7,72	0,0268	23	32	1	31,24	241,2	241,2	
9,2	2,6	0,0268	23	32	1	31,24	81,2	322,4	
9,3	4,52	0,0268	23	32	1	31,24	141,2	463,6	
Стойк 12									
12,1	7,28	0,0268	23	32	1	31,24	227,4	227,4	
12,2	3,9	0,0268	23	32	1	31,24	121,8	349,2	
Стойк 11									
11,1	7,28	0,0268	23	32	1	31,24	227,4	227,4	
11,2	3,9	0,0268	23	32	1	31,24	121,8	349,2	
							Σ	10350	

2.5 Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов

«Расход циркуляционной воды, который компенсирует теплотери подающих трубопроводов в системе горячего водоснабжения оправляется по формуле:

$$q^{cir} = \frac{\sum Q^{ht} \cdot 3600}{c \cdot \Delta t}, \text{ кг/ч}, \quad (11)$$

где $\sum Q^{ht}$ – суммарные теплотери подающими трубопроводами, Вт;

c – удельная теплоемкость воды, равная 4183 Дж/(кг·°С);

Δt – разность температур в подающих трубопроводах системы от ввода до наиболее удаленной водоразборной точки, равная $\Delta t = 10$ °С.» [33].

«В данной работе запроектирована система горячего водоснабжения в режиме циркуляции. Распределение суммарного расхода воды q^{cir} , циркулирующей на главном участке подающего трубопровода, по отдельным веткам и стоякам системы производится пропорционально потерям теплоты в них.» [33].

«Расчетное циркуляционное кольцо системы ГВС состоит из подающего трубопровода от ввода до самой удаленной точки водоразбора и циркуляционного трубопровода от этой точки до ввода в здание.» [33].

«Расчет циркуляционных трубопроводов производится аналогично расчету подающих трубопроводов. Потери давления на расчетных участках определяется по формуле (8) с использованием таблиц и номограмм для гидравлического расчета [7]. Диаметры подающих трубопроводов известны из гидравлического расчета (см. Таблица 1), диаметры циркуляционных трубопроводов подбираются исходя из допустимых скоростей движения воды в них. Диаметры циркуляционных трубопроводов принимаются на 1-2 калибра меньше, чем диаметры подающих трубопроводов.» [33].

Увязка циркуляционных колец производится с помощью изменения диаметров трубопроводов, а при невозможности увязки диаметров используют дросселирующие диафрагмы и балансировочные клапаны. Невязка циркуляционных колец не должна превышать 10%.

«Диаметр диафрагмы не следует принимать меньше 10 мм. Если по расчету диафрагма меньше 10 мм, то вместо нее устанавливается балансировочный клапан, подбор осуществляется по [9]. Диаметр отверстия диафрагмы определяется по формуле:

$$d_g = 3,56 \sqrt[4]{\frac{q_{cir}^2}{p_{изб}}}, \text{ мм}, \quad (12)$$

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

$p_{изб}$ – избыточное давление, которое необходимо погасить диафрагмой, Па.» [33].

Результаты гидравлического расчета заносятся в таблицу Г1 приложения Г.

$$q_9^{cir} = q_8^{cir} = \frac{10350 \cdot 3600}{4183 \cdot 10} = 890,7 \text{ кг/ч};$$

$$Q_{ст8...м7} = 726,6 + 371,6 + 463,6 + 339,2 + 339,2 + 463,6 + 717,9 + 400,6 + \\ + 167,5 + 153,2 + 116,1 + 1074,4 + 406,8 + 363,6 + 185,6 + 109,5 = \\ = 6399 \text{ Вт};$$

$$Q_{ст9...м12} = 431,5 + 371,6 + 349,2 + 349,2 + 73,9 + 721,4 + 328,7 + 402,6 + \\ + 114,2 + 142,8 = 3285,1 \text{ Вт};$$

$$q_7^{cir} = q_6^{cir} = 890,7 \frac{6399}{10350 - 612,9 - 52,9} = 588,6 \text{ кг/ч};$$

$$q_{12}^{cir} = q_{11}^{cir} = 890,7 - 588,6 = 302,1 \text{ кг/ч};$$

$$q_5^{cir} = 588,6 \frac{6399 - 406,8 - 1074,4 - 400,6}{6399 - 406,8 - 1074,4} = 540,7 \text{ кг/ч};$$

$$q_{ст1}^{cir} = 588,6 - 540,7 = 47,9 \text{ кг/ч};$$

$$q_4^{cir} = 540,7 \frac{6399 - 406,8 - 1074,4 - 400,6 - 116,1 - 717,9}{6399 - 406,8 - 1074,4 - 400,6 - 116,1} = 452,5 \text{ кг/ч}$$

$$q_{CT2}^{cir} = 540,7 - 452,5 = 88,2 \text{ кг/ч};$$

$$Q_{CT3,4,5,6+M13,15,16} = 463,6 + 339,2 + 339,2 + 463,6 + 363,6 + 185,6 + 109,5 = 2264,3 \text{ Вт};$$

$$Q_{CT9...M4} = 2264,3 + 726,6 + 371,6 + 167,5 + 153,2 = 3683,2 \text{ Вт};$$

$$q_3^{cir} = 452,5 \frac{3683,2 - 153,2 - 2264,3}{3683,2 - 153,2} = 162,3 \text{ кг/ч};$$

$$q_{13}^{cir} = 452,5 - 162,3 = 290,2 \text{ кг/ч};$$

$$q_{CT8}^{cir} = 162,3 \frac{3683,2 - 153,2 - 2264,3 - 167,5 - 371,6}{3683,2 - 153,2 - 2264,3 - 167,5} = 107,4 \text{ кг/ч};$$

$$q_{CT7}^{cir} = 162,3 - 107,4 = 54,9 \text{ кг/ч};$$

$$q_{15}^{cir} = 290,2 \frac{463,6 + 339,2 + 185,6}{463,6 + 339,2 + 185,6 + 339,2 + 463,6 + 109,5} = 150,9 \text{ кг/ч};$$

$$q_{16}^{cir} = 290,2 - 150,9 = 139,3 \text{ кг/ч};$$

$$q_{yч7.2}^{cir} = 150,9 \frac{463,6}{463,6 + 339,2} = 87,1 \text{ кг/ч};$$

$$q_{yч8.2}^{cir} = 150,9 - 87,1 = 63,8 \text{ кг/ч};$$

$$q_{yч7.1}^{cir} = 87,1 \frac{241,2}{241,2 + 141,2} = 54,9 \text{ кг/ч};$$

$$q_{yч7.3}^{cir} = 87,1 - 54,9 = 32,2 \text{ кг/ч};$$

$$q_{yч8.1}^{cir} = 63,8 \frac{216,5}{216,5 + 116,5} = 41,5 \text{ кг/ч};$$

$$q_{yч8.3}^{cir} = 63,8 - 41,5 = 22,3 \text{ кг/ч};$$

$$q_{yч9.2}^{cir} = 139,3 \frac{463,6}{463,6 + 339,2} = 80,4 \text{ кг/ч};$$

$$q_{yч10.2}^{cir} = 139,3 - 80,4 = 58,9 \text{ кг/ч};$$

$$q_{yч9.1}^{cir} = 80,4 \frac{241,2}{241,2 + 141,2} = 50,7 \text{ кг/ч};$$

$$q_{yч9.3}^{cir} = 80,4 - 50,7 = 29,7 \text{ кг/ч};$$

$$q_{yч10.1}^{cir} = 58,9 \frac{216,5}{216,5 + 116,5} = 38,3 \text{ кг/ч};$$

$$q_{yч10.3}^{cir} = 58,9 - 38,3 = 20,6 \text{ кг/ч};$$

$$q_{10}^{cir} = 302,1 \frac{431,5 + 371,6 + 73,9}{431,5 + 371,6 + 73,9 + 402,6 + 114,2 + 142,8 + 349,2 + 349,2} =$$
$$= 118,5 \text{ кг/ч};$$

$$q_{14}^{cir} = 302,1 - 118,5 = 183,6 \text{ кг/ч};$$

$$q_{ст9}^{cir} = 118,5 \frac{431,5}{431,5 + 371,6} = 63,7 \text{ кг/ч};$$

$$q_{ст10}^{cir} = 118,5 - 63,7 = 54,8 \text{ кг/ч};$$

$$q_{18}^{cir} = 183,6 \frac{349,2 + 142,8}{349,2 + 349,2 + 142,8 + 114,2} = 94,5 \text{ кг/ч};$$

$$q_{17}^{cir} = 183,6 - 94,5 = 89,1 \text{ кг/ч};$$

$$q_{yч11.1}^{cir} = 94,5 \frac{227,4}{227,4 + 121,8} = 61,5 \text{ кг/ч};$$

$$q_{yч11.3}^{cir} = 94,5 - 61,5 = 33 \text{ кг/ч};$$

$$q_{yч12.1}^{cir} = 89,1 \frac{227,4}{227,4 + 121,8} = 58 \text{ кг/ч};$$

$$q_{yч12.3}^{cir} = 89,1 - 58 = 31,1 \text{ кг/ч}.$$

3 Тепловая сеть

3.1 Определение расчетных тепловых нагрузок

При определении тепловых нагрузок на системы: отопление, вентиляция и горячее водоснабжение, необходимо учитывать процент теплопотерь в тепловых сетях, задаемоя 8%.

При расчете нагрузок на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение необходимо учитывать процент теплопотерь в тепловых сетях, задаемоя 8%.

Расчет производится по методике [10].

Сезонная нагрузка при различных температурах здания определяется по формуле:

$$Q = Q' \cdot \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{н,р}}}, \text{ Вт.} \quad (13)$$

где Q' – нагрузка на отопление, вентиляцию или горячее водоснабжение, Вт;

$t_{\text{в}}$ – температура внутреннего воздуха, °С;

$t_{\text{н}}$ – текущая температура наружного воздуха, °С;

$t_{\text{н,р}}$ – расчетная температура наружного воздуха, °С;

Годовые расходы тепла на отопление и вентиляцию определяются по формуле:

$$Q_{\text{год}} = z \cdot n_0 \cdot Q_{\text{ср}}, \text{ Вт,} \quad (14)$$

где z – продолжительность работы систем отопления или вентиляции, ч;

n_0 – продолжительность отопительного периода, сут;

$Q_{\text{ср}}$ – средняя нагрузка на отопление или вентиляцию, Вт.

Количество тепла расходуемого на горячее водоснабжение в летний период года определяется по формуле:

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср.л.}} = Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср.}} \cdot \frac{t_{\text{Г}} - t_{\text{х.л.}}}{t_{\text{Г}} - t_{\text{х}}} \cdot \beta, \text{ Вт}, \quad (15)$$

где $Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср.}}$ – средняя нагрузка за отопительный период на горячее водоснабжение, Вт;

$t_{\text{Г}}$ – температура горячей воды в подающих трубопроводах, °С;

$t_{\text{х.л.}} = t_{\text{х}}$ – температура водопроводной воды, равная 5 °С, т.к. артезианская;

β – коэффициент, учитывающий снижение расхода горячей воды летом по сравнению с зимой, принимается 0,8, т.к. снижается посещаемость детского сада.

Годовой расход тепла на горячее водоснабжение определяется по формуле:

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{год.}} = 24 \cdot Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср.}} \cdot n_{\text{о}} + 24 \cdot Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср.л.}} \cdot (350 - n_{\text{о}}), \text{ Вт}. \quad (16)$$

$$Q'_{\text{от}} = 70426 \cdot 1,08 = 76060 \text{ Вт};$$

При температуре наружного воздуха $t_{\text{н}} = 8 \text{ °С}$:

$$Q_{\text{от}}^{\text{час}} = 76060 \cdot \frac{20 - 8}{20 - (-27)} = 19420 \text{ Вт};$$

При температуре наружного воздуха $t_{\text{н}} = -4,7 \text{ °С}$:

$$Q_{\text{от}}^{\text{ср}} = 76060 \cdot \frac{20 - (-4,7)}{20 - (-27)} = 39972 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{от}}^{\text{год.}} = 24 \cdot 206 \cdot 39972 \cdot 10^{-6} = 197,6 \text{ МВт};$$

$$Q'_{\text{в}} = 39704 \cdot 1,08 = 42880 \text{ Вт};$$

При температуре наружного воздуха $t_{\text{н}} = 8 \text{ °С}$:

$$Q_{\text{в}}^{\text{час}} = 42880 \cdot \frac{20 - 8}{20 - (-27)} = 10948 \text{ Вт};$$

При температуре наружного воздуха $t_{\text{н}} = -4,7 \text{ °С}$:

$$Q_{\text{в}}^{\text{ср}} = 42880 \cdot \frac{20 - (-4,7)}{20 - (-27)} = 22534 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{в}}^{\text{год}} = 12 \cdot 206 \cdot 22534 \cdot 10^{-6} = 55,71 \text{ МВт};$$

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср}} = 8727 \cdot 1,08 = 9425 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср.л.}} = 9425 \cdot \frac{60 - 5}{60 - 5} \cdot 0,8 = 7540 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{год}} = (24 \cdot 9425 \cdot 206 + 24 \cdot 7540 \cdot (350 - 206)) \cdot 10^{-6} = 72,65 \text{ МВт}.$$

3.2 Выбор и обоснование подключение потребителя к тепловым сетям

В детском дошкольном учреждении используется четырехтрубная система теплоснабжения, где сетевая вода подается отдельно для целей отопления, вентиляции и на горячее водоснабжение. Четырехтрубная система теплоснабжения упрощает процесс управления тепловыми режимами. Для сезонного потребителя (отопление и вентиляция) проще законсервировать эту систему и не загружать трубопровод. Основным недостатком четырехтрубной системы является металлоемкость, однако протяжённость этой системы от котельной до потребителя очень мала, поэтому целесообразно применить четырехтрубную систему.

3.3. Определение расчетных расходов теплоносителя

Для проведения гидравлического расчета необходимо предварительно определить расчетный расход воды в системе теплоснабжения.

«Расчет расходов сетевой воды на отопление и вентиляцию определяется по формуле:

$$G_{\text{ов}} = \frac{3,6 \cdot (Q_{\text{о}} + Q_{\text{в}})}{c \cdot (\tau_1 - \tau_2)}, \text{ кг/ч}, \quad (17)$$

где Q_0 и Q_B – расчетный расход теплоты на отопление и вентиляцию, Вт;
 c – теплоемкость воды, равная 4,183 кДж/(кг·°С);
 τ_1 и τ_2 – расчетный перепад температур сетевой воды в подающей и обратной магистралях, равный 90-70 = 20 °С.» [10].

«Расчет расходов сетевой воды на горячее водоснабжение определяется по формуле:

$$G_{г.в.} = \frac{3,6 \cdot Q_{гвс}^{ср.}}{c \cdot (\tau'_1 - \tau'_2)}, \text{ кг/ч,} \quad (18)$$

где $Q_{гвс}^{ср.}$ – расчетный расход теплоты на горячее водоснабжение, Вт;
 τ'_1 и τ'_2 – расчетный перепад температур сетевой воды в подающей и обратной магистралях теплоснабжения ГВС, равный 60-50 = 10 °С.» [10].

$$G_{ов} = \frac{3,6 \cdot (76060 + 42880)}{4,183 \cdot (90 - 70)} = 5118 \text{ кг/ч,}$$

$$G_{г.в.} = \frac{3,6 \cdot 9425}{4,183 \cdot (60 - 50)} = 811 \text{ кг/ч,}$$

3.4 Конструирование и расчет тепловой сети

Подключение потребителя к источнику тепла производится по четырехтрубной системе теплоснабжения. Источник тепла – модульная котельная. Тепловая сеть состоит из стальных электросварных труб [11]. Прокладка трубопроводов – подземная бесканальная.

Расчет тепловой сети начинается с предварительного гидравлического расчета, на основе которого строится монтажная схема. Предварительный гидравлический расчет производится в следующем порядке.

Строится расчетная схема тепловой сети. После на ней указываются источник тепла и потребитель, производится разбивка на участки и проставляется на каждом участке ее длина l , м и расход G кг/ч. Производится

предварительный гидравлический расчет системы, задаваясь удельными потерями давления на участках в пределах 50-80 Па/м и максимальной скоростью в трубопроводах, равная 3,5 м/с. По таблицам определяется диаметр трубопроводов [6], где указан, либо наружный, либо внутренний диаметр и толщина стенки трубы. После определения диаметров строится монтажная схема.

Расчет производят для определения максимально допустимого напряжения на участках, значение которого не должно превышать $\sigma_{\text{доп}} = 110$ МПа.

Расчет производится по методике [12].

«Расчет участков самокомпенсации начинается с определения отношения длин самокомпенсируемых участков по формуле:

$$Z = \frac{L_2}{L_1}, \quad (19)$$

где L_2 и L_1 – длины компенсируемых участков, м.» [12].

«При расчете участков трубопроводов с гладкими отводами при длинных прилегающих к отводу плечах гибкость отводов не учитывается и равно $n=1$.

Определяется расчетное удлинение плеча по формуле:

$$\Delta l = \alpha \cdot L_i \cdot (\tau - t_p), \quad (20)$$

где α – коэффициент линейного расширения стали, равный $12 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^\circ\text{C}$;

L_i – длина плеча, м;

τ – температура теплоносителя, $^\circ\text{C}$;

t_p – расчетная температура в холодный период, $^\circ\text{C}$.» [12].

«Напряжение в сечении определяется по формуле:

$$\sigma = \frac{\Delta l \cdot E \cdot d_H}{l_2^2} \cdot \frac{1,5}{\cos\beta} \cdot \left(\frac{(n^2 \cdot 2 \cdot n) \cdot (Z + \sin\beta + Z \cdot \sin\beta + 1)}{Z \cdot n \cdot (n + 1)} \right), \quad (21)$$

где E – модуль продольной упругости стали, равный $2 \cdot 10^5$ МПа.» [12].

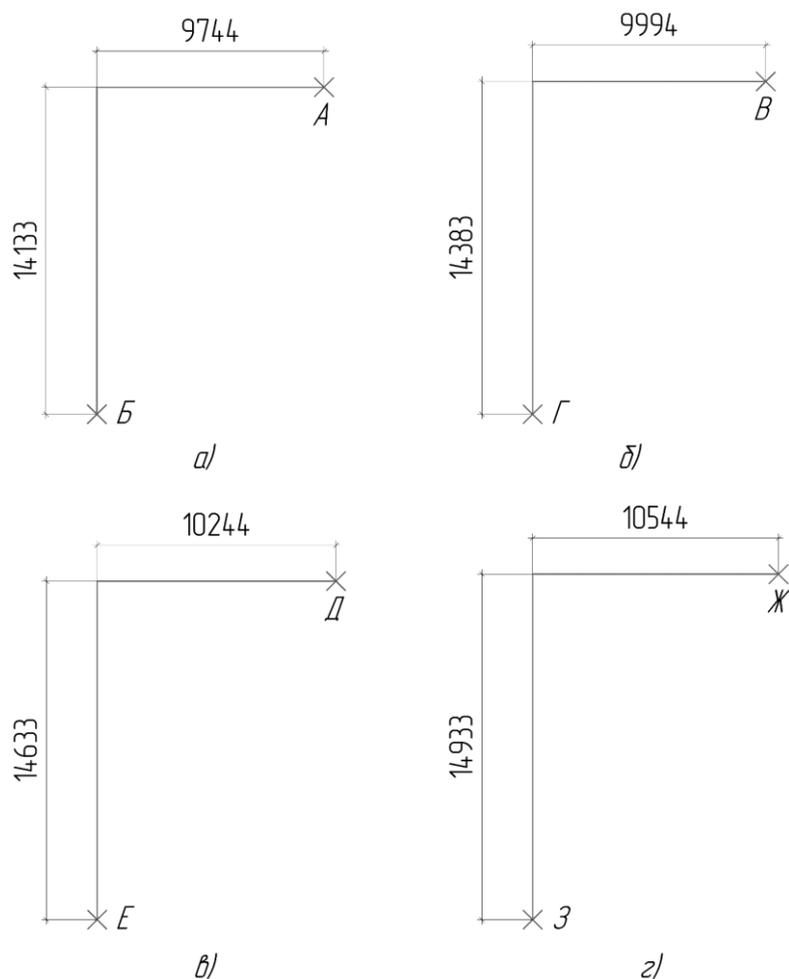


Рисунок 1 – Участки для определения возможности самокомпенсации

Расчет самокомпенсации 1 (а):

$$Z = \frac{14,133}{9,744} = 1,45;$$

$$\Delta l_A = 12 \cdot 10^{-6} \cdot 9,744 \cdot (60 - (-27)) = 0,0102 \text{ м};$$

$$\Delta l_B = 12 \cdot 10^{-6} \cdot 14,133 \cdot (60 - (-27)) = 0,0148 \text{ м};$$

$$\sigma_A = \frac{0,0102 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,038}{10^2} \cdot \frac{1,5}{\cos 0^\circ} \times$$

$$\times \left(\frac{(1^2 \cdot 2 \cdot 1) \cdot (1,45 + \sin 0^\circ + 1,45 \cdot \sin 0^\circ + 1)}{1,45 \cdot 1 \cdot (1 + 1)} \right) = 2,94 \text{ МПа};$$

$$\sigma_B = \frac{0,0148 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,038}{10^2} \cdot \frac{1,5}{\cos 0^\circ} \times$$

$$\times \left(\frac{(1^2 \cdot 2 \cdot 1) \cdot (1,45 + \sin 0^\circ + 1,45 \cdot \sin 0^\circ + 1)}{1,45 \cdot 1 \cdot (1 + 1)} \right) = 4,26 \text{ МПа.}$$

Так как $\sigma_A < \sigma_{\text{доп}}$, $\sigma_B < \sigma_{\text{доп}}$, условие выполняется, значит участки можно использовать для самокомпенсации.

Расчет самокомпенсации 1 (б):

$$Z = \frac{14,383}{9,994} = 1,44;$$

$$\Delta l_B = 12 \cdot 10^{-6} \cdot 9,994 \cdot (50 - (-27)) = 0,0092 \text{ м;}$$

$$\Delta l_\Gamma = 12 \cdot 10^{-6} \cdot 14,383 \cdot (50 - (-27)) = 0,0133 \text{ м;}$$

$$\sigma_B = \frac{0,0092 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,038}{10^2} \cdot \frac{1,5}{\cos 0^\circ} \times$$

$$\times \left(\frac{(1^2 \cdot 2 \cdot 1) \cdot (1,44 + \sin 0^\circ + 1,44 \cdot \sin 0^\circ + 1)}{1,44 \cdot 1 \cdot (1 + 1)} \right) = 2,68 \text{ МПа;}$$

$$\sigma_\Gamma = \frac{0,0133 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,038}{10^2} \cdot \frac{1,5}{\cos 0^\circ} \times$$

$$\times \left(\frac{(1^2 \cdot 2 \cdot 1) \cdot (1,44 + \sin 0^\circ + 1,44 \cdot \sin 0^\circ + 1)}{1,44 \cdot 1 \cdot (1 + 1)} \right) = 3,85 \text{ МПа.}$$

Так как $\sigma_B < \sigma_{\text{доп}}$, $\sigma_\Gamma < \sigma_{\text{доп}}$, условие выполняется, значит участки можно использовать для самокомпенсации.

Расчет самокомпенсации 1 (в):

$$Z = \frac{14,633}{10,244} = 1,43;$$

$$\Delta l_D = 12 \cdot 10^{-6} \cdot 10,244 \cdot (90 - (-27)) = 0,0144 \text{ м;}$$

$$\Delta l_E = 12 \cdot 10^{-6} \cdot 14,633 \cdot (90 - (-27)) = 0,0205 \text{ м;}$$

$$\sigma_D = \frac{0,0144 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,076}{10^2} \cdot \frac{1,5}{\cos 0^\circ} \times$$

$$\times \left(\frac{(1^2 \cdot 2 \cdot 1) \cdot (1,43 + \sin 0^\circ + 1,43 \cdot \sin 0^\circ + 1)}{1,43 \cdot 1 \cdot (1 + 1)} \right) = 8,36 \text{ МПа;}$$

$$\sigma_E = \frac{0,0205 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,076}{10^2} \cdot \frac{1,5}{\cos 0^\circ} \times$$

$$\times \left(\frac{(1^2 \cdot 2 \cdot 1) \cdot (1,43 + \sin 0^\circ + 1,43 \cdot \sin 0^\circ + 1)}{1,43 \cdot 1 \cdot (1 + 1)} \right) = 11,94 \text{ МПа.}$$

Так как $\sigma_D < \sigma_{\text{доп}}$, $\sigma_E < \sigma_{\text{доп}}$, условие выполняется, значит участки можно использовать для самокомпенсации.

Расчет самокомпенсации 1 (г):

$$Z = \frac{14,933}{10,544} = 1,42;$$

$$\Delta l_{\text{ж}} = 12 \cdot 10^{-6} \cdot 10,544 \cdot (70 - (-27)) = 0,0123 \text{ м;}$$

$$\Delta l_3 = 12 \cdot 10^{-6} \cdot 14,933 \cdot (70 - (-27)) = 0,0174 \text{ м;}$$

$$\sigma_{\text{ж}} = \frac{0,0123 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,076 \cdot 1,5}{10^2 \cdot \cos 0^\circ} \times \left(\frac{(1^2 \cdot 2 \cdot 1) \cdot (1,42 + \sin 0^\circ + 1,42 \cdot \sin 0^\circ + 1)}{1,42 \cdot 1 \cdot (1 + 1)} \right) = 7,16 \text{ МПа;}$$

$$\sigma_3 = \frac{0,0174 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,076 \cdot 1,5}{10^2 \cdot \cos 0^\circ} \times \left(\frac{(1^2 \cdot 2 \cdot 1) \cdot (1,42 + \sin 0^\circ + 1,42 \cdot \sin 0^\circ + 1)}{1,42 \cdot 1 \cdot (1 + 1)} \right) = 10,14 \text{ МПа.}$$

Так как $\sigma_{\text{ж}} < \sigma_{\text{доп}}$, $\sigma_3 < \sigma_{\text{доп}}$, условие выполняется, значит участки можно использовать для самокомпенсации.

3.5 Гидравлический расчет тепловой сети

Целью гидравлического расчета тепловых сетей является определение потерь давления и подбор диаметров для всех участков тепловой сети.

Гидравлический расчет тепловой сети состоит из предварительного и окончательного расчета. Предварительный расчет был приведен в пункте 3.3. Окончательный гидравлический расчет производится в следующем порядке.

Уточняются значения удельных потерь давления. После определяются типы местных сопротивлений и их эквивалентные длины. «Определяются потери давления на участках по формуле:

$$\Delta P_{\text{уч}} = R_{\text{л}} \cdot (l + l_{\text{ЭКВ}}) \quad (22)$$

где $R_{\text{л}}$ – удельные потери давления на участках, Па/м;

l – длина участка, м;

$l_{\text{ЭКВ}}$ – эквивалентная длина участка, принимаемая в зависимости от типов местного сопротивления, м.» [10].

Окончательный гидравлический расчет сводится в Таблицу 4.

Таблица 4 – Гидравлический расчет водяных тепловых сетей

№ участка	Расход воды G , т/ч	D_y , мм	$D_H \times S$, мм	Фактическая длина $l_{\text{ф}}$, м	Эквивалентная длина $l_{\text{э}}$, м	Приведенная длина $l_{\text{пр}}$, м	Скорость воды ω , м/с	Удельные потери давления на участке R , Па/м	Потери давления на участке $\Delta P = R \cdot l_{\text{пр}}$, Па	Потери напора H , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ОВ										
1	5,12	65	76x3,5	26,88	19,2	46,08	0,396	37,24	1716	0,175
ГВС										
2	0,81	32	38x2,5	25,88	12	37,88	0,274	48,8	1848	0,189

Расчетная схема приведена в Приложении В.

3.6 Расчет и подбор тепловой изоляции

Для обеспечения требуемой эффективности теплоизоляции трубопровода тепловой сети при бесканальной прокладки используется в качестве основного слоя изоляции – пеностекло, а покрывного слоя – бризол. Выбор такого слоя обуславливается тем, что пеностекло имеет низкий коэффициент теплопроводности, что позволяет уменьшить толщину слоя

изоляции, а также химическая стойкость и отсутствие впитывающей способности.

Задачей теплового расчета является определение эффективности теплоизоляционного слоя, а также определение толщины этого слоя, при условии, что эффективность изоляции составит свыше 92%.

Для расчета потребуются следующие величины: толщина покрывного слоя (бризола) $\delta_{\text{пс}} = 0,006$ м, коэффициент теплопроводности покрывного слоя (бризола) $\lambda_{\text{пс}} = 0,175$ Вт/(м·°С), коэффициент изоляционного слоя (пеностекло) $\lambda_{\text{и}} = 0,016$ Вт/(м·°С), принятый по [13]. Расстояние между поверхностью земли и осью трубопровода составляет 1,2 м.

Предельную толщину теплоизоляционной конструкции определяют по [13].

При бесканальной прокладке трубопроводов теплопроводность основного слоя теплоизоляционной конструкции определяется по формуле:

$$\lambda_{\text{и}} = \lambda'_{\text{и}} \cdot K_{\text{ув}}, \quad (23)$$

где $\lambda'_{\text{и}}$ – теплопроводность сухого материала основного слоя, Вт/(м·К);
 $K_{\text{ув}}$ – коэффициент, учитывающий увеличение теплопроводности от увлажнения, принимаемы в зависимости от вида теплоизоляционного материала и типа грунта ($K_{\text{ув}} = 1$), принятый по [13].

Определяется наружный диаметр тепловой изоляции по формуле:

$$d = d_{\text{н}} + 2 \cdot \delta_{\text{сл}}, \quad (24)$$

где $d_{\text{н}}$ – наружный диаметр трубопровода, м;
 $\delta_{\text{сл}}$ – толщина покрывного слоя или тепловой изоляции трубопровода, м.

Термическое сопротивление грунта определяется по формуле:

$$R_{гр} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{гр}} \cdot \ln \frac{4 \cdot h}{d}, \quad (25)$$

где $\lambda_{гр}$ – теплопроводность грунта, Вт/(м·К), принимается согласно [14];

h – глубина заложения оси трубопровода, м.

Термическое сопротивление основного изоляционного слоя, определяется по формуле:

$$R_{и} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{и}} \cdot \ln \frac{d_{и}}{d_{н}}, \quad (26)$$

где $d_{и}$ – диаметр трубопровода с учетом основного изоляционного слоя, м;

Термическое сопротивление покровного слоя из бризола определяется по формуле:

$$R_{пс} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{пс}} \cdot \ln \frac{d_{пс}}{d_{и}}, \quad (27)$$

где $d_{и}$ – диаметр трубопровода с учетом основного изоляционного слоя, м;

Суммарное термическое сопротивление трубопроводов определяется по формуле:

$$R = R_{и} + R_{пс} + R_{гр}, \quad (28)$$

Определяется взаимное влияние двух труб, уложенных бесканально, учитывается условным термическим сопротивлением по формуле:

$$R_{у} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{гр}} \cdot \ln \sqrt{\left(\frac{2 \cdot h}{a}\right)^2 + 1}, \quad (29)$$

где a – расстояние между осями трубопроводов, м.

Удельные потери теплоты теплопроводами определяется по формуле:

$$q_1 = \frac{(\tau_1 - t_0) \cdot R_2 - (\tau_2 - t_0) \cdot R_y}{R_1 \cdot R_2 - R_y^2}, \quad (30)$$

$$q_2 = \frac{(\tau_2 - t_0) \cdot R_1 - (\tau_1 - t_0) \cdot R_y}{R_1 \cdot R_2 - R_y^2}, \quad (31)$$

где τ_1 и τ_2 – среднегодовая температура теплоносителя подающего и обратного трубопроводов, равные 61,1 °С и 50,6 °С соответственно.

Определяется суммарные потери теплоты двумя изолированными трубопроводами по формуле:

$$q^H = q_1 + q_2, \quad (32)$$

Определяется термическое сопротивление грунта при неизолированном трубопроводе по формуле:

$$R_{\text{гр.н.}} = R_H = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{гр}}} \cdot \ln \frac{4 \cdot h}{d_H}, \quad (33)$$

Удельные теплотери подающего и обратного неизолированных трубопроводов определяется по формуле:

$$q_1^H = \frac{(\tau_1 - t_0) \cdot R_H - (\tau_2 - t_0) \cdot R_y}{R_H^2 - R_y^2}, \quad (34)$$

$$q_2^H = \frac{(\tau_2 - t_0) \cdot R_H - (\tau_1 - t_0) \cdot R_y}{R_H^2 - R_y^2}, \quad (35)$$

Суммарные удельные потери теплоты двух неизолированных трубопроводов определяется по формуле:

$$q^H = q_1^H + q_2^H, \quad (36)$$

Определяется эффективность тепловой изоляции по формуле:

$$\eta = \frac{q^H - q^H}{q^H} \cdot 100\%, \quad (37)$$

Участок 1:

$$\lambda_{и1} = 0,016 \cdot 1 = 0,016 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К});$$

$$d_{и1} = 0,076 + 2 \cdot 0,09 = 0,256 \text{ м};$$

$$d_{и2} = 0,076 + 2 \cdot 0,08 = 0,236 \text{ м};$$

$$d_{пс1} = 0,256 + 2 \cdot 0,006 = 0,268 \text{ м};$$

$$d_{пс2} = 0,236 + 2 \cdot 0,006 = 0,248 \text{ м};$$

$$R_{гp1} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,76} \cdot \ln \frac{4 \cdot 1,2}{0,268} = 0,26 \text{ (м} \cdot \text{°C)}/\text{Вт};$$

$$R_{гp2} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,76} \cdot \ln \frac{4 \cdot 1,2}{0,248} = 0,27 \text{ (м} \cdot \text{°C)}/\text{Вт};$$

$$R_{и1} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,016} \cdot \ln \frac{0,256}{0,076} = 12,09 \text{ (м} \cdot \text{°C)}/\text{Вт};$$

$$R_{и2} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,016} \cdot \ln \frac{0,236}{0,076} = 11,28 \text{ (м} \cdot \text{°C)}/\text{Вт};$$

$$R_{пс1} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,016} \cdot \ln \frac{0,268}{0,256} = 0,041 \text{ (м} \cdot \text{°C)}/\text{Вт};$$

$$R_{пс2} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,175} \cdot \ln \frac{0,248}{0,236} = 0,045 \text{ (м} \cdot \text{°C)}/\text{Вт};$$

$$R_1 = 0,26 + 12,09 + 0,041 = 12,391 \text{ (м} \cdot \text{°C)}/\text{Вт};$$

$$R_2 = 0,27 + 11,28 + 0,045 = 11,595 \text{ (м} \cdot \text{°C)}/\text{Вт};$$

$$R_y = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,76} \cdot \ln \sqrt{\left(\frac{2 \cdot 1,2}{0,3}\right)^2 + 1} = 0,188 \text{ (м} \cdot \text{°C)}/\text{Вт};$$

$$q_1 = \frac{(61,1 - 6,95) \cdot 11,595 - (50,6 - 6,95) \cdot 0,188}{12,391 \cdot 11,595 + 0,188^2} = 4,31 \text{ Вт}/\text{м};$$

$$q_2 = \frac{(50,6 - 6,95) \cdot 12,391 - (61,1 - 6,95) \cdot 0,188}{12,391 \cdot 11,595 + 0,188^2} = 3,69 \text{ Вт}/\text{м};$$

$$q^H = 4,31 + 3,69 = 8 \text{ Вт/м};$$

$$R_{\text{гр.н.}} = R_H = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,76} \cdot \ln \frac{4 \cdot 1,2}{0,076} = 0,375 \text{ (м} \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$q_1^H = \frac{(61,1 - 6,95) \cdot 0,375 - (50,6 - 6,95) \cdot 0,188}{0,375^2 - 0,188^2} = 114,91 \text{ Вт/м};$$

$$q_2^H = \frac{(50,6 - 6,95) \cdot 0,375 - (61,1 - 6,95) \cdot 0,188}{0,375^2 - 0,188^2} = 58,53 \text{ Вт/м};$$

$$q^H = 114,91 + 58,53 = 173,44 \text{ Вт/м};$$

$$\eta = \frac{173,44 - 8}{173,44} \cdot 100\% = 95,39\%.$$

КПД тепловой изоляции составил 95,39%, что выше 92%, а значит эффективность ее высокая.

Участок 2:

$$\lambda_{и1} = 0,016 \cdot 1 = 0,016 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)};$$

$$d_{и1} = 0,038 + 2 \cdot 0,08 = 0,198 \text{ м};$$

$$d_{и2} = 0,038 + 2 \cdot 0,07 = 0,178 \text{ м};$$

$$d_{пс1} = 0,198 + 2 \cdot 0,006 = 0,21 \text{ м};$$

$$d_{пс2} = 0,178 + 2 \cdot 0,006 = 0,19 \text{ м};$$

$$R_{\text{гр1}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,76} \cdot \ln \frac{4 \cdot 1,2}{0,21} = 0,28 \text{ (м} \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$R_{\text{гр2}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,76} \cdot \ln \frac{4 \cdot 1,2}{0,19} = 0,29 \text{ (м} \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$R_{и1} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,016} \cdot \ln \frac{0,198}{0,038} = 16,43 \text{ (м} \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$R_{и2} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,016} \cdot \ln \frac{0,178}{0,038} = 15,37 \text{ (м} \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$R_{пс1} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,016} \cdot \ln \frac{0,21}{0,198} = 0,054 \text{ (м} \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$R_{пс2} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,175} \cdot \ln \frac{0,19}{0,178} = 0,059 \text{ (м} \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$R_1 = 0,28 + 16,43 + 0,054 = 16,76 \text{ (м} \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$R_2 = 0,29 + 15,37 + 0,059 = 15,72 \text{ (м} \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$R_y = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 1,76} \cdot \ln \sqrt{\left(\frac{2 \cdot 1,2}{0,25}\right)^2 + 1} = 0,205 \text{ (м} \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$q_1 = \frac{(60 - 6,95) \cdot 15,72 - (50 - 6,95) \cdot 0,205}{16,76 \cdot 15,72 + 0,205^2} = 3,13 \text{ Вт/м};$$

$$q_2 = \frac{(50 - 6,95) \cdot 16,76 - (60 - 6,95) \cdot 0,205}{16,76 \cdot 15,72 + 0,205^2} = 2,69 \text{ Вт/м};$$

$$q^H = 3,13 + 2,69 = 5,82 \text{ Вт/м};$$

$$R_{\text{гр.н.}} = R_H = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,76} \cdot \ln \frac{4 \cdot 1,2}{0,038} = 0,438 \text{ (м} \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$q_1^H = \frac{(60 - 6,95) \cdot 0,438 - (50 - 6,95) \cdot 0,205}{0,438^2 - 0,205^2} = 96,22 \text{ Вт/м};$$

$$q_2^H = \frac{(50 - 6,95) \cdot 0,438 - (60 - 6,95) \cdot 0,205}{0,438^2 - 0,205^2} = 53,25 \text{ Вт/м};$$

$$q^H = 96,22 + 53,25 = 149,47 \text{ Вт/м};$$

$$\eta = \frac{149,47 - 5,82}{149,47} \cdot 100\% = 96,1\%.$$

КПД тепловой изоляции составил 96,1%, что выше 92%, а значит эффективность ее высокая.

3.7 Условия прокладки теплотрассы

Четырехтрубная система теплоснабжения прокладывается под землей бесканально. На вводе в здание и котельной располагаются щитовые неподвижные опоры, между опорами используются участки самокомпенсации.

Основанием выбора подземной бесканальной прокладки является малая протяженность теплотрассы и низкая стоимость, в отличие от канальной прокладки.

На основе монтажной схемы строится продольный профиль по [15]. На котором показывают тепловую трассу на местности, где указывают глубину заложения трубопровода, его протяженность, уклон и крепление неподвижных опор.

Трубопровод прокладывают на глубине заложения 1,2 м и с минимальным уклоном 0,002.

4 Котельная

4.1 Разработка и описание схемы котельной

Котельная автоматизированная блочная тип PROMSTANDART [16] предназначенная для теплоснабжения и горячего водоснабжения зданий различного назначения. Котельная предназначена для эксплуатации в районах с умеренным и холодным климатом при температуре наружного воздуха от +45°С и до -40°С.

По взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории «Г», степени огнестойкости III.

Она подключена к потребителю с помощью четырехтрубной системы теплоснабжения.

«Имеет металлический каркас с пожаробезопасным утепленным слоем, обшитым профлистом толщиной 50 мм. Корпус котельной имеет окна, входную дверь, жалюзийную решетку и дефлектор.» [16].

В блочной котельной располагается следующее оборудование: 2 газовых котла, емкостной водонагреватель, 4 сетевых насоса, 2 подпиточных насоса, система химводоочистки и компрессор для системы Т1 и Т2.

4.2 Расчет и подбор оборудования

Подбор котельного агрегата:

В соответствии с [17] котел подбирается на суммарную тепловую нагрузку отопления и вентиляции, она составила 119 кВт.

На основе тепловой нагрузки было подобрано 2 газовых котельных агрегатов типа RS-A 60 (60 кВт), это обусловлено тем, что при неисправности одного из оборудования, продолжалось теплоснабжение детского сада, но с меньшей температурой, а также с целью уменьшить износ котла, распределив нагрузку на два оборудования.

Преимущества и особенности котельного оборудования RS-A 60:

«Высокий КПД и значительная тепловая мощность при небольших габаритах и малом весе за счет конструктива теплообменника.

Удобства монтажа, текущей эксплуатации и обслуживания. Низкий уровень шума и выброса вредных веществ. Высокая скорость теплоносителя внутри конструкции котла (2-3 м/с) минимизирует образование накипи и снижает затраты на химводоподготовку.

Отлично подходят для монтажа крышных котельных. Возможно использование в качестве топлива сжиженного газа (пропан-бутан) На котле устанавливается микрофакельная многорожковая атмосферная горелка обеспечивающая экономичное сжигание топлива. Котлы окрашиваются полимерной порошковой краской. Котлы оснащаются автоматикой с газовыми клапанами Honeywell (США) и SIT (Италия), которая обеспечивает:

- автоматическое поддержание уровня температуры воды;
- выключение горелки при выходе за пределы контролируемых параметров;
- световую сигнализацию состояния.» [32].

Таблица 5 – Технические характеристики котла RS-A 60

Марка котла	RS-A 60
Тепловая мощность, кВт	60
КПД, %	93
Давление газа на входе, мм.вод.ст	природный газ 250 сжиженный газ > 280
Расход газа	природного газа, м ³ /ч 7,0 сжиженного газа, кг/ч 5,2
Давление теплоносителя	0,6
Гидравлическое сопротивление, МПа	0,03
Температура уходящих газов, °С	110
Масса, не более кг	165
Потребляемая мощность, Вт	20
Внутренний диаметр дымохода, мм	200
Габариты ДхШхВ, мм	983х483х1053
Диаметр присоединение газ/вода, мм	20/32

Подбор емкостного водонагревателя для системы ГВС:

Для системы ГВС подбирается емкостной водонагреватель, т.к

котельные агрегаты плохо работают на открытый контур.

Подбор осуществляется по максимальной часовой тепловой нагрузке, равная 19,8 кВт. Был подобран промышленный газовый водонагреватель ARISTON NHRE 18 [19], объем составляет 185 л, а мощность 22 кВт.

Газовый водонагреватель ARISTON NHRE 18 – надежный, экономичный прибор напольного монтажа для обеспечения горячей водой в больших объемах, в том числе в нескольких точках разбора. Водонагреватель работает на магистральном или сжиженном газу даже при низком давлении и без подключения к электросети. Обеспечит постоянную температуру воды вне зависимости от расхода и даже при низком давлении и температуре воды на входе, что немаловажно для эксплуатации в российских условиях.

Таблица 6 – Характеристики ARISTON NHRE 18

Объем, л	185
Мощность, кВт	22,0
Тип розжига	Пьезо
Время первичного нагрева, мин	34
Тип камеры сгорания	открытая
Габариты ДхШхВ, мм	781x700x1525

Подбор системы химводоочистки:

Артезианские воды имеют исключительно стабильный состав и характерно повышенное содержание следующих веществ:

- железо,
- кальций,
- марганца,
- магния,
- калия,
- натрия.

Система обработки воды включает следующие фильтры:

- механической очистки (фильтры сетчатые, дисковые, мешочные)

– аэрации и обезжелезивания (безреагентные и реагентные установки обезжелезивания)

– умягчения;

Для механической очистки был подобран дисковый фильтр Айсберг 1”, со степенью очистки 130 мкм и производительностью 6 м³/ч [20].

Для аэрации и обезжелезивания была подобрана реагентная система обезжелезивания Айсбер, с производительностью 1,1 м³/ч. Работа системы основана на каталитическом окислении ионов железа и марганца. В качестве реагента используется перманганат калия [20].

Для умягчения воды используется магнитный смягчитель воды Aquamax XCAL Megamax. Качественно умягчает воду, защищает нагревательные элементы техники от образования накипи, которая со временем разрушает оборудование. Он работает при помощи высокого магнитного поля. Молекулы жесткости, содержащиеся в воде, расщепляются и больше не способны образовывать накипь [21].

Подбор насосного оборудования:

Подбор сетевого насоса для обеспечения системы Т1, Т2 осуществляется на следующие параметры: Н = 11,56 м, G = 5,13 м³/ч. По каталогу [22] был подобран следующий насос типа Grundfos UPS 50-180 F B 280. Для бесперебойной работы устанавливается резервный насос такой же марки. Характеристика насоса представлена в приложении Д.

Подбор сетевого насоса для обеспечения системы Т3, Т4 осуществляется на следующие параметры: Н = 16,79 м, G = 4,24 м³/ч. По каталогу [22] был подобран следующий насос типа CME 5-3 A-R-I-E-AQQE U-A-D-N. Для бесперебойной работы устанавливается резервный насос такой же марки. Характеристика насоса представлена в приложении Е.

Подбор подпиточного насоса для обеспечения систем Т1, Т2, Т3, Т4 осуществляется на следующие параметры: Н = 5,85 м, G = 2,7 м³/ч. По каталогу [22] был подобран следующий насос типа MAGNA3 25-60. Для

бесперебойной работы устанавливается резервный насос такой же марки. Характеристика насоса представлена в приложении Ж.

Для промывки системы отопления используется поршневой компрессор К-11-07. Характеристика компрессора приведена в таблице 7 по [23].

Таблица 7 – Характеристики поршневого компрессора

Модель	Поршневой компрессор К-11-07
Мощность двигателя, кВт	2,2
Произв-ть на входе, л/мин	430
Давление, атм	7
Страна производства	Россия
Объем ресивера, литров	60
Тип двигателя	Электро 380В
Масляный/Безмасляный	Масляный
Тип привода	Ременной
Наличие колес	Да
Наличие осушителя	Нет
Габариты (ДхШхВ), мм	1050 x 500 x 920
Масса, кг	100

5 Контроль и автоматизация

Основной задачей автоматики в блочной котельной является защита системы от аварии и разрегулировки. Управление котлами и насосами в блочной котельной осуществляется с помощью контроллера, без вмешательства человека, выбирая экономичный режим работы. Котлы на основе параметров наружного воздуха автоматически корректирует температуру теплоносителя.

«КТР-121 – это контроллер с готовыми алгоритмами для автоматизации котельной. Подходит для установки в блочно-модульных, стационарных, крышных водогрейных котельных, а также котельных с котлами наружного размещения и котельных с пристроенным ИТП. Управление горелкой осуществляется через встроенный менеджер горения. Контроллер управляет модулируемыми, одноступенчатыми, двухступенчатыми и трехступенчатыми горелками. По типу топлива поддерживаются газовые, жидкотопливные, комбинированные и электрические горелки.» [24].

«Алгоритмы КТР-121 разделены по задачам автоматизации котельной. Линейка состоит из трех групп алгоритмов:

- КТР-121.01 – автоматика котла.
- КТР-121.02 – автоматика котельной.
- КТР-121.03 – автоматика отопления и ГВС.

Объединяя различные алгоритмы КТР-121 в единую систему, можно получить решение для сложных схем котельных. Комбинации алгоритмов позволяют подобрать оптимальный набор автоматики для котельной.» [24].

В данном проекте были подобраны по [24] следующие контроллеры автоматизации: КТР-121.220.01.10, 2шт; КТР-121.220.02.41 1 шт.

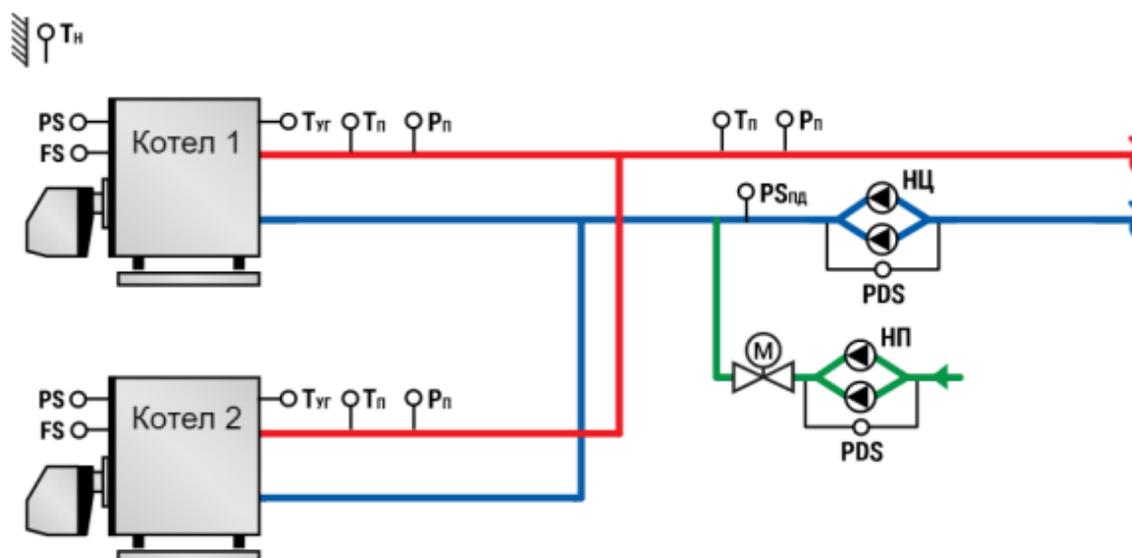


Рисунок 2 – Схема автоматизации котельной

«Тп – температура в подающем трубопроводе; Тн – температура наружного воздуха; Тоб – температура в обратном трубопроводе; Туг – температура уходящих газов; Рп – давление в подающем трубопроводе; PDS – реле перепада давления; PS – реле давления; FS – реле протока; НЦ – насос циркуляции; НП – насос системы подпитки; PSпд – реле давления подпитки (прессостат); М – клапан регулирующий с электроприводом» [24].

Котловые регуляторы КТР-121.01 преимущества:

- Регулирование температуры теплоносителя на выходе котла.
- Защита от тактования котла.
- Совместимость с одно-, двух-, трехступенчатыми или модулируемыми горелками.
- Контроль давления теплоносителя.
- Защита водогрейного котла от конденсата.
- Удаленное управление котлом.
- Контроль аварий горелки.

Каскадные регуляторы КТР-121.02 преимущества:

- Регулирование температуры теплоносителя в общем трубопроводе.
- Погодозависимое регулирование по отопительному графику.

- Управление каскадом до 4-х котлов.
- Защита от тактования котлов.
- Совместимость с одно-, двух-, трехступенчатыми или модулируемыми горелками.
- Защита водогрейных котлов от конденсата.
- Автоматическая смена ведущего котла по времени наработки.
- Контроль аварий горелки.
- Контроль безопасности котельной (Пожар, Загазованность, Давление газа на вводе, Взлом).
- Контроль давления теплоносителя в общем трубопроводе.
- Управление насосами циркуляции в сетевом контуре. Ротация и ввод резерва.
- Управление подпиткой системы.

6 Организация монтажных работ

Монтаж систем разбит на захваты следующим образом: 1 захватка – монтаж системы ГВС; 2 – монтаж системы теплоснабжения; 3 – монтаж котельной.

Таблица 7 – Объем монтажных работ

№ п/п	Наименование процесса	Обоснование ЕНиР	Ед. изм.	Объем работ
1 захватка (Система ГВС)				
1	Разметка мест прокладки трубопроводов	Е9-1-1 [25]	100 м	3,92
2	Прокладка стальных трубопроводов	Е9-1-2 [25]	1 м	392
3	Установка полотенцесушителей и блоков полотенцесушителей	Е9-1-9 [25]	1 шт	12
4	Установка санитарных приборов	Е9-1-16 [25]	1 шт	91
5	Установка разной арматуры	ГЭСН 16-05-001 [26]	1 шт	209
6	Ручная дуговая сварка	Е22-2-1 [27]	1 стык	139
7	Испытание трубопроводов	Е9-1-8 [25]	100 м	3,92
2 захватка (Система теплоснабжения)				
1	Укладка стальных трубопроводов	Е9-2-1 [28]	1 м	130
2	Тепловая изоляция стальных трубопроводов	Е9-2-13 [28]	1 м	130
3	Установка задвижек	Е9-2-16 [28]	1 шт	2
4	Ручная дуговая сварка	Е22-2-1 [27]	1 стык	14
5	Испытание трубопроводов	Е9-2-9 [28]	1 м	130
3 захватка (Котельная)				
1	Монтаж котлов	Е9-1-23 [25]	1 шт	2
2	Установка газогорелочных устройств	Е9-1-26 [25]	1 шт	2
3	Монтаж автоматических устройств	Е9-1-27 [25]	1 шт	2
4	Испытание котлов	Е9-1-24 [25]	1 шт	2
5	Монтаж насосов	Е34-23 [29]	1 шт	2

Таблица 8 – Потребность в материалах, изделиях, деталях и оборудовании

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	
1 хватка (Система ГВС)				
1	Трубопровод стальной диаметром:	п.м.		
	15			66,3
	20			192,2
	25			99,5
	32		34,3	
2	Полотенцесушители	шт.	12	
3	Санитарные приборы:	шт.		
	Смеситель для умывальников			44
	Смеситель для моек			27
	Смеситель для душа (с душевой сеткой)		10	
4	Арматура:	шт.		
	Клапан запорный муфтовый:			
	15			20
	20			6
	Кран шаровой муфтовый:			
	15			38
20	94			
	25	45		
	32	21		
2 хватка (Система теплоснабжения)				
1	Трубопровод стальной диаметром 89х3,5	п.м.	130	
2	Изоляция для труб Ду80 толщина 25 мм	м ³	1,1	
4	Задвижка клиновья фланцевая Ду80	шт.	2	
5	Скользьящие опоры	шт.	34	
6	Кронштейны	шт.	4	
7	Утепленная камера	шт.	1	
8	Колодец	шт.	1	
3 хватка (Котельная)				
1	Котел	шт.	2	
2	Насос	шт.	2	

Таблица 9 – Трудоемкость монтажных работ

№	Наим. работ	Ед. изм.	Обоснование	Н _{вр} , чел.- час	Т _р , чел/дни		Всего, чел.-дни	Состав
					V	Чел.-дни		
1 захватка (Система ГВС)								
1	Разметка мест прокладки трубопроводов	100 м	Е9-1-1	1,3	3,92	0,62	0,62	6 разр.-1
2	Прокладка стальных трубопроводов	1 м	Е9-1-2	0,14	392	6,69	6,69	4 разр.-1
3	Установка полотенцесушителей и блоков полотенцесушителей	1шт	Е9-1-9	0,28	12	0,41	0,41	4 разр.-1
4	Установка санитарных приборов	1 шт	Е9-1-17	1,3	91	14,43	14,43	4 разр.-1
5	Установка разной арматуры	1 шт	ГЭСН 16-05-001	0,47	209	11,98	11,98	3, 4 разр.-1
6	Ручная дуговая сварка	1 стык	Е22-2-1	0,06	139	1,02	1,02	3,4,5 и 6 разр.-1 Электросварщик РС
7	Испытание трубопроводов	100 м	Е9-1-8	2,5	3,92	1,20	1,20	4,5 и 6 разр.-1
2 захватка (Система теплоснабжения)								
1	Укладка стальных трубопроводов	1 м	Е9-2-1	0,02	130	0,32	0,32	3, 5 разр.-1
2	Тепловая изоляция стальных трубопроводов	1 м	Е9-2-13	0,43	130	6,82	6,82	2, 4 разр.-1
3	Установка щитовых опор	шт	Е9-2-18	0,82	2	0,20	0,20	3, 5 разр.-1
4	Ручная дуговая сварка	1 стык	Е22-2-1	0,06	14	0,10	0,10	3,4,5 и 6 разр.-1 Электросварщик РС
5	Испытание трубопроводов	1 м	Е9-2-9	0,1	130	1,59	1,59	3, 5 разр.-1 4 разр.-1
3 захватка (Котельная)								
1	Монтаж котлов	1 шт	Е9-1-23	2,7	2	0,66	0,66	5, 6 разр. -1 3, 4 разр. -2
2	Установка газогорелочных устройств	1 шт	Е9-1-26	5,1	2	1,24	1,24	4, 6 разр.-1
3	Монтаж автоматических устройств	1 шт	Е9-1-27	11,5	2	2,80	2,80	4, 6 разр.-1
4	Испытание котлов	1 шт	Е9-1-24	3,9	2	0,95	0,95	4, 6 разр.-1
5	Монтаж насосов	1 шт	Е34-23	22,4	2	5,46	5,46	2, 4 и 6 разр.-1

Таблица 10 – Ведомость необходимых станков, механизмов и инструментов

№ п/п	Наименование	ГОСТ или марка	Кол-во
1	Экскаватор	-	1
2	Автомобильный кран на специальных шасси	-	1
3	Перфоратор (1 кВт)	-	2
4	Набор отверток	-	2
5	Плоскогубцы	-	2
6	Уровень металлический (300 мм)	-	5
7	Молоток слесарный А5	-	5
8	Ключ разводной	-	2
9	Набор гаечных ключей	-	2
10	Киянка	-	2
11	Кувалда тупоносая (2 кгс)	-	2
12	Метр складной металлический	-	5
13	Отвес-рулетка	-	2
14	Ручные ножницы для резки тонких металлических листов	-	2
15	Пресс-инструмент ручной VALTEC	-	2
16	Электрическая сверлильная машина ИЭ-1012	-	4
17	Облегченный сроп	-	4
18	Кернер	-	2
19	Скарпель	-	2

7 Безопасность и экологичность технического объекта

В данном разделе был разработан технологический паспорт объекта. Определив технологические работы определяются вредные производственные факторы и их источник, а также разрабатываются меры по их предотвращению по [30]. Были разработаны организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности по [31].

Таблица 11 – Технологический паспорт объекта

№	Вид выполняемых работ	Тех. операция.	Наим. должности рабочего	Оборудование	Материалы
1	Монтаж системы ГВС	Сварка стальных труб	Электросварщик	Сварочный аппарат для электродуговой сварки	Металл
		Работа с перфоратором	Монтажник системы ГВС	Перфоратор	Пыль
2	Монтаж системы теплоснабжения	Укладка трубопроводов	Монтажник системы теплоснабжения	Подъемник, строительный уровень	
		Сварка стальных труб	Электросварщик	Сварочный аппарат для электродуговой сварки	Металл

Таблица 12 – Идентификация профессиональных рисков.

№	Вид выполняемых работ	Вредный производственный фактор	Источник вредного производственного фактора
1	Монтаж системы ГВС	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Работа с перфоратором, сварка трубопроводов
		Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Сварочные работы
		Повышенный уровень шума на рабочем месте	Работа с перфоратором
		Монотонность труда	Большой фронт работ при однотипном рабочем режиме

Продолжение таблицы 12

2	Монтаж системы теплоснабжения	повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации;	Работа эксковатора, работа крана
		повышенная или пониженная подвижность воздуха;	Работа вне помещения
		Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Сварка трубопроводов, пыль
		Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Сварочные работы

Таблица 13 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов (уже реализованных и дополнительно или альтернативно предлагаемых для реализации в рамках дипломного проекта).

№	Вредный производственный фактор	Средства защиты, частичного снижения вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Гигиеническое нормирование содержание аэрозолей в воздухе рабочей зоны	Костюм хлопчатобумажный для защиты от общих производственных загрязнений
2	Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Правильная эксплуатация сварочного аппарата, средства защиты	и механических воздействий; перчатки с полимерным покрытием; сапоги резиновые, сварочная маска
3	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Статическая и динамическая балансировка прибора	
4	Монотонность труда	Ликвидация ручных операций, уменьшение темпа работы, лечебно-профилактические мероприятия	
5	Повышенный уровень шума	Использование звукоизолирующих устройств, ограничение по времени использования экскаватором, краном	Звукоизолирующие наушники
6	Повышенный уровень вибраций	Ограничение по времени использования перфоратора, перерывы в работе	
7	Риск получения удара электрическим током	Использование инструментов с диэлектрическим покрытием	Перчатки из диэлектрических материалов, инструмент с диэлектрическим покрытием

Таблица 14 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Средства индивидуальной защиты при пожаре	Пожарный инструмент	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Огнетушители, вода и песок	Респиратор, фильтрующий самоспасатель	Пожарный щит, песок, огнетушитель	Пожарная сигнализация

Таблица 15 – Идентификация классов и опасных факторов жизни

№	Участок	Оборуд.	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Сварка трубопроводов	Сварочный аппарат	А	Пламя и искры; повышенная концентрация токсичных пониженная концентрация кислорода; повышенная температура окружающей среды; продуктов горения и термического разложения;	Вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудовани, агрегатов, изделий и т.п.

Таблица 16 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Монтаж системы ГВС, теплоснабжения и котельной	Организация пожарной охраны, организация ведомственных служб пожарной безопасности; разработка и реализация норм и правил пожарной безопасности, инструкций о порядке обращения с пожароопасными веществами и материалами, о соблюдении противопожарного режима и действиях людей при возникновении пожара изготовление и применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности	На каждом объекте должны быть разработаны инструкции мерах пожарной безопасности; все работники организации должны допускаться к работе только после прохождения инструктажа

Заключение

В данной бакалаврской работе было запроектированная система горячего водоснабжения и теплоснабжения детского сада от блочной котельной сельского поселения Узюково. Были решены следующие задачи:

- Подобраны исходные данные для проектирования;
- Сконструирована и рассчитана система горячего водоснабжения;
- Определены расчетные тепловые нагрузки здания;
- Сконструирована и рассчитана тепловая сеть;
- Разработано и подобрано оборудование котельной;
- Разработана схема автоматизации котельной;
- Определены объемы и трудоемкость строительно-монтажных работ;
- Разработан комплекс мер по безопасности ведения монтажных работ на проектируемом объекте.

Все задачи были решены, цель данной работы была достигнута.

Список используемых источников

1. СП 131.13330.2020. Свод правил. Строительная климатология [Электронный ресурс]. – Введ. 2021-06-25. Режим доступа: <https://dokipedia.ru/document/5348621>
2. ГОСТ 3262-75. Межгосударственный стандарт. Трубы стальные водогазопроводные. [Электронный ресурс]. – Введ. 1977-01-01. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200001411>
3. КОРФ GESCHEIT [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://lavka-s.ru/images/instrukciya_kr532_12d_kr533_12d.pdf
4. СП 30.13330.2020. Внутренний водопровод и канализация зданий [Электронный ресурс]. – Введ. 2021-07-01. Режим доступа: <http://sniprf.ru/sp30-13330-2020>
5. ГОСТ 300494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Электронный ресурс]. – Введ. 2013-01-01. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200095053>
6. ГОСТ 21.602-2016. Межгосударственный стандарт. Правила выполнения рабочей документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования [Электронный ресурс]. – Введ. 2017-07-01. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200142447>
7. Valtec. Инженерная сантехника [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://valtec.ru/client/designer.html>
8. СП 252.1325800.2016. Свод правил. Здания дошкольных образовательных организаций [Электронный ресурс]. – Введ. 2017-02-18. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200139949>
9. Valtec. Инженерная сантехника. Калькулятор расчета балансировочного клапана [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://valtec.ru/document/calculate/kalkulyator_rascheta_balansirovochnogo_klapana.html

10. Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей / под ред. А.А. Николаева. – М.: Стройиздат, 1965.- 84 с.

11. ГОСТ 10704-91. Межгосударственный стандарт. Требы стальные электросварные прямошовные [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200001409>

12. Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям / А.П. Сафонов. 2-е изд., перераб. / А.П. Сафонов. – М.: Энергия, 1968. – 152 с

13. СП 61.13330.2012. Свод правил. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013-01-01. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200091050>

14. СП 25.13330.2020 Свод правил. Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах [Электронный ресурс]. – Введ. 2021-07-01. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573659326>

15. ГОСТ 21.705-2016. Межгосударственный стандарт. Правила выполнения рабочей документации тепловых сетей [Электронный ресурс]. – Введ. 2021-07-01. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200143003>

16. ГК PROMSTANDART. Производитель и поставщик газорегуляторного и котельного оборудования [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://xn--80aahf2amifikghnf.xn--p1ai/produktsiya/kotelnye_ustanovki_promstandart/

17. СП 89.13330.2016. Свод правил. Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35-76 [Электронные ресурс]. – Введ. 2017-06-17. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456054199>

18. Паспорт. Руководство. Котел стальной водогрейный RS-A 60 [Электронные ресурс]. Режим доступа: https://ural-power.info/uploads/rsa40_60_E.pdf

19. ARISTON. Дом экологичного комфорта [Электронные ресурс]. Режим доступа: <https://www.ariston.com/ru-ru/>

20. ВАГНЕР – Екатеринбург [Электронные ресурс]. Режим доступа: <https://vagner-ural.ru/katalog/118430/diskovye-filtry-kitay/>

21. Альфа. Фильтр [Электронные ресурс]. Режим доступа: <https://alfafiltr.com/magnitnyij-smyagchitel-vodyi-aquamax-xcal-megamax.html>

GRUNDFOS. Подбор насоса [Электронные ресурс]. Режим доступа: <https://product-selection.grundfos.com/ru>

23. Рутектор [Электронные ресурс]. Режим доступа: <https://rutector.ru/products/porshnevoi-kompressor-s-remennim-privodom-k-11-07>

24. ОВЕН. Оборудование для автоматизации [Электронные ресурс]. Режим доступа: <https://owen.ru/product/ktr121>

25. ЕНиР. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е9 Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Выпуск 1 Санитарно-техническое оборудование зданий и сооружений [Электронный ресурс]. – Введ. 1986-12-05. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data1/2/2569/index.htm>

26. ГЭСН 16-05-001-01. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы. Установка вентилей, задвижек, затворов, клапанов обратных, кранов проходных на трубопроводах из стальных труб диаметром: до 25 мм [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.defsmeta.com/rgsn/gsn_16/giesn-16-05-001-01.php

27. ЕНиР. . Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е22 Сварочные работы. Выпуск 2 Трубопроводы [Электронный ресурс]. – Введ. 1986-12-05. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data1/2/2569/index.htm>

28. ЕНиР. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е9 Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Выпуск 2 Наружные сети и сооружения [Электронный ресурс]. – Введ. 1986-12-05. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data1/2/2570/index.htm>

29. ЕНиР. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е34 Монтаж компрессоров, насосов и вентиляторов [Электронный ресурс]. – Введ. 1986-12-05. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data1/2/2613/index.htm>

30. ГОСТ 12.0.003-2015. Межгосударственный стандарт. Опасные и вредные производственные факторы [Электронный ресурс]. – Введ. 2017-06-17. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071>

31. ГОСТ Р 12.0.010-2009. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков [Электронный ресурс]. – Введ. 2017-03-17. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071>

32. ROSSEN [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://rossen.su/>

33. Усманова Е.А. Горячее водоснабжение жилого дома. Электронное учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы / Усманова. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2017. Режим доступа: https://dspace.tltsu.ru/bitstream/123456789/6191/1/Usmanova_EUMI_Z.pdf

Приложение А

Подбор балансировочного клапана



Расход воды: 0,055 м³/час

Требуемый перепад давления: 2,535 кПа

Диаметр клапана Ду; мм: 15

Настройка клапана

Фактическая потеря давления 2.62 кПа
Kv = 0.34 м³/час
Настройка клапана = 4



Рисунок А.1 – Подбор балансировочного клапана для участка 3,3'



Расход воды: 0.0549 м³/час

Требуемый перепад давления: 0.392 кПа

Диаметр клапана Ду; мм: 15LF

Настройка клапана

Фактическая потеря давления 0.39 кПа
Kv = 0.88 м³/час
Настройка клапана = 65



Рисунок А.2 – Подбор балансировочного клапана для участка 4,3'

Продолжение Приложения А



Расход воды: 0,0885 м³/час

Требуемый перепад давления: 4,175 кПа

Диаметр клапана Ду; мм: 15

Настройка клапана

Фактическая потеря давления 4.44 кПа

$K_v = 0.42$ м³/час

Настройка клапана = 4

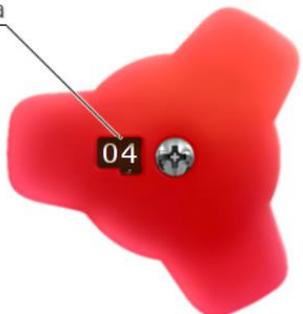


Рисунок А.3 – Подбор балансировочного клапана для участка 5,3’



Расход воды: 0,048 м³/час

Требуемый перепад давления: 10,93 кПа

Диаметр клапана Ду; мм: 15LF

Настройка клапана

Фактическая потеря давления 11.76 кПа

$K_v = 0.14$ м³/час

Настройка клапана = 5

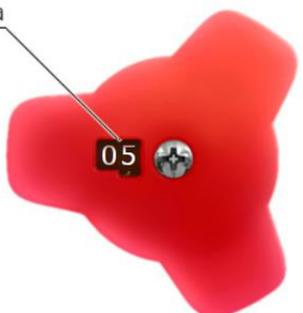


Рисунок А.4 – Подбор балансировочного клапана для участка 6,3’

Продолжение Приложения А



Рисунок А.5 – Подбор балансировочного клапана для участка 16'



Рисунок А.6 – Подбор балансировочного клапана для участка 8,2'

Продолжение Приложения А



Расход воды: 0,059 м³/час

Требуемый перепад давления: 0,3 кПа

Диаметр клапана Ду; мм: 15LF

Настройка клапана



Фактическая потеря давления 0.30 кПа
Kv = 1.08 м³/час
Настройка клапана = 92

Рисунок А.7 – Подбор балансировочного клапана для участка 10,2'



Расход воды: 0,0323 м³/час

Требуемый перепад давления: 0,0683 кПа

Диаметр клапана Ду; мм: 15

Настройка клапана



Фактическая потеря давления 0.07 кПа
Kv = 1.21 м³/час
Настройка клапана = 7

Рисунок А.8 – Подбор балансировочного клапана для участка 7,3

Продолжение Приложения А



Расход воды: 0,0224 м³/час

Требуемый перепад давления: 0,05 кПа

Диаметр клапана Ду; мм: 15

Настройка клапана

Фактическая потеря давления 0.05 кПа
Kv = 0.98 м³/час
Настройка клапана = 6



Рисунок А.9 – Подбор балансировочного клапана для участка 8,3



Расход воды: 0,021 м³/час

Требуемый перепад давления: 0,204 кПа

Диаметр клапана Ду; мм: 20

Настройка клапана

Фактическая потеря давления 0.20 кПа
Kv = 0.47 м³/час
Настройка клапана = 4

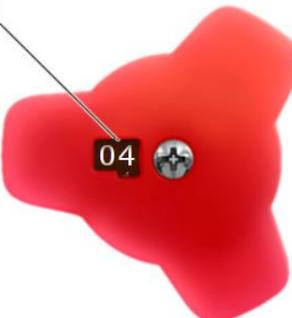


Рисунок А.10 – Подбор балансировочного клапана для участка 10,3

Продолжение Приложения А



Расход воды: м³/час ▾

Требуемый перепад давления: кПа ▾

Диаметр клапана Ду; мм: ▾

Настройка клапана

04

**Фактическая потеря
давления 0.40 кПа**

Kv = 0.47 м³/час

Настройка клапана = 4

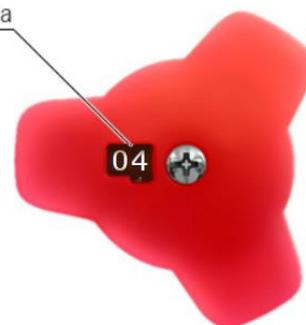


Рисунок А.11 – Подбор балансировочного клапана для участка 9,3



Расход воды: м³/час ▾

Требуемый перепад давления: кПа ▾

Диаметр клапана Ду; мм: ▾

Настройка клапана

08

**Фактическая потеря
давления 0.14 кПа**

Kv = 2.37 м³/час

Настройка клапана = 8

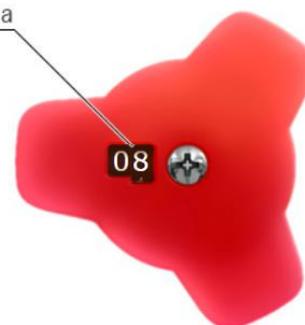


Рисунок А.12 – Подбор балансировочного клапана для участка 17'

Продолжение Приложения А



Расход воды: 0,0331 м³/час

Требуемый перепад давления: 0,0956 кПа

Диаметр клапана Ду; мм: 20

Настройка клапана

Фактическая потеря давления 0.10 кПа

$K_v = 1.06$ м³/час

Настройка клапана = 6

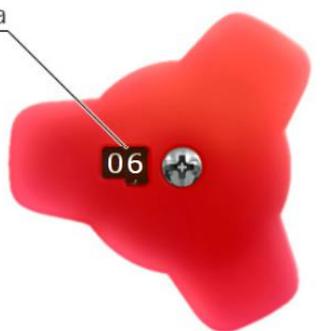


Рисунок А.13 – Подбор балансировочного клапана для участка 11,2



Расход воды: 0,0312 м³/час

Требуемый перепад давления: 0,0773 кПа

Диаметр клапана Ду; мм: 15LF

Настройка клапана

Фактическая потеря давления 0.08 кПа

$K_v = 1.12$ м³/час

Настройка клапана = 94



Рисунок А.14 – Подбор балансировочного клапана для участка 12,2

Приложение Б
Расчетная схема ГВС

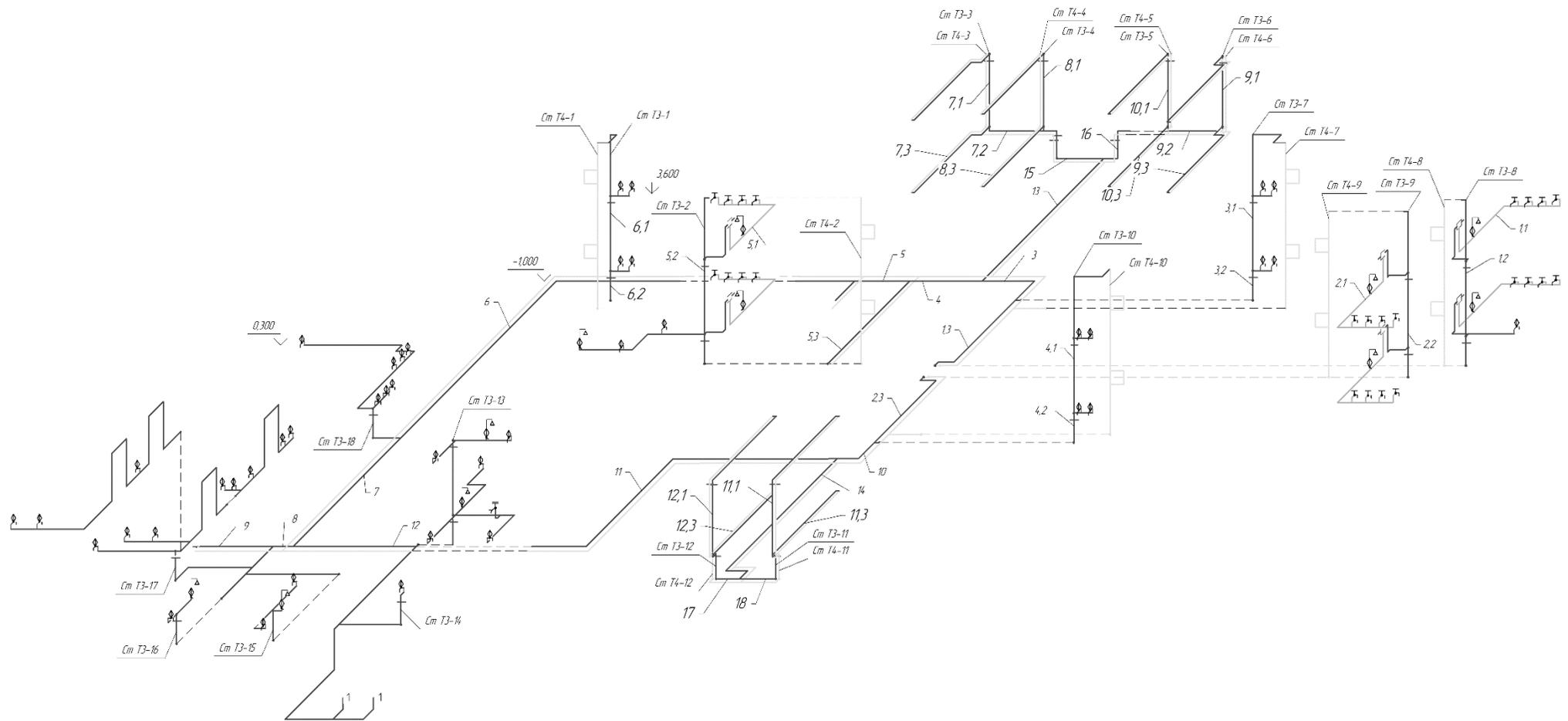


Рисунок Б.1 – Расчетная схема ГВС

Приложение В

Расчетная схема тепловой сети

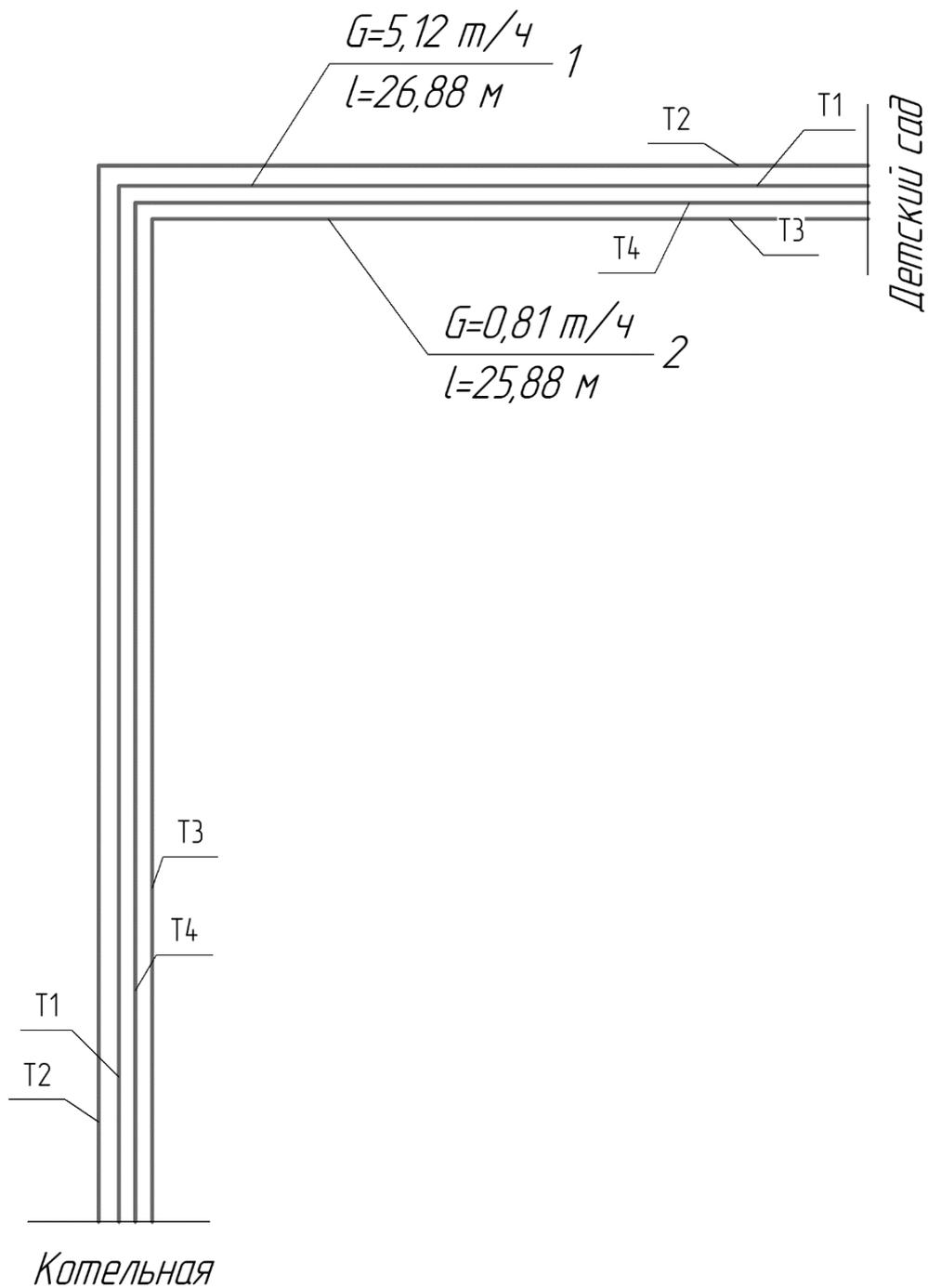


Рисунок В.1 – Расчетная схема тепловой сети

Приложение Г

Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов

Таблица Г.4 – Гидравлический расчет циркуляционных трубопроводов

Участок №	l , мм	q сир, кг/ч	D_y , мм	W_T , м/с	K_w	W , м/с	R_T , Па	K_R	R , Па	K_M	Δp , Па	$\Sigma \Delta p$, Па	$\Sigma \Delta p$, кПа
Циркуляционное кольцо через стояк 8													
9	10,2	890,7	32	0,249	1,28	0,319	30,2	1,93	58,3	0,2	713,4	713,4	0,713
8	0,88	890,7	32	0,249	1,28	0,319	30,2	1,93	58,3	0,2	61,6	775,0	0,775
7	6,77	588,6	32	0,164	1,28	0,210	14,2	1,93	27,4	0,2	222,6	997,6	0,998
6	17,88	588,6	32	0,164	1,28	0,210	13,9	1,93	26,8	0,2	575,6	1573,2	1,573
5	2,44	540,7	25	0,265	1,38	0,366	49,4	2,34	115,6	0,2	338,5	1911,7	1,912
4	3,22	452,5	25	0,222	1,38	0,306	35,2	2,34	82,4	0,2	318,3	2230,0	2,230
3	3,52	162,3	25	0,079	1,38	0,109	5,27	2,34	12,3	0,2	52,1	2282,0	2,282
1,3	6,06	107,4	20	0,086	1,48	0,127	8,4	2,77	23,3	0,5	211,5	2493,5	2,494
1,2	7,84	107,4	20	0,086	1,48	0,127	8,4	2,77	23,3	0,5	273,6	2767,2	2,767
1,1'	4,1	107,4	15	0,156	1,68	0,262	38,1	3,87	147,4	0,5	906,8	3674,0	3,674
1,2'	2,7	107,4	15	0,156	1,68	0,262	38,1	3,87	147,4	0,5	597,2	4271,1	4,271
1,3'	6,4	107,4	15	0,156	1,68	0,262	38,1	3,87	147,4	0,5	1415,5	5686,6	5,687
3'	3,52	162,3	15	0,238	1,68	0,400	83,3	3,87	322,4	0,2	1361,7	7048,3	7,048
4'	3,22	452,5	15	0,661	1,48	0,978	124	2,77	343,5	0,2	1327,2	8375,5	8,376
5'	2,44	540,7	20	0,433	1,48	0,641	596	2,77	1650,9	0,2	4833,9	13209,4	13,209
6'	17,48	588,6	20	0,472	1,48	0,699	206	2,77	570,6	0,2	11969,3	25178,8	25,179
7'	6,77	588,6	20	0,472	1,48	0,699	206	2,77	570,6	0,2	4635,7	29814,5	29,814
8'	0,88	890,7	20	0,714	1,38	0,985	463	2,34	1083,4	0,2	1144,1	30958,6	30,959
9'	10,2	890,7	25	0,436	1,38	0,602	128	2,34	299,5	0,2	3666,1	34624,7	34,625
Циркуляционное кольцо через стояк 9, $\Delta p=29039,5$ Па= $29,039$ кПа													

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.4

Участок №	l , мм	q сир, кг/ч	Dy , мм	W_T , м/с	K_w	W , м/с	R_T , Па	K_R	R , Па	K_M	Δp , Па	$\Sigma \Delta p$, Па	$\Sigma \Delta p$, кПа
12	5,47	302,1	32	0,085	1,28	0,109	4,09	1,93	7,9	0,2	51,8	51,8	0,052
11	15,16	302,1	25	0,158	1,38	0,218	16,5	2,34	38,6	0,2	702,4	754,2	0,754
10	1,94	118,5	20	0,094	1,48	0,139	10	2,77	27,7	0,2	64,5	818,7	0,819
2,3	6,08	63,7	20	0,051	1,48	0,075	2,32	2,77	6,4	0,5	58,6	877,3	0,877
2,2	7,84	63,7	20	0,051	1,48	0,075	2,32	2,77	6,4	0,5	75,6	952,9	0,953
2,1'	4,1	63,7	15	0,093	1,68	0,156	14,7	3,87	56,9	0,5	349,9	1302,7	1,303
2,2'	2,7	63,7	15	0,093	1,68	0,156	14,7	3,87	56,9	0,5	230,4	1533,1	1,533
2,3'	6,4	63,7	15	0,093	1,68	0,156	14,7	3,87	56,9	0,5	546,1	2079,3	2,079
10'	1,94	118,5	15	0,172	1,68	0,289	45,1	3,87	174,5	0,2	406,3	2485,6	2,486
11'	15,36	302,1	15	0,442	1,68	0,743	273	3,87	1056,5	0,2	19473,6	21959,2	21,959
12'	5,47	302,1	15	0,442	1,68	0,743	273	3,87	1056,5	0,2	6934,9	28894,1	28,894
Невязка: $((29,039-28,894)/29,039) \cdot 100\% = 0,5\%$ - допустимо													
Циркуляционное кольцо через стояк 7, $\Delta p=3404,6$ Па=3,405 кПа													
3,2	1,54	54,9	15	0,08	1,68	0,134	10	3,87	38,7	0,5	89,4	89,4	0,089
3,1	4,13	54,9	15	0,08	1,68	0,134	10	3,87	38,7	0,5	239,7	329,1	0,329
3,1'	3	54,9	15	0,08	1,68	0,134	10	3,87	38,7	0,5	174,2	503,3	0,503
3,2'	2,7	54,9	15	0,08	1,68	0,134	10	3,87	38,7	0,5	156,7	660,0	0,660
3,3'	3,6	54,9	15	0,08	1,68	0,134	10	3,87	38,7	0,5	209,0	869,0	0,869
Невязка: $((3,405-0,869)/3,405) \cdot 100\% = 74,5\%$ - не допустимо; $d_g=3,56 \cdot \sqrt[4]{(54,9^2)/(3404,6 - 869)} = 3,71$ мм < 10 мм; устанавливаем балансировочный клапан, Приложение А, Рисунок А1													
Циркуляционное кольцо через стояк 10, $\Delta p=1260,6$ Па=1,261 кПа													

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.4

Участок №	l , мм	q сир, кг/ч	D_y , мм	W_T , м/с	K_w	W , м/с	R_T , Па	K_R	R , Па	K_M	Δp , Па	$\Sigma \Delta p$, Па	$\Sigma \Delta p$, кПа
4,2	1,54	54,8	15	0,08	1,68	0,134	10	3,87	38,7	0,5	89,4	89,4	0,089
4,1	4,13	54,8	15	0,08	1,68	0,134	10	3,87	38,7	0,5	239,7	329,1	0,329
4,1'	3	54,8	15	0,08	1,68	0,134	10	3,87	38,7	0,5	174,2	503,3	0,503
4,2'	2,7	54,8	15	0,08	1,68	0,134	10	3,87	38,7	0,5	156,7	660,0	0,660
4,3'	3,6	54,8	15	0,08	1,68	0,134	10	3,87	38,7	0,5	209,0	869,0	0,869
Невязка: $((1,261-0,869)/1,261) \cdot 100\% = 31,1\%$ - не допустимо; $d_g = 3,56 \cdot \sqrt[4]{(54,8^2)/(1260,6 - 869)} = 5,92 \text{ мм} < 10 \text{ мм}$; устанавливаем балансировочный клапан, Приложение А, Рисунок А2													
Циркуляционное кольцо через стояк 2, $\Delta p = 6463,8 \text{ Па} = 6,464 \text{ кПа}$													
5,3	6,5	88,2	25	0,043	1,38	0,059	1,3	2,34	3,0	0,5	29,7	29,7	0,030
5,2	7,84	88,2	25	0,043	1,38	0,059	1,3	2,34	3,0	0,5	35,8	65,4	0,065
5,1'	4,1	88,2	15	0,129	1,68	0,217	26,6	3,87	102,9	0,5	633,1	698,5	0,699
5,2'	2,7	88,2	15	0,129	1,68	0,217	26,6	3,87	102,9	0,5	416,9	1115,4	1,115
5,3'	7,6	88,2	15	0,129	1,68	0,217	26,6	3,87	102,9	0,5	1173,5	2289,0	2,289
Невязка: $((6,464-2,289)/6,464) \cdot 100\% = 64,6\%$ - не допустимо; $d_g = 3,56 \cdot \sqrt[4]{(88,2^2)/(6463,8 - 2289)} = 4,16 \text{ мм} < 10 \text{ мм}$; устанавливаем балансировочный клапан, Приложение А, Рисунок А3													
Циркуляционное кольцо через стояк 1, $\Delta p = 11636,2 \text{ Па} = 11,636 \text{ кПа}$													
6,2	2,5	47,9	15	0,07	1,68	0,118	6,7	3,87	25,9	0,5	97,2	97,2	0,097
6,1	4,13	47,9	15	0,07	1,68	0,118	6,7	3,87	25,9	0,5	160,6	257,9	0,258
6,1'	4,7	47,9	15	0,07	1,68	0,118	6,7	3,87	25,9	0,5	182,8	440,7	0,441
6,2'	2,7	47,9	15	0,07	1,68	0,118	6,7	3,87	25,9	0,5	105,0	545,7	0,546
6,3'	4,2	47,9	15	0,07	1,68	0,118	6,7	3,87	25,9	0,5	163,4	709,0	0,709
Невязка: $((11,636-0,709)/11,636) \cdot 100\% = 93,9\%$ - не допустимо; $d_g = 3,56 \cdot \sqrt[4]{(47,9^2)/(11636,2 - 709)} = 2,41 \text{ мм} < 10 \text{ мм}$; устанавливаем балансировочный клапан, Приложение А, Рисунок А4													

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.4

Участок №	l, мм	q сир, кг/ч	Dy, мм	W _T , м/с	K _w	W, м/с	R _T , Па	K _R	R, Па	K _M	Δp, Па	ΣΔp, Па	ΣΔp, кПа
Циркуляционное кольцо через стояк 3 (2-й этаж), Δp=4818,4 Па=4,818 кПа													
13	7,64	290,2	25	0,233	1,38	0,322	53,6	2,34	125,4	0,2	1149,9	1149,9	1,150
15	3,9	150,9	25	0,074	1,38	0,102	4,6	2,34	10,8	0,5	63,0	1212,9	1,213
7,2	2,6	87,1	20	0,07	1,48	0,104	5,8	2,77	16,1	0,5	62,7	1275,5	1,276
7,1	15,44	54,9	20	0,044	1,48	0,065	1,62	2,77	4,5	0,5	103,9	1379,4	1,379
7,2'	2,6	87,1	15	0,127	1,68	0,213	26	3,87	100,6	0,5	392,4	1771,9	1,772
15'	3,9	150,9	15	0,22	1,68	0,370	72,3	3,87	279,8	0,5	1636,8	3408,7	3,409
13'	7,64	290,2	20	0,232	1,48	0,343	53,5	2,77	148,2	0,2	1358,7	4767,3	4,767
Невязка: ((4,818-4,767)/4,818)*100% = 1,1% - допустимо													
Циркуляционное кольцо через стояк 6 (2-й этаж), Δp=2258,8 Па=2,259 кПа													
16	2,3	139,3	25	0,069	1,38	0,095	4,1	2,34	9,6	0,5	33,1	33,1	0,033
9,2	2,6	80,4	20	0,064	1,48	0,095	5	2,77	13,9	0,5	54,0	87,1	0,087
9,1	15,44	50,7	20	0,04	1,48	0,059	1,5	2,77	4,2	0,5	96,2	183,3	0,183
9,2'	2,6	80,4	15	0,128	1,68	0,215	25,9	3,87	100,2	0,5	390,9	574,3	0,574
16'	2,3	139,3	15	0,204	1,48	0,302	62,8	3,87	243,0	0,5	838,5	1412,7	1,413
Невязка: ((2,259-1,413)/2,259) · 100% = 37,5% - не допустимо; $d_g=3,56 \cdot \sqrt[4]{(139,3^2)/(2258,8 - 1412,7)} = 7,79 \text{ мм} < 10 \text{ мм}$; устанавливаем балансировочный клапан, Приложение А, Рисунок А5													
Циркуляционное кольцо через стояк 4 (2-й этаж), Δp=559 Па=0,559 кПа													
8,2	0,2	63,8	20	0,051	1,48	0,075	2,33	2,77	6,5	0,5	1,9	1,9	0,002
8,1	13,86	41,5	20	0,033	1,48	0,049	1,22	2,77	3,4	0,5	70,3	72,2	0,072
8,2'	0,2	63,8	15	0,093	1,68	0,156	14,7	3,87	56,9	0,5	17,1	89,3	0,089
Невязка: ((0,559-0,089)/0,559) · 100% = 84% - не допустимо; $d_g=3,56 \cdot \sqrt[4]{(63,8^2)/(559 - 89,3)} = 6,1 \text{ мм} < 10 \text{ мм}$; устанавливаем балансировочный клапан, Приложение А, Рисунок А6													

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.4

Участок №	l , мм	q сир, кг/ч	D_y , мм	W_T , м/с	K_w	W , м/с	R_T , Па	K_R	R , Па	K_M	Δp , Па	$\Sigma \Delta p$, Па	$\Sigma \Delta p$, кПа
Циркуляционное кольцо через стояк 5 (2-й этаж), $\Delta p=541,2$ Па= $0,541$ кПа													
10,2	0,2	58,9	20	0,047	1,48	0,070	1,84	2,77	5,1	0,5	1,5	1,5	0,002
10,1	13,86	38,3	20	0,056	1,48	0,083	3,9	2,77	10,8	0,5	224,6	226,1	0,226
10,2'	0,2	58,9	15	0,084	1,68	0,141	12,6	3,87	48,8	0,5	14,6	240,8	0,241
Невязка: $((0,541-0,241)/0,541) \cdot 100\% = 55,5\%$ - не допустимо; $d_g=3,56 \cdot \sqrt[4]{(58,9^2)/(541,2 - 240,8)} = 6,56$ мм < 10 мм; устанавливаем балансировочный клапан, Приложение А, Рисунок А7													
Циркуляционное кольцо через стояк 3 (1-й этаж), $\Delta p=103,9$ Па= $0,104$ кПа													
7,3	9,04	32,2	20	0,026	1,48	0,038	0,95	2,77	2,6	0,5	35,7	35,7	0,036
Невязка: $((0,104-0,036)/0,104) \cdot 100\% = 65,7\%$ - не допустимо; $d_g=3,56 \cdot \sqrt[4]{(32,2^2)/(103,9 - 35,7)} = 7,03$ мм < 10 мм; устанавливаем балансировочный клапан, Приложение А, Рисунок А8													
Циркуляционное кольцо через стояк 4 (1-й этаж), $\Delta p=70,3$ Па= $0,07$ кПа													
8,3	7,46	22,3	20	0,018	1,48	0,027	0,65	2,77	1,8	0,5	20,1	20,1	0,020
Невязка: $((0,07-0,02)/0,07) \cdot 100\% = 71,3\%$ - не допустимо; $d_g=3,56 \cdot \sqrt[4]{(22,3^2)/(70,3 - 20,1)} = 6,32$ мм < 10 мм; устанавливаем балансировочный клапан, Приложение А, Рисунок А9													
Циркуляционное кольцо через стояк 5 (1-й этаж), $\Delta p=224,6$ Па= $0,225$ кПа													
10,3	7,46	20,6	20	0,016	1,48	0,024	0,66	2,77	1,8	0,5	20,5	20,5	0,020
Невязка: $((0,225-0,02)/0,225) \cdot 100\% = 90,9\%$ - не допустимо; $d_g=3,56 \cdot \sqrt[4]{(20,6^2)/(224,6 - 20,5)} = 4,27$ мм < 10 мм; устанавливаем балансировочный клапан, Приложение А, Рисунок А10													
Циркуляционное кольцо через стояк 6 (1-й этаж), $\Delta p=390,9$ Па= $0,391$ кПа													
9,3	9,04	29,7	20	0,023	1,48	0,034	0,87	2,77	2,4	0,5	32,7	32,7	0,033
Невязка: $((0,391-0,033)/0,391) \cdot 100\% = 91,6\%$ - не допустимо; $d_g=3,56 \cdot \sqrt[4]{(29,7^2)/(390,9 - 32,7)} = 4,59$ мм < 10 мм; устанавливаем балансировочный клапан, Приложение А, Рисунок А11													

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.4

Участок №	l, мм	q cir, кг/ч	Dy, мм	W _T , м/с	K _w	W, м/с	R _T , Па	K _R	R, Па	K _M	Δp, Па	ΣΔp, Па	ΣΔp, кПа
Циркуляционное кольцо через стояк 11 (2й этаж), Δp=1731,4 Па=1,731 кПа													
14	8,46	183,6	25	0,09	1,38	0,124	7,11	2,34	16,6	0,2	168,9	168,9	0,169
18	3	94,5	25	0,046	1,38	0,063	1,61	2,34	3,8	0,2	13,6	182,5	0,182
11,1	14,56	61,5	20	0,049	1,48	0,073	2,1	2,77	5,8	0,5	127,0	309,5	0,310
18'	3	94,5	15	0,139	1,68	0,234	30,2	3,87	116,9	0,2	420,7	730,3	0,730
14'	8,46	183,6	20	0,147	1,48	0,218	22	2,77	60,9	0,2	618,7	1348,9	1,349
Невязка: $((1,731-1,349)/1,731) \cdot 100\% = 22,1\%$ - не допустимо; $d_g = 3,56 \cdot \sqrt[4]{(183,6^2)/(1731,4 - 1348,9)} = 10,91$ мм													
Циркуляционное кольцо через стояк 12 (2-й этаж), Δp=561,4 Па=0,561 кПа													
17	2,4	89,1	25	0,246	1,38	0,339	1,35	2,34	3,2	0,2	9,1	9,1	0,009
12,1	14,56	58	20	0,047	1,48	0,070	1,77	2,77	4,9	0,5	107,1	116,2	0,116
17'	2,4	89,1	15	0,13	1,68	0,218	27,1	3,87	104,9	0,2	302,0	418,2	0,418
Невязка: $((0,561-0,418)/0,561) \cdot 100\% = 25,5\%$ - не допустимо; $d_g = 3,56 \cdot \sqrt[4]{(89,1^2)/(561,4 - 418,2)} = 9,72$ мм < 10 мм; устанавливаем балансировочный клапан, Приложение А, Рисунок А12													
Циркуляционное кольцо через стояк 11 (1-й этаж), Δp=127 Па=0,127 кПа													
11,2	7,8	33	20	0,026	1,48	0,038	0,97	2,77	2,7	0,5	31,4	31,4	0,031
Невязка: $((0,127-0,031)/0,127) \cdot 100\% = 75,3\%$ - не допустимо; $d_g = 3,56 \cdot \sqrt[4]{(33^2)/(127 - 31,4)} = 6,54$ мм < 10 мм; устанавливаем балансировочный клапан, Приложение А, Рисунок А13													
Циркуляционное кольцо через стояк 12 (1-й этаж), Δp=107,1Па=0,107 кПа													
12,2	7,8	31,1	20	0,025	1,48	0,037	0,92	2,77	2,5	0,5	29,8	29,8	0,030
Невязка: $((0,107-0,03)/0,107) \cdot 100\% = 72,2\%$ - не допустимо; $d_g = 3,56 \cdot \sqrt[4]{(31,1^2)/(107,1 - 29,8)} = 6,69$ мм < 10 мм; устанавливаем балансировочный клапан, Приложение А, Рисунок А14													

Приложение Д

Характеристика насоса UPS 50-180 F В 280

РАБ.ХАРАКТЕРИСТИКА

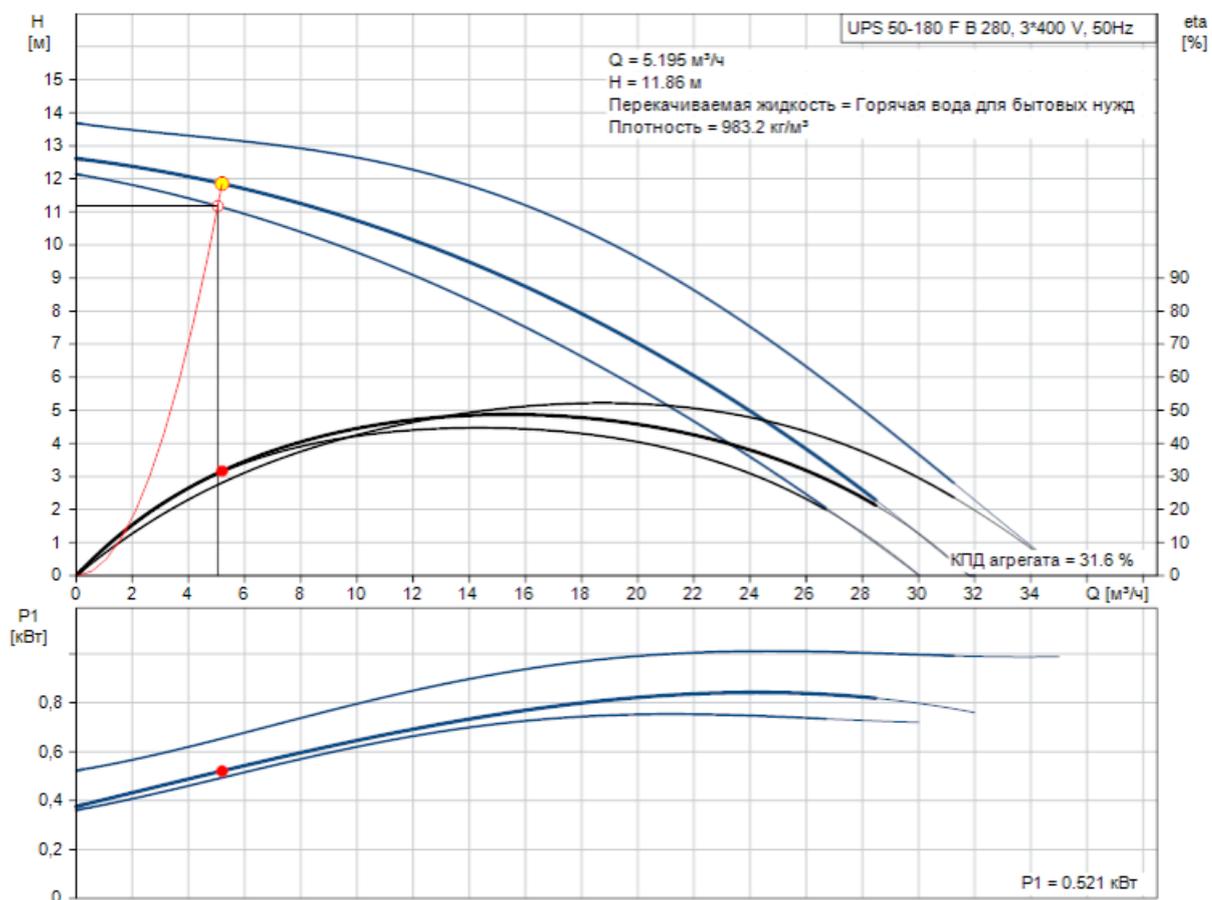


Рисунок Д.1 – Характеристика насоса UPS 50-180 F В 280

Приложение Е

Характеристика насоса СМЕ 5-3 А-R-I-E-AQQE U-A-D-N

РАБ.ХАРАКТЕРИСТИКА

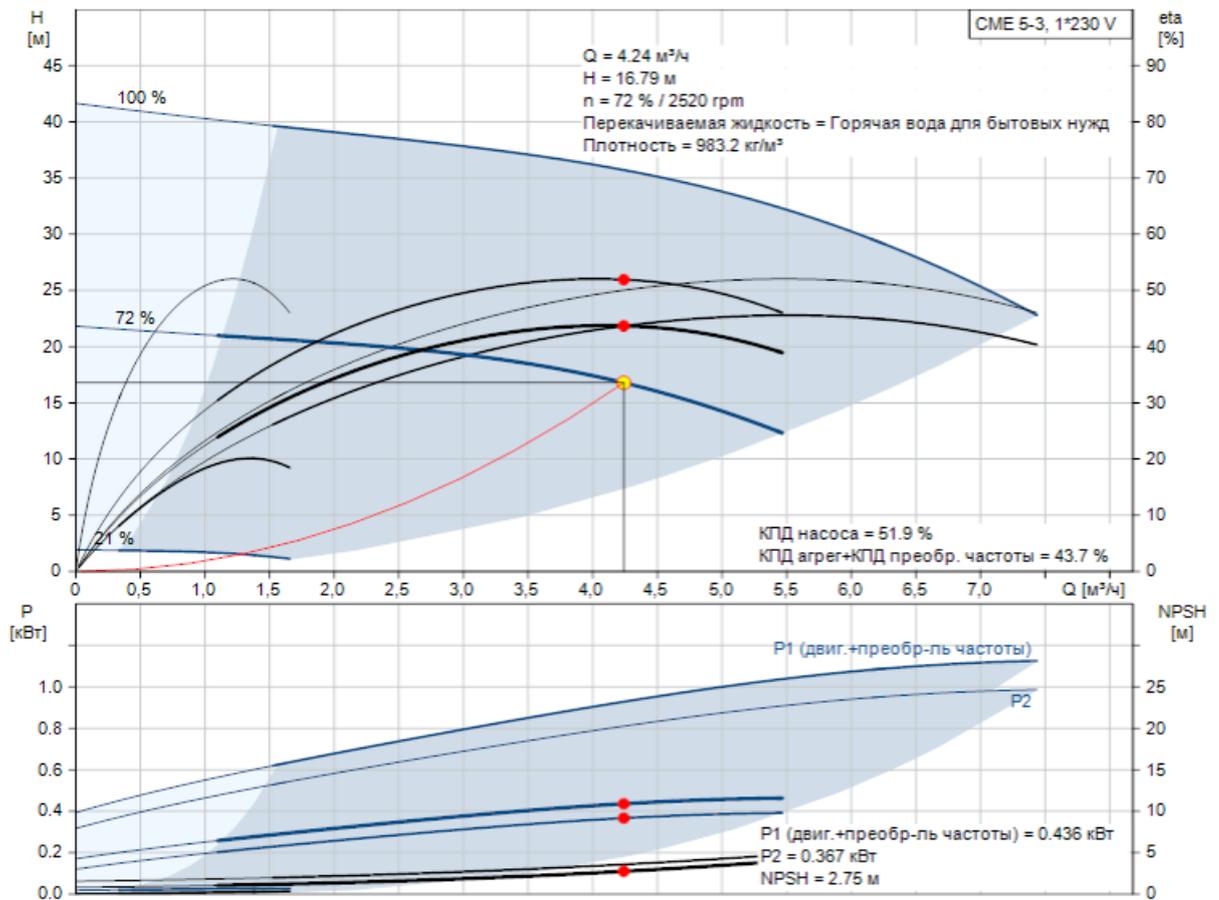


Рисунок Е.1 – Характеристика насоса СМЕ 5-3 А-R-I-E-AQQE U-A-D-N

Приложение Ж
Характеристика насоса MAGNA3 25-60

РАБ.ХАРАКТЕРИСТИКА

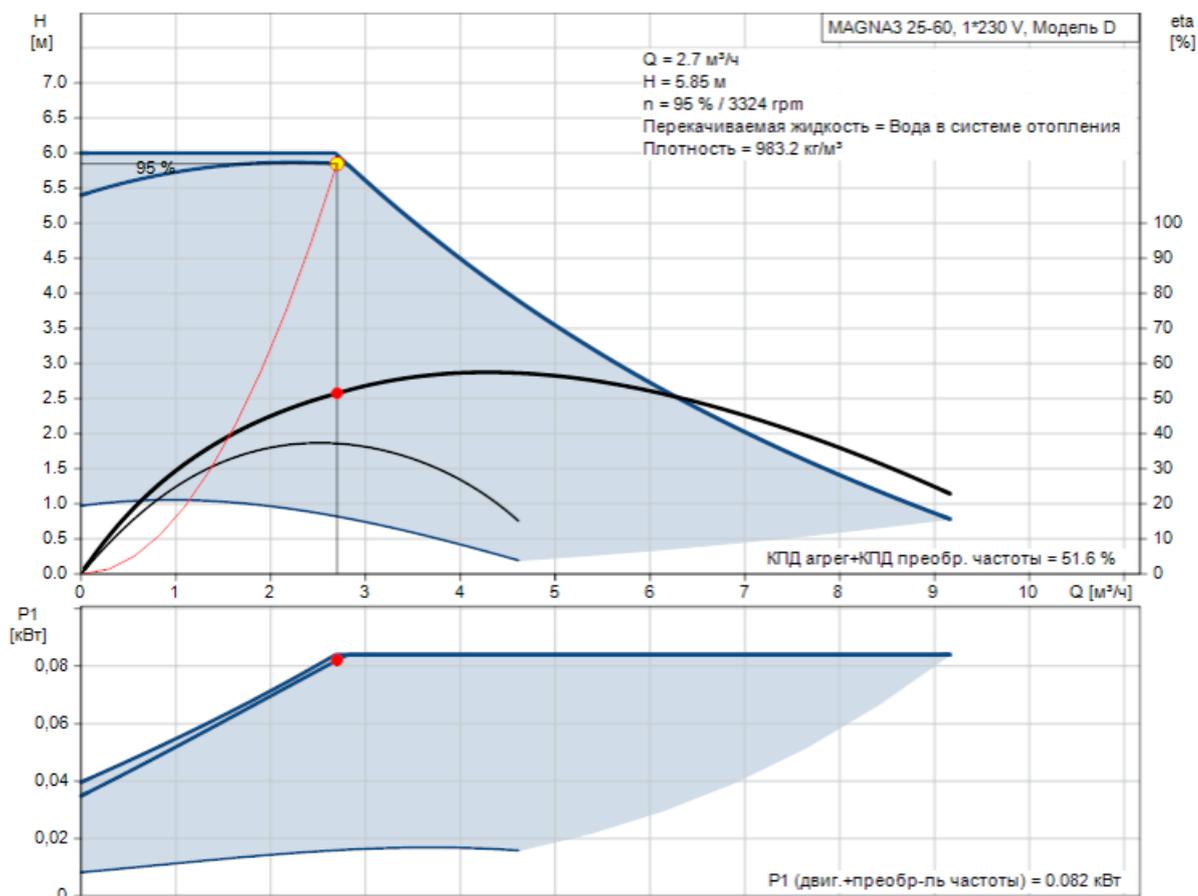


Рисунок Ж.1 – Характеристика насоса MAGNA3 25-60