



КАРАР

20 март 2023 й.
Исәнғол а.

№ 5

ПОСТАНОВЛЕНИЕ

20 марта 2023 г.
с. Исянгулово

**Об актуализации ранее утвержденной схемы теплоснабжения
с.Исянгулово муниципального района Зианчуринский район Республики
Башкортостан.**

В соответствии с Федеральным законом от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации», Федеральным законом от 27.07.2010 года № 190-ФЗ «О теплоснабжении» Постановления Правительства РФ «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения» Администрация сельского поселения Исянгуловский сельсовет муниципального района Зианчуринский район Республики Башкортостан

ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Актуализировать ранее утвержденную схему теплоснабжения с.Исянгулово Зианчуринского района Республики Башкортостан на 2024 год.
2. Определить единой теплоснабжающей организацией в сельском поселении Исянгуловский сельсовет муниципального района Зианчуринский район Республики Башкортостан МУП сельского поселения Исянгуловский сельсовет муниципального района Зианчуринский район Республики Башкортостан «Жилищно-коммунальная, строительная компания»
3. Настоящее постановление обнародовать в здании Администрации сельского поселения Исянгуловский сельсовет муниципального района Зианчуринский район Республики Башкортостан.
4. Контроль исполнения настоящего постановления оставляю за собой.

Глава сельского поселения

Р.Р. Масыгутов

Часть 1. Текстовая часть

1. Основание для проектирования.	2
2. Теплоснабжение.	2
3. Исходные данные.	3
4. Определение расчётных расходов тепла.	3
5. Расчетные расходы воды отдельно по потребителям тепла.	6
6. Гидравлический расчет – 1 ветвь.	6
6.1 Гидравлический расчет – 1 ветвь (существующие тепловые сети).	6
6.2 Построение пьезометрического графика – 1 ветвь (существующие тепловые сети).	10
7. Гидравлический расчет – 2 ветвь.	12
7.1 Гидравлический расчет – 2 ветвь (существующие тепловые сети).	12
7.2 Гидравлический расчет – 2 ветвь (рекомендуемая схема тепловой сети вариант – 1).	16
7.3 Построение пьезометрического графика– 2 ветвь (рекомендуемая схема тепловой сети вариант 1).	21
7.4 Гидравлический расчет – 2 ветвь (рекомендуемая схема тепловой сети вариант 2).	23
7.5 Построение пьезометрического графика– 2 ветвь (рекомендуемая схема тепловой сети вариант 2).	29
8. Использованная литература	32

Часть 2. Графическая часть

План - схема с. Исянгулово Зианчуринского района РБ.	ТС-1
Схема существующих сетей ТС.	ТС-2
Рекомендуемая схема сетей ТС. Вариант 1.	ТС-3
Расчетная схема теплосети – ветвь 1 (существующие тепловые сети).	ТС-4
Пьезометрический график – ветвь 1 (существующие тепловые сети).	ТС-5
Расчетная схема теплосети – ветвь 2 (существующие тепловые сети).	ТС-6
Расчетная схема рекомендуемой теплосети (ветвь 2). Вариант 1.	ТС-7
Пьезометрический график рекомендуемой теплосети (ветвь 2). Вариант 1.	ТС-8
Рекомендуемая схема сетей ТС. Вариант 2.	ТС-9
Расчетная схема рекомендуемой теплосети (ветвь 2). Вариант 2.	ТС-10
Пьезометрический график рекомендуемой теплосети (ветвь 2). Вариант 2.	ТС-11

Согласовано			

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата

СТ 12-73-С

Инв. № подл.

Разраб.	Гнатенко	
ГИП	Файзуллин	
Зав.гр.	Сабадаш	

Раздел 1
Содержание

Стадия	Лист	Листов
ПД	1	32
ГУП ПИ «БЖКП» РБ Стерлитамакская проектная мастерская		

3. Исходные данные.

1. Расчётная температура наружного воздуха для системы отопления: $t_{н5} = -32 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
2. Средняя температура отопительного периода наружного воздуха: $t_{отоп.} = -8,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
3. Продолжительность отопительного периода: $Z_{отоп.} = 211 \text{ сут.}$;

4. Определение расчётных расходов тепла.

Максимальные тепловые потоки на отопление существующей застройки взяты согласно договоров на отпуск тепловой энергии, заключённых арендаторами помещений с существующей котельной районного центра Исянгулово. Тепловые нагрузки по существующим зданиям приведены в табл.1 (1 ветвь сети теплоснабжения) и табл. 2 (2 ветвь сети теплоснабжения).

Таблица 1

№.п.п здания	Название	Нагрузка на отопление	
		Гкал/час	кВт
1	ж.д.№15 ул.Комсомольская	0,0655	76,177
2	ж.д.№7 ул.Геологическая	0,0655	76,177
3	ж.д.№9 ул.Геологическая	0,0655	76,177
4	ж.д.№11 ул.Геологическая	0,0655	76,177
5	ж.д.№13 ул.Геологическая	0,0655	76,177
6,7	ИСШ №2, слесарка	0,0655	76,177
8	ж.д.№1 ул.Гагарина	0,0655	76,177
9	ж.д.№3 ул.Гагарина	0,0655	76,177
10	ж.д.№5 ул.Гагарина	0,0655	76,177
11	ж.д.№12 ул.Чекмарева	0,0655	76,177
12	ж.д.№10 ул.Чекмарева	0,0655	76,177
13	ж.д.№8 ул.Чекмарева	0,0655	76,177
14	ж.д.№6 ул.Чекмарева	0,0655	76,177
15	Д.сад ""Аленушка""	0,1137	132,233
16	ж.д.№9 ул.Комсомольская	0,0655	76,177
17	ж.д.№7 ул.Комсомольская	0,0655	76,177
18,19	РВК, гараж	0,0206	23,958
20	Нар. Суд	0,0524	60,941
21	Мир.суд	0,0099	11,514
22	ж.д.№5 ул.Комсомольская	0,0655	76,177
23	ж.д.№3 ул.Комсомольская	0,0655	76,177
24	ж.д.№1 ул.Комсомольская	0,0655	76,177
25	РАЙПО	0,032	37,216
26	Дом бракосочетаний	0,0604	70,245
27	Молочная кухня	0,0105	12,212
28	Столовая	0,025	29,075
29	Гараж	0,016	18,608
30	Библиотека	0,0408	47,450
31	КБО	0,1851	215,271
32	Магазины	0,023	26,749

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №				
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	

33/1		0,022	25,586
33/2		0,022	25,586
33/3		0,022	25,586
34		0,023	26,749
35		0,0259	30,122
36	Аптека	0,0711	82,689
37	Гараж	0,02	23,260
38	УралСиб, кафе "Ик"	0,0854	99,320
39,40,41	Редакция, гараж, общежитие	0,06	69,780
	Всего:	2,1198	1814,629

Таблица 2.

№.п.п здания	Название	Нагрузка на отопление	
		Гкал/час	кВт
ул.Геологическая			
	ж.д.	0,017	19,771
	ж.д.	0,017	19,771
	ж.д.	0,017	19,771
	ж.д.	0,017	19,771
	ж.д.№15 (2 эт)	0,0655	76,177
	ж.д.№17 (2 эт)	0,0655	76,177
	ж.д.№24 (2 эт)	0,0655	76,177
	ж.д.№26 (2 эт)	0,0655	76,177
	ж.д.№25 (2 эт)	0,0655	76,177
	д.сад."Солнышко"	0,09	104,670
ул.Строительная			
	ж.д.№24 (2 эт)	0,0655	76,177
	ж.д.№22 (2 эт)	0,0655	76,177
	ж.д.№20 (2 эт)	0,0655	76,177
	ж.д.№18 (2 эт)	0,0655	76,177
	ж.д.№13	0,017	19,771
	ж.д.№7	0,017	19,771
	ж.д.№6	0,017	19,771
	ж.д.№5	0,017	19,771
	ж.д.№4	0,017	19,771
	ж.д.№3	0,017	19,771
	ж.д.№2	0,017	19,771
ул.Нефтяников			
	ж.д.№19 (2 эт)	0,0655	76,177
	ж.д.№22 (2 эт)	0,0655	76,177
	ж.д.№17 (2 эт)	0,0655	76,177
	ж.д.№20 (2 эт)	0,0655	76,177
	ж.д.№15 (2 эт)	0,0655	76,177
	ж.д.№18 (2 эт)	0,0655	76,177
	ж.д.№14	0,017	19,771
	ж.д.№13	0,017	19,771
	ж.д.№12	0,017	19,771
	ж.д.№11	0,017	19,771
	ж.д.№10	0,017	19,771
	ж.д.№9	0,017	19,771

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата

СТ 12-73

Лист

4

	ж.д. №8	0,017	19,771
	ж.д. №7	0,017	19,771
	ж.д. №6	0,017	19,771
	ж.д. №5	0,017	19,771
	ж.д. №4	0,017	19,771
	ж.д. №3	0,017	19,771
	ж.д. №2	0,017	19,771
ул. Промышленная			
	ж.д. №23 (2 эт)	0,0655	76,177
	ж.д. №21 (2 эт)	0,0655	76,177
	ж.д. №19 (2 эт)	0,0655	76,177
	ж.д. №12 (2 эт)	0,0655	76,177
	ж.д. №10 (2 эт)	0,0655	76,177
	ж.д. №8 (2 эт)	0,0655	76,177
	ж.д. №6 (2 эт)	0,0655	76,177
	РВД	0,2568	298,658
	Гараж	0,01	11,630
	ж.д. №13	0,017	19,771
	ж.д. №11	0,017	19,771
	ж.д. №9	0,017	19,771
	ж.д.	0,017	19,771
	ж.д. №1	0,017	19,771
	Магазин	0,025	29,075
	Магазин	0,02	23,260
	Автовокзал	0,0148	17,212
	Кафе	0,0582	67,687
Ул. 40 лет победы			
	ж.д.	0,017	19,771
	ж.д.	0,017	19,771
	ж.д. №21 (3 эт)	0,0942	109,555
	ж.д. №28 (3 эт)	0,0942	109,555
	ж.д. №26 (2 эт)	0,0655	76,177
	ПЛ 116	0,3654	424,960
ул. Октябрьской Революции			
	ж.д. №1 (2 эт)	0,0655	76,177
	ж.д. №49 (2 эт)	0,0655	76,177
	ж.д. №47 (2 эт)	0,0655	76,177
	ж.д. №45 (2 эт)	0,0655	76,177
	Магазин "Магнит"	0,0697	81,061
	Всего:	3,394	3946,989

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата

СТ 12-73

Лист

5

5. Расчетные расходы воды отдельно по потребителям тепла.

Расчетный расход сетевой воды для определения диаметров труб в водяных тепловых сетях при качественном регулировании отпуска теплоты следует определять по формуле:

- расчетный расход воды на отопление, т/час

$$G_0 = \frac{3,6 \cdot Q_0}{c \cdot (\tau_1 - \tau_2)} \cdot 10^{-3}, \text{ т/ч}$$

где Q_0 – максимальный тепловой поток на отопление, МВт (табл.1);

τ_1, τ_2 – максимальная температура теплоносителя в подающем и обратном трубопроводе тепловых сетей при расчетной температуре наружного воздуха, т. е. при t_0 ;

c – удельная теплоемкость воды, принимаемая равной 4,187 кДж/(кг °С)

$$G_0 = \frac{3,6 \cdot Q_0}{4,19 \cdot (115 - 70)} \cdot 10^{-3} \text{ т/ч}$$

6. Гидравлический расчет – 1 ветвь.

6.1 Гидравлический расчет – 1 ветвь (существующие тепловые сети).

Основная задача гидравлического расчета состоит в определении диаметров труб по заданным расходам теплоносителя и располагаемым перепадам давлений во всей сети или в отдельных ее участках.

Результаты гидравлического расчета используются для построения пьезометрических графиков, выбора сети абонентских вводов, подбора насосного оборудования, определения стоимости тепловой сети и других целей.

При движении теплоносителя по трубам потери давления складываются из гидравлических сопротивлений трения по длине трубопровода и местных сопротивлений:

$$\Delta H = \Delta H_{\text{л}} + \Delta H_{\text{м}}$$

$$\Delta H_{\text{л}} = (R \cdot l_{\text{п}}) / 1000, \text{ м. вод. ст.}$$

R – удельные потери напора Па/м;

$l_{\text{п}}$ – длина трубопровода по плану, м;

R на магистрали ≤ 8 кгс/м²;

R на ответвлениях < 30 кгс/м²

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	СТ 12-73	

В зависимости от R (Па/м) и G (т/ч), по рисункам (номограммам) для расчета гидравлических потерь в водяных трубопроводах, подбираем $d_n \times S$. Снимаем точное значение R и v , м/с. Результаты записываются в таблицу 3.

При определении потерь давления в местных сопротивлениях используются эквивалентные длины местных сопротивлений. Под эквивалентной длиной принимается такая длина прямолинейного участка трубопровода диаметром d , потеря давления от трения на которой равна потере давления от местных сопротивлений:

$$\Delta P_{,m} = R \cdot l_3, \text{ м.вод.ст.}$$

При отсутствии данных о характере и количестве местных сопротивлений на трубопроводах тепловых сетей суммарную эквивалентную длину местных сопротивлений допускается определять умножением длины трубопровода на поправочный коэффициент a_1 , принимаемый равным 0,3 - для тепловых сетей диаметром до 400 мм с использованием сальниковых компенсаторов и 0,6 - для тепловых сетей с П-образными компенсаторами со сварными или крутоизогнутыми отводами (СНиП 2.04.07-86* прил. 5*).

$$l_3 = L \cdot a_1$$

Результаты записываем в таблицу 3.

В конце расчета проверяем правильность выбора диаметров. Делаем увязку ответвлений с магистралью. Если невязка $<10\%$, то расчет выполнен верно.

Гидравлическим режимом определяется взаимосвязь между расходом теплоносителя и давлением в различных точках системы в данный момент времени.

Расчетный гидравлический режим характеризуется распределением теплоносителя в соответствии с расчетной тепловой нагрузкой абонентов. Давление в узловых точках сети на абонентских вводах равно расчетному. Наглядное представление об этом режиме дает пьезометрический график, построенный по данным гидравлического расчета.

Гидравлические режимы разрабатываются для отопительного периода времени.

Расчет гидравлического режима базируется на основных уравнениях гидродинамики. В тепловых сетях имеет место квадратичная зависимость падения давления ΔH от расхода

$$\Delta H = S \cdot G_{\text{уч}}^2$$

где S — характеристика сопротивления, представляющая собой падение давления при единичном расходе теплоносителя, м. вод. ст./ $(\text{т/ч})^2$;

G — расход теплоносителя, т/ч;

$$S = \frac{\Delta H_{\text{уч}}}{G_{\text{уч}}^2} \text{ — определяем для расчетного режима.}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата					Взам. инв. №									
	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	СТ 12-73					Лист	7		

Таблица 3.

№ участка	Тепловая нагрузка		Характеристики участка		Диаметр, мм d _{нхс} принятый	Диаметр, мм d _{нхс} сущ.	Скорость воды V, м/с	Удельные потери напора R(ΔH), кгс/м ² ·м	Потери напора на участке			Сумма по трассе ΣΔH м.в.ст.	
	Гкал/час	Вт	Расход воды на отопление G, т/час	Длина по плану L, м					линейные м.в.ст.	местные м.в.ст.	общие м.в.ст.		$S = \Delta H_{\text{уч}} / G^2 \cdot \text{уч}$
основная магистраль													
26-25	0,045	52335	1,7999	25,0	57x3,0		0,27	2,66	0,067	0,020	0,086	0,02668	0,086
25-24	0,067	77921	2,6799	17,0	57x3,0		0,39	5,79	0,098	0,030	0,128	0,01782	0,214
24-23	0,089	103507	3,5598	19,0	57x3,0	76x3,5	0,28	1,92	0,036	0,011	0,047	0,00374	0,262
23-22	0,112	130256	4,4798	7,0	57x3,0	76x3,5	0,35	2,9	0,020	0,006	0,026	0,00131	0,288
22-14	0,1379	160377,7	5,5157	45,0	76x3,5		0,42	4,62	0,208	0,062	0,270	0,00888	0,558
	0,1379	160377,7	5,5157	61,0	114x4,0		0,2	0,63	0,038	0,012	0,050	0,00164	0,608
14-13	0,2833	329477,9	11,3315	7,0	114x4,0		0,42	2,59	0,018	0,005	0,024	0,00018	0,632
13-12	0,3033	352737,9	12,1314	16,0	114x4,0		0,45	2,97	0,048	0,014	0,062	0,00042	0,694
12-11	0,3744	435427,2	14,9753	104,0	159x4,5		0,25	0,55	0,057	0,017	0,074	0,00033	0,768
11-10	0,5595	650698,5	22,3789	18,0	159x4,5		0,37	1,18	0,021	0,006	0,028	0,00006	0,796
	0,5595	650698,5	22,3789	35,0	159x4,5		0,37	1,18	0,041	0,012	0,054	0,00011	0,849
10-9	0,6874	799446,2	27,4947	59,0	159x4,5		0,45	1,78	0,105	0,032	0,137	0,00018	0,986
	0,6874	799446,2	27,4947	104,0	159x4,5		0,45	1,78	0,185	0,056	0,241	0,00032	1,227
	0,6874	799446,2	27,4947	66,0	159x4,5		0,45	1,78	0,117	0,035	0,153	0,00020	1,379
9-8	0,7529	875622,7	30,1146	50,0	159x4,5		0,49	2,14	0,107	0,032	0,139	0,00015	1,518
8-7	0,8184	951799,2	32,7344	25,0	159x4,5		0,54	2,53	0,063	0,019	0,082	0,00008	1,601
7-6	0,8283	963312,9	33,1304	25,0	159x4,5		0,55	2,59	0,065	0,019	0,084	0,00008	1,685
6-5	0,8938	1039489,4	35,7503	28,0	159x4,5		0,58	3,02	0,085	0,025	0,110	0,00009	1,795
5-4	1,0978	1276741,4	43,9099	124,0	219x6,0		0,38	0,83	0,103	0,041	0,144	0,00007	1,939
4-3	1,408	1637504,0	56,3173	56,0	219x6,0		0,48	1,37	0,077	0,031	0,107	0,00003	2,046
3-2	1,6045	1866033,5	64,1769	32,0	219x6,0		0,55	1,78	0,057	0,023	0,080	0,00002	2,126
2-1	1,67	1942210,0	66,7968	86,0	219x6,0		0,58	1,92	0,165	0,066	0,231	0,00005	2,357
1-кот.	2,063	2399269,0	82,5161	26,0	219x6,0		0,71	2,94	0,076	0,031	0,107	0,00002	2,464

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	Модок.	Подп.	Дата

СТ 12-73

Изм. № подл.	Подоб. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Диаметр отверстия дроссельной диафрагмы, мм:													
ответвление 1						19-18	0,131	152353	5,2397	40,0	89x3,5	57x3,5	0,77	21,8	0,872	0,262	1,134	0,04129	1,134
						18-17	0,262	304706	10,4795	50,0	114x4,0	76x3,5	0,81	16	0,800	0,240	1,040	0,00947	2,174
						17-1	0,3275	380882,5	13,0994	70,0	114x4,0		0,48	3,46	0,242	0,073	0,315	0,00183	2,488
ответвление 2						21-20	0,0206	23957,8	0,8240	44,0	219x6,0	32x2,5	0,42	14,72	0,648	0,194	0,842	1,24020	0,842
						20-5	0,073	84899	2,9199	35,0	219x6,0	45x2,5	0,67	22,6	0,792	0,238	1,029	0,12072	1,871
ответвление 3						16-15	0,06	69780,0	2,3999	56,0	57x3,0		0,35	4,64	0,260	0,078	0,338	0,05865	0,338
						15-14	0,1454	169100,2	5,8157	17,0	76x3,5		0,45	4,87	0,083	0,025	0,108	0,00318	0,445
							0,1454	169100,2	5,8157	15,0	76x3,5		0,45	4,87	0,073	0,022	0,095	0,00281	0,540

$$\frac{\Delta H_{\text{бол}} - \Delta H_{\text{летнич.}}}{\Delta H_{\text{бол}}} \cdot 100\% \quad \text{не более } 10\%$$

$$\frac{2,488 - 2,357}{2,448} \cdot 100\% = 5,27\%$$

$$\frac{1,871 - 1,795}{1,871} \cdot 100\% = 4,08\%$$

$$\frac{0,608 - 0,54}{0,608} \cdot 100\% = 11,19\%$$

Проверка:

На ответвлении 1:

На ответвлении 2:

На ответвлении 3:

При давлении больше 8 ата систему отопления можно подключать по независимой схеме через теплообменник (он выдерживает до 12 ата);

- Избыточный напор в обратном трубопроводе в самых верхних точках системы отопления должен быть выше 5 м.вод.ст., во избежание вскипания и подсоса воздуха.

Пьезометрическая линия подающей магистрали должна удовлетворять следующим условиям:

1. Минимально допустимое значение в подающем трубопроводе не должно допускать вскипание перегретой воды, то есть должно быть выше давления насыщенных водяных паров.

$$P_{\text{вск}} = 0,169 \text{ МПа} = 16,9 \text{ м. вод. ст. при } \tau_1 = 115^0\text{C}$$

$$P_{\text{min}} > P_{\text{вск.}}$$

2. Максимальное давление в подающем трубопроводе тепловых сетей должно быть ниже предела прочности стальных труб и арматуры.

Для современных узлов $P_{\text{max}} = 1,6 \text{ МПа} = 160 \text{ м. вод. ст.}$

Минимальный располагаемый напор у абонента

$$\Delta H_{\text{аб}} = 1,5 \cdot (1 + U^2) \cdot \Delta h$$

где U – коэффициент смешения элеватора

$$U = \frac{\tau_1' - \tau_{\text{см}}}{\tau_{\text{см}} - \tau_2'} = \frac{115 - 95}{95 - 70} = 0,8$$

Δh – потери напора в местной системе отопления, принимаем 1,5 м.вод.ст.

$$\Delta H_{\text{аб}} = 1,5 \cdot (1 + 0,8^2) \cdot 1,5 = 3,69 \text{ м.вод.ст.}$$

Минимальный располагаемый напор, учитывая потери напора в элеваторе и местной системе отопления.

Давление создаваемое сетевым насосом:

$$H_{\text{сн}} = \Delta H_{\text{см}} + \Delta H_{\text{d1}} + \Delta H_{\text{p}}^{\text{min}} + \Delta H_{\text{d2}} = 15 + 2,46 + 3,69 + 2,46 = 23,61 \text{ м.вод.ст.}$$

$\Delta H_{\text{см}}$ – потери давления на источнике принимаем равным 15 м.вод.ст.

ΔH_{d1} и ΔH_{d2} – потери давления в подающем и обратном трубопроводе (из гидравлического расчета табл. 3).

Пьезометрический график (см. графическую часть лист ОВ-5).

Взам. инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	СТ 12-73	

7. Гидравлический расчет – 2 ветвь.

7.1 Гидравлический расчет – 2 ветвь (существующие сети теплоснабжения).

Существующие тепловые сети представляют собой кольцо. Расчет потокораспределения в такой системе вычисляется методом физического моделирования. Принцип расчета потокораспределения в кольцевых тепловых сетях основан на уравнениях Кирхгофа.

Первый закон Кирхгофа для узла записывается в виде:

$$\Sigma G = 0$$

Второй закон Кирхгофа для контура имеет вид:

$$\Sigma S \cdot G^2 = 0$$

В зависимости от оснащённости системы теплоснабжения авторегуляторами на практике встречаются два различных условия расчета (рис 1):

1. Если сеть оборудована автоматическими регуляторами, то расчет заключается в определении расходов воды на отдельных участках при заданных сопротивлениях и расходов воды у абонентов.
2. Если сеть не оборудована автоматическими регуляторами, то расчет заключается в определении расхода воды в системе в целом и распределении его на участках кольцевой сети по заданному напору в узле подвода воды к кольцевой сети.

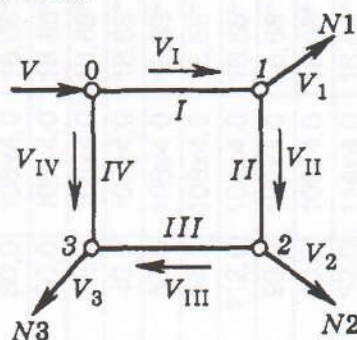


Рис.1 Схема однокольцевой сети.

Расчет потокораспределения в кольцевой сети без регуляторов расхода сводится к определению точки водораздела, удовлетворяющей второму уравнению Кирхгофа. Задача решается методом последовательного приближения (см. рис. 1):

- задаются предварительно точкой водораздела в кольцевой сети, а также распределением расходов по участкам, удовлетворяющему первому закону Кирхгофа.

- по второму закону Кирхгофа определяют невязку потерь давления (напора) в контуре. Принимаем, что расход в узле положительный, если он входит в узел (поток направлен в контуре по часовой стрелке), и отрицательный, если он выходит из узла (поток направлен против часовой стрелки).

Расчет повторяют до тех пор пока не будет выполняться условие $\Sigma S \cdot G^2 = 0$.

Результаты расчета представлены в таблице 4 и 5.

Взам. инв. №	Подп. и дата
Взам. инв. №	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

№ участка	Характеристики участка							Удельное сопротивление, с, ч ² /м ⁶	Сопротивления участка, S, м·ч ² /м ⁶	потери напора, δH	S·G	Увязочный расход воды, δG, м ³ /час	Уточненный расход воды на отопление, G', т/час	Уточ по напo
	Расход воды на отопление, G, т/час	Длина по плану, L, м	Диаметр, dнхs мм сущ.	Удельное сопротивление, с, ч ² /м ⁶	Сопротивления участка, S, м·ч ² /м ⁶	потери напора, δH	S·G							
1-2	56,5533	38,0	219x6,0	0,41*10 ⁻⁶	0,0000436	0,140	0,002	71,4062	0,0	0,0	0,0	0,0		
2-3	29,7986	80,0	219x6,0	0,41*10 ⁻⁶	0,0000918	0,082	0,003	44,6514	0,0	0,0	0,0	0,0		
3-4	5,2397	80,0	219x6,0	0,41*10 ⁻⁶	0,0000918	0,003	0,000	20,0926	0,0	0,000	0,0	0,0		
4-5	5,2397	27,0	108x4,0	18,68*10 ⁻⁶	0,0014122	0,039	0,007	20,0926	0,0	0,007	0,0	0,0		
5-6	0,0000	48,0	108x4,0	18,68*10 ⁻⁶	0,0023313	0,000	0,000	14,8529	0,0	0,000	0,0	0,0		
6-7	-10,4795	60,0	108x4,0	18,68*10 ⁻⁶	0,0029141	0,320	-0,031	4,3734	0,0	-0,031	0,0	0,0		
7-8	-23,3709	60,0	108x4,0	18,68*10 ⁻⁶	0,0029141	1,592	-0,068	-8,5180	0,0	-0,068	0,0	0,0		
8-9	-23,7709	80,0	108x4,0	18,68*10 ⁻⁶	0,0038854	2,195	-0,092	-8,9180	0,0	-0,092	0,0	0,0		
9-10	-24,4508	50,0	108x4,0	18,68*10 ⁻⁶	0,0024284	1,452	-0,059	-9,5980	0,0	-0,059	0,0	0,0		
10-11	-25,1308	40,0	108x4,0	18,68*10 ⁻⁶	0,0019427	1,227	-0,049	-10,2779	0,0	-0,049	0,0	0,0		
11-12	-25,8108	38,0	108x4,0	18,68*10 ⁻⁶	0,0018456	1,230	-0,048	-10,9579	0,0	-0,048	0,0	0,0		
12-13	-26,4907	57,0	108x4,0	18,68*10 ⁻⁶	0,0027684	1,943	-0,073	-11,6379	0,0	-0,073	0,0	0,0		
13-14	-31,8905	112,0	108x4,0	18,68*10 ⁻⁶	0,0054396	5,532	-0,173	-17,0376	0,0	-0,173	0,0	0,0		
14-15	-34,6783	99,0	108x4,0	18,68*10 ⁻⁶	0,0048082	5,782	-0,167	-19,8255	0,0	-0,167	0,0	0,0		
15-16	-37,2982	10,0	108x4,0	18,68*10 ⁻⁶	0,0004857	0,676	-0,018	-22,4454	0,0	-0,018	0,0	0,0		
16-17	-39,9181	52,0	114x4,0	18,68*10 ⁻⁶	0,0025255	4,024	-0,101	-25,0652	0,0	-0,101	0,0	0,0		
17-18	-42,5380	46,5	159x4,5	2,222*10 ⁻⁶	0,0002686	0,486	-0,011	-27,6851	0,0	-0,011	0,0	0,0		
18-19	-45,1578	37,5	219x6,0	0,41*10 ⁻⁶	0,0000431	0,088	-0,002	-30,3050	0,0	-0,002	0,0	0,0		
19-20	-45,8378	34,0	219x6,0	0,41*10 ⁻⁶	0,0000390	0,082	-0,002	-30,9850	0,0	-0,002	0,0	0,0		
20-21	-46,5178	90,0	219x6,0	0,41*10 ⁻⁶	0,0001033	0,224	-0,005	-31,6649	0,0	-0,005	0,0	0,0		
21-22	-47,1977	162,0	219x6,0	0,41*10 ⁻⁶	0,0001860	0,414	-0,009	-32,3449	0,0	-0,009	0,0	0,0		
22-23	-47,8777	86,0	219x6,0	0,41*10 ⁻⁶	0,0000987	0,226	-0,005	-33,0249	0,0	-0,005	0,0	0,0		
23-24	-50,4976	59,0	219x6,0	0,41*10 ⁻⁶	0,0000677	0,173	-0,003	-35,6447	0,0	-0,003	0,0	0,0		
24-1	-53,1175	96,0	219x6,0	0,41*10 ⁻⁶	0,0001102	0,311	-0,006	-38,2646	0,0	-0,006	0,0	0,0		
24-1	-58,3572	34,0	219x6,0	0,41*10 ⁻⁶	0,0000390	0,133	-0,002	-43,5044	0,0	-0,002	0,0	0,0		
невязка потерь напора в кольце δH=												δH=		
ΣS·G=												ΣS·G=		
-27,847												0,937		

СТ 12-73

Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Копировал

Таблица 4.

Исходные данные	Расчетные данные										
	S-G'	Увязочный расход воды, $\delta G'$, м ³ /час	Уточненный расход воды на отопление G'', т/час	Уточненные потери напора $\delta H''$	S-G''	Увязочный расход воды, $\delta G''$, м ³ /час	Уточненный расход воды на отопление G'', т/час	Уточненные потери напора $\delta H'''$	Уточненный расход воды на отопление G'', т/час	Уточненные потери напора $\delta H'''$	Скорость воды V, м/с
22	0,003		77,2909	0,261	0,003		78,2990	0,267	0,64		
33	0,004		50,5362	0,235	0,005		51,5443	0,244	0,42		
37	0,002		25,9773	0,062	0,002		26,9854	0,067	0,22		
70	0,028		25,9773	0,953	0,037		26,9854	1,028	0,95		
14	0,035		20,7376	1,003	0,048		21,7457	1,102	0,77		
36	0,013		10,2581	0,307	0,030		11,2662	0,370	0,40		
11	-0,025		-2,6333	0,020	-0,008		-1,6252	0,008	-0,06		
39	-0,035		-3,0333	0,036	-0,012		-2,0252	0,016	-0,07		
24	-0,023		-3,7132	0,033	-0,009		-2,7051	0,018	-0,10		
35	-0,020		-4,3932	0,037	-0,009		-3,3851	0,022	-0,12		
22	-0,020		-5,0732	0,048	-0,009		-4,0651	0,030	-0,14		
75	-0,032		-5,7532	0,092	-0,016		-4,7450	0,062	-0,17		
79	-0,093		-11,1529	0,677	-0,061	-1,008	-10,1448	0,560	-0,36		
30	-0,095		-13,9408	0,934	-0,067		-12,9327	0,804	-0,46		
15	-0,011		-16,5606	0,133	-0,008		-15,5525	0,117	-0,55		
37	-0,063		-19,1805	0,929	-0,048		-18,1724	0,834	-0,57		
36	-0,007		-21,8004	0,128	-0,006		-20,7923	0,116	-0,33		
40	-0,001		-24,4203	0,026	-0,001		-23,4122	0,024	-0,19		
37	-0,001		-25,1002	0,025	-0,001		-24,0921	0,023	-0,20		
34	-0,003		-25,7802	0,069	-0,003		-24,7721	0,063	-0,20		
35	-0,006		-26,4602	0,130	-0,005		-25,4521	0,120	-0,21		
38	-0,003		-27,1401	0,073	-0,003		-26,1320	0,067	-0,21		
36	-0,002		-29,7600	0,060	-0,002		-28,7519	0,056	-0,24		
31	-0,004		-32,3799	0,116	-0,004		-31,3718	0,108	-0,26		
74	-0,002		-37,6196	0,055	-0,001		-36,6115	0,052	-0,30		
5,273			$\delta H'' =$	-0,800			$\delta H''' =$	-0,023			
	0,533				0,397						

Таблица 5.

№ участка	Тепловая нагрузка		Характеристики участка		Расчетные данные							Сумма по трассе $\sum \Delta H$ М.В.СТ.	
	Гкал/час	Вт	Расход воды на отопление G, т/час	Длина по плану L, м	Диаметр, мм d _{нхс} сущ.	Диаметр, мм d _{нхс} принятый	Скорость воды V, м/с	Удельные потери напора R(ΔH), кгс/м ² ·м	Потери напора на участке				
									линейные М.В.СТ.	местные М.В.СТ.	общие М.В.СТ.		$S=\Delta H_{лн}/G_{лн}$
основная магистраль													
1-25	2,873	3341182,7	114,911	52,0	219x6,0		1,01	6,00	0,312	0,125	0,437	0,00003	0,437
25-26	3,238	3766142,9	129,526	85,0	219x6,0		1,14	7,61	0,647	0,259	0,906	0,00005	1,342
26-27	3,304	3842319,4	132,146	138,0	219x6,0		1,16	7,92	1,093	0,437	1,530	0,00009	2,873
27-кот.	3,394	3946989,4	135,746	42,0	219x6,0	273x8,0	0,75	2,54	0,107	0,043	0,149	0,00001	3,022
				150,0	219x6,0	273x8,0	0,75	2,54	0,381	0,152	0,533	0,00003	3,555
				38,0	219x6,0	273x8,0	0,75	2,54	0,097	0,039	0,135	0,00001	3,690
Ответвление 1													
28-29	0,017	19771,0	0,680	65,0	108x4,0		0,02	0,00	0,000	0,000	0,000	0,00000	0,000
29-30	0,051	59313,0	2,040	44,0	108x4,0		0,07	0,00	0,000	0,000	0,000	0,00000	0,000
30-31	0,085	98855,0	3,400	47,0	108x4,0		0,12	0,27	0,013	0,004	0,016	0,00143	0,016
31-32	0,119	138397,0	4,760	45,0	108x4,0		0,18	0,48	0,022	0,006	0,028	0,00124	0,045
32-33	0,153	177939,0	6,120	45,0	108x4,0		0,23	0,78	0,035	0,011	0,046	0,00122	0,090
33-34	0,187	217481,0	7,480	46,0	108x4,0		0,28	1,14	0,052	0,016	0,068	0,00122	0,158
34-35	0,221	257023,0	8,840	92,0	108x4,0		0,32	1,58	0,145	0,044	0,189	0,00242	0,347
35-36	0,352	409376,0	14,079	54,0	108x4,0	159x4,5	0,23	0,48	0,026	0,008	0,034	0,00017	0,381
36-37	0,483	561729,0	19,319	53,0	108x4,0	159x4,5	0,71	0,88	0,047	0,014	0,061	0,00016	0,442
37-3	0,614	714082,0	24,559	33,0	108x4,0	159x4,5	0,91	1,42	0,047	0,014	0,061	0,00010	0,503
Ответвление 2													
38-39	0,034	39542,0	1,360	45,0	108x4,0		0,05	0	0,000	0,000	0,000	0,00000	0,000
39-40	0,068	79084,0	2,720	43,0	108x4,0		0,10	0	0,000	0,000	0,000	0,00000	0,000
40-41	0,102	118626,0	4,080	144,0	108x4,0		0,15	0,36	0,052	0,016	0,067	0,00405	0,067
41-42	0,119	138397,0	4,760	80,0	108x4,0		0,18	0,48	0,038	0,012	0,050	0,00220	0,117

Вывод: Из-за невозможности уменьшать диаметр в соответствии с расходом воды на участке и вследствие этого невозможностью увязать ответвления с основной магистралью, работоспособность существующих тепловых сетей невозможна в стабильном режиме.

Минусом такой системы являются:

- низкая гидравлическая устойчивость систем, вследствие чего системы должны работать с повышенным по отношению к расчетному расходом воды;
- низкая управляемость систем, вследствие чего система работает нормально только при постоянном расходе воды;
- жесткая гидравлическая связь между всеми элементами системы, что может привести к повышению давления в некоторых элементах выше допустимого;
- большие потери теплоносителя в аварийных ситуациях;
- высокая стоимость сетей;
- потребность в большом количестве авторегуляторов.

Для надежности работы и простоты регулирования системы теплоснабжения населенного пункта рекомендуем модернизировать существующую систему теплоснабжения с учетом уже имеющихся трубопроводов. Рекомендуемую схему тепловых сетей см. графическую часть лист ТС-3 и ТС-9.

7.2 Гидравлический расчет – 2 ветвь (рекомендуемая система теплоснабжения – вариант 1).

Основная задача гидравлического расчета состоит в определении диаметров труб по заданным расходам теплоносителя и располагаемым перепадам давлений во всей сети или в отдельных ее участках.

Результаты гидравлического расчета используются для построения пьезометрических графиков, выбора сети абонентских вводов, подбора насосного оборудования, определения стоимости тепловой сети и других целей.

При движении теплоносителя по трубам потери давления складываются из гидравлических сопротивлений трения по длине трубопровода и местных сопротивлений:

$$\Delta H = \Delta H_{\text{л}} + \Delta H_{\text{м}}$$

$$\Delta H_{\text{л}} = (R \cdot l_{\text{п}}) / 1000, \text{ м. вод. ст.}$$

R – удельные потери напора Па/м;

$l_{\text{п}}$ – длина трубопровода по плану, м;

R на магистрали $\leq 8 \text{ кгс/м}^2$;

R на ответвлениях $< 30 \text{ кгс/м}^2$

Взам. инв. №	Взам. инв. №	Подп. и дата					СТ 12-73	Лист
Взам. инв. №	Взам. инв. №	Подп. и дата					16	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

В зависимости от R (Па/м) и G (т/ч), по рисункам (номограммам) для расчета гидравлических потерь в водяных трубопроводах, подбираем $d_n \times S$. Снимаем точное значение R и v , м/с. Результаты записываются в таблицу 6.

При определении потерь давления в местных сопротивлениях используются эквивалентные длины местных сопротивлений. Под эквивалентной длиной принимается такая длина прямолинейного участка трубопровода диаметром d , потеря давления от трения на которой равна потере давления от местных сопротивлений:

$$\Delta P_m = R \cdot l_s, \text{ м.вод.ст.}$$

При отсутствии данных о характере и количестве местных сопротивлений на трубопроводах тепловых сетей суммарную эквивалентную длину местных сопротивлений допускается определять умножением длины трубопровода на поправочный коэффициент a_1 , принимаемый равным 0,3 - для тепловых сетей диаметром до 150 мм, 0,4 - для тепловых сетей диаметром от 175 до 200 мм и 0,6 - для тепловых сетей диаметром от 250 до 3200 мм с П-образными компенсаторами со сварными или крутоизогнутыми отводами (СНиП 2.04.07-86* прил. 5*).

$$l_s = L \cdot a_1$$

Результаты записываем в таблицу 6.

В конце расчета проверяем правильность выбора диаметров. Делаем увязку ответвлений с магистралью. Если невязка $< 10\%$, то расчет выполнен верно.

Гидравлическим режимом определяется взаимосвязь между расходом теплоносителя и давлением в различных точках системы в данный момент времени.

Расчетный гидравлический режим характеризуется распределением теплоносителя в соответствии с расчетной тепловой нагрузкой абонентов. Давление в узловых точках сети на абонентских вводах равно расчетному. Наглядное представление об этом режиме дает пьезометрический график, построенный по данным гидравлического расчета.

Гидравлические режимы разрабатываются для отопительного периода времени.

Расчет гидравлического режима базируется на основных уравнениях гидродинамики. В тепловых сетях имеет место квадратичная зависимость падения давления ΔH от расхода

$$\Delta H = S \cdot G_{уч}^2$$

где S – характеристика сопротивления, представляющая собой падение давления при единичном расходе теплоносителя, м. вод. ст./ $(\text{т/ч})^2$;

G – расход теплоносителя, т/ч;

$$S = \frac{\Delta H_{уч}}{G_{уч}^2} \text{ — определяем для расчетного режима.}$$

Взам. инв. №	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата
Взам. инв. №	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

Таблица 6.

№ участка	Тепловая нагрузка		Характеристики участка			Расчетные данные						Сумма по трассе $\sum \Delta H$ м.в.ст.	
	Гкал/час	Вт	Расход воды на отопление G, т/час	Длина по плану L, м	Диаметр, мм dnхs суц.	Диаметр, мм dnхs принятый	Скорость воды V, м/с	Удельные потери напора R(ΔH), кгс/м ² ·м	линейные м.в.ст.	местные м.в.ст.	общие м.в.ст.		$S = \Delta H_{\text{уч}} / G_{\text{уч}}$
основная магистраль													
1-2	0,131	152353,0	5,240	40,0		89x3,5	0,29	1,56	0,062	0,019	0,081	0,00295	0,081
2-3	0,197	228529,5	7,860	32,0		89x3,5	0,43	3,58	0,115	0,034	0,149	0,00241	0,230
3-4	0,393	457059,0	15,719	60,0	108x4,0		0,58	4,99	0,299	0,090	0,389	0,00158	0,619
4-5	0,715	831893,9	28,611	60,0	108x4,0	159x4,5	0,47	1,94	0,116	0,035	0,151	0,00018	0,771
5-6	0,725	843523,9	29,011	80,0	108x4,0	159x4,5	0,48	1,99	0,159	0,048	0,207	0,00025	0,978
6-7	0,742	863294,9	29,691	50,0	108x4,0	159x4,5	0,49	2,08	0,104	0,031	0,135	0,00015	1,113
7-8	0,759	883065,9	30,371	40,0	108x4,0	159x4,5	0,50	2,18	0,087	0,026	0,113	0,00012	1,226
8-9	0,776	902836,9	31,051	38,0	108x4,0	159x4,5	0,51	2,28	0,087	0,026	0,113	0,00012	1,339
9-10	0,793	922607,9	31,730	57,0	108x4,0	159x4,5	0,52	2,38	0,136	0,041	0,176	0,00018	1,515
10-11	0,928	1079612,9	37,130	72,0	108x4,0	159x4,5	0,61	3,25	0,234	0,070	0,304	0,00022	1,819
11-12	0,998	1160674,0	39,918	40,0	108x4,0	159x4,5	0,67	3,77	0,130	0,039	0,169	0,00012	1,988
12-13	1,612	1874756,0	64,477	37,0	108x4,0	219x6,0	0,56	1,8	0,041	0,017	0,058	0,00001	2,331
13-14	1,678	1950932,5	67,097	23,0	108x4,0	219x6,0	0,58	1,94	0,019	0,008	0,027	0,00001	2,358
14-15	1,743	2027109,0	69,717	10,0	108x4,0	219x6,0	0,6	2,09	0,088	0,035	0,123	0,00003	2,481
15-16	2,412	2805039,7	96,471	42,0	114x4,0	219x6,0	0,83	4,02	0,040	0,016	0,056	0,00001	2,537
16-17	2,477	2881216,2	99,091	10,0	159x4,5	219x6,0	0,85	4,23	0,197	0,079	0,275	0,00003	2,812
17-18	2,543	2957392,7	101,711	46,5	219x6,0		0,88	4,46	0,192	0,077	0,268	0,00003	3,081
18-19	2,560	2977163,7	102,391	13,0	219x6,0		0,88	4,52	0,058	0,023	0,081	0,00001	3,162
19-20	2,577	2996934,7	103,071	34,0	219x6,0		0,89	4,58	0,154	0,061	0,215	0,00002	3,377
20-21	2,594	3016705,7	103,751	90,0	219x6,0		0,9	4,64	0,412	0,165	0,577	0,00005	3,954
				152,0	219x6,0				0,705	0,282	0,987	0,00009	4,942

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №																
21-КОТ	3,394	3946989,4	135,746	150,0	219x6,0	273x8,0	0,75	2,54	0,381	0,152	0,533	0,00003	0,00001	0,097	0,039	0,135	0,00001	5,475
				38,0														5,610
Ответвление 1																		
22-3	0,131	152353,0	5,240	48,0	108x4,0	76x3,5	0,4	3,98	0,191	0,057	0,248	0,00905	0,00905	0,248	0,057	0,248	0,00905	0,248
Ответвление 2																		
23-24	0,073	84899,0	2,920	30,0	57x3,5		0,43	6,88	0,206	0,062	0,268	0,03147	0,03147	0,206	0,062	0,268	0,03147	0,268
24-10	0,118	137234,0	4,720	51,0	57x3,5		0,7	18	0,918	0,275	1,193	0,05357	0,05357	0,918	0,275	1,193	0,05357	1,462
Ответвление 3																		
25-26	0,131	152353,0	5,240	53,0	108x4,0		0,19	0,58	0,031	0,009	0,040	0,00146	0,00146	0,031	0,009	0,040	0,00146	0,040
26-27	0,262	304706,0	10,479	54,0	108x4,0		0,39	2,22	0,120	0,036	0,156	0,00142	0,00142	0,120	0,036	0,156	0,00142	0,196
27-28	0,393	457059,0	15,719	92,0	108x4,0		0,58	4,99	0,459	0,138	0,597	0,00242	0,00242	0,459	0,138	0,597	0,00242	0,793
28-29	0,427	496601,0	17,079	46,0	108x4,0		0,63	5,83	0,268	0,080	0,349	0,00120	0,00120	0,268	0,080	0,349	0,00120	1,141
29-30	0,461	536143,0	18,439	45,0	108x4,0		0,68	6,87	0,309	0,093	0,402	0,00118	0,00118	0,309	0,093	0,402	0,00118	1,543
30-31	0,495	575685,0	19,799	45,0	108x4,0		0,73	7,92	0,356	0,107	0,463	0,00118	0,00118	0,356	0,107	0,463	0,00118	2,006
31-32	0,529	615227,0	21,159	47,0	108x4,0	159x4,5	0,34	1,06	0,050	0,015	0,065	0,00014	0,00014	0,050	0,015	0,065	0,00014	2,071
32-33	0,563	654769,0	22,519	44,0	108x4,0	159x4,5	0,37	1,2	0,053	0,016	0,069	0,00014	0,00014	0,053	0,016	0,069	0,00014	2,140
33-34	0,597	694311,0	23,879	65,0	108x4,0	159x4,5	0,39	1,35	0,088	0,026	0,114	0,00020	0,00020	0,088	0,026	0,114	0,00020	2,254
34-12	0,614	714082,0	24,559	7,0	108x4,0	159x4,5	0,4	1,42	0,010	0,003	0,013	0,00002	0,00002	0,010	0,003	0,013	0,00002	2,267
Ответвление 4																		
35-36	0,1884	219109,2	7,536	15,0		89x3,5	0,41	3,3	0,050	0,015	0,064	0,00113	0,00113	0,050	0,015	0,064	0,00113	0,064
				80,0					0,264	0,079	0,343	0,00604	0,00604	0,264	0,079	0,343	0,00604	0,408
36-37	0,2224	258651,2	8,896	10,0		89x3,5	0,49	4,59	0,046	0,014	0,060	0,00075	0,00075	0,046	0,014	0,060	0,00075	0,467
37-38	0,2879	334827,7	11,515	72,0	108x4,0		0,42	2,67	0,192	0,058	0,250	0,00188	0,00188	0,192	0,058	0,250	0,00188	0,717
38-39	0,3534	411004,2	14,135	53,0	108x4,0		0,53	4,04	0,214	0,064	0,278	0,00139	0,00139	0,214	0,064	0,278	0,00139	0,995
39-40	0,4189	487180,7	16,755	55,0	108x4,0		0,62	5,67	0,312	0,094	0,405	0,00144	0,00144	0,312	0,094	0,405	0,00144	1,401
40-41	0,4844	563357,2	19,375	60,0	108x4,0		0,72	7,59	0,455	0,137	0,592	0,00158	0,00158	0,455	0,137	0,592	0,00158	1,993
41-42	0,5499	639533,7	21,995	80,0	108x4,0	159x4,5	0,36	1,14	0,091	0,027	0,119	0,00025	0,00025	0,091	0,027	0,119	0,00025	2,111
42-43	0,5669	659304,7	22,675	144,0	108x4,0	159x4,5	0,37	1,22	0,176	0,053	0,228	0,00044	0,00044	0,176	0,053	0,228	0,00044	2,340
43-44	0,6009	698846,7	24,035	43,0	108x4,0	159x4,5	0,39	1,36	0,058	0,018	0,076	0,00013	0,00013	0,058	0,018	0,076	0,00013	2,416
44-45	0,6349	738388,7	25,395	45,0	108x4,0	159x4,5	0,42	1,52	0,068	0,021	0,089	0,00014	0,00014	0,068	0,021	0,089	0,00014	2,505
45-15	0,669	777930,7	26,755	48,5	108x4,0	159x4,5	0,44	1,7	0,082	0,025	0,107	0,00015	0,00015	0,082	0,025	0,107	0,00015	2,612
Ответвление 5																		
Пл116-47	0,3654	424960,2	14,615	90,0	108x4,0		0,54	4,31	0,388	0,116	0,504	0,00236	0,00236	0,388	0,116	0,504	0,00236	0,504
47-48	0,4964	577313,2	19,855	51,0	219x6,0	108x4,0	0,73	7,97	0,406	0,122	0,528	0,00134	0,00134	0,406	0,122	0,528	0,00134	1,033
48-49	0,5619	653489,7	22,475	63,0	219x6,0	108x4,0	0,83	10,24	0,645	0,194	0,839	0,00166	0,00166	0,645	0,194	0,839	0,00166	1,871

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

49-50	0,6274	729666,2	25,095	59,0	219x6,0	108x4,0	0,92	12,6	0,743	0,223	0,966	0,00153	2,838
50-51	0,6929	805842,7	27,715	86,0	219x6,0	108x4,0	1,02	15,47	1,330	0,399	1,730	0,00225	4,567
51-52	0,7829	910512,7	31,315	32,0	219x6,0	159x4,5	0,52	2,32	0,074	0,022	0,097	0,00010	4,664
52-21	0,7999	930283,7	31,994	10,0	219x6,0	159x4,5	0,53	2,42	0,024	0,007	0,031	0,00003	4,695
Ответвление б													
46-47	0,131	152353,0	5,240	52,0	219x6,0	76x3,5	0,4	3,98	0,207	0,062	0,269	0,00980	0,269
Диаметр отверстия дроссельной диафрагмы, мм: 32,9													

$$\frac{\Delta H_{\text{пол}} - \Delta H_{\text{меньш}}}{\Delta H_{\text{пол}}} \cdot 100\% \quad \text{не более } 10\%$$

Проверка:

На ответвлении 1: $\frac{0,248 - 0,23}{0,248} \cdot 100\% = 7,4\%$

На ответвлении 2: $\frac{1,515 - 1,462}{1,515} \cdot 100\% = 3,5\%$

На ответвлении 3: $\frac{2,267 - 2,179}{2,267} \cdot 100\% = 3,9\%$

На ответвлении 4: $\frac{2,612 - 2,481}{2,612} \cdot 100\% = 5,0\%$

На ответвлении 5: $\frac{4,942 - 4,695}{4,942} \cdot 100\% = 5,0\%$

На ответвлении 6: $\frac{0,504 - 0,269}{0,504} \cdot 100\% = 46,6\%$

Изм. Кол.уч. Лист №док. Подп. Дата

СТ 12-73

Лист

20

Вывод: Из-за невозможности уменьшать диаметр в соответствии с расходом воды на участке «т.46-т.47» тепловой сети - ответвление 6, ставим дроссельную диафрагму для поглощения избыточных напоров. Диаметр отверстия дроссельной диафрагмы определяют по формуле:

$$d = 10 \cdot \sqrt[4]{\frac{G^2}{\Delta H}}, \text{ мм}$$

Где G – расчетный расход воды через дроссельную диафрагму, т/ч;

ΔH – напор, дросселируемый диафрагмой, м.вод.ст.

$$d = 10 \cdot \sqrt[4]{\frac{5,24^2}{0,235}} = 32,9 \text{ мм}$$

На основании выполненных расчетов строим расчетную схему тепловой сети (см. графическую часть лист ОВ-7) и пьезометрический график (см. графическую часть лист ОВ-8).

7.3 Построение пьезометрического графика расчет – 2 ветвь (рекомендуемая система теплоснабжения – вариант 1).

Пьезометрический график напоров трубопроводов тепловой сети – график давления в трубопроводе тепловой сети относительно местности, по которой проложена трасса тепловой сети, то есть зависимость напоров от длины трассы. Зависит от отметок земли по трассе, от высоты подключаемых абонентских систем, от полученных результатов гидравлического расчета. Он дает наглядное представление о давлении в любой точке тепловой сети как в подающем так и обратном трубопроводе, а также величины гидростатического и гидродинамического давления, которые выражают в линейных единицах высоты водяного столба, измеряемого от условной точки отсчета, за которую условно принимают совпадающую с отметкой земли ось теплотрассы и отопительного прибора 1-го этажа.

Для построения пьезометрического графика давлений по горизонтальной оси в определенном масштабе (1:10000) откладывают длину оси магистрали в м, а по вертикальной оси откладываются отметки земли, высота подключенных зданий и напора (1:500).

Статический напор устанавливают из условия заполнения сетевой водой по возможности всех абонентских систем с запасом по отношению к самому высокому абоненту. Предельное положение пьезометрической линии (максимальное давление) для обратной магистрали при динамическом режиме намечается из следующих соображений:

- максимальный пьезометрический напор зависит от предела прочности отопительных приборов (чугунные 50 м. вод. ст., стальные 60 м. вод. ст.) нижних этажей систем отопления, присоединяемых по элеваторной схеме.

Взам. инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	СТ 12-73	

При давлении больше 8 ата систему отопления можно подключать по независимой схеме через теплообменник (он выдерживает до 12 ата);

- Избыточный напор в обратном трубопроводе в самых верхних точках системы отопления должен быть выше 5м.вод.ст., во избежание вскипания и подсоса воздуха.

Пьезометрическая линия подающей магистрали должна удовлетворять следующим условиям:

1. Минимально допустимое значение в подающем трубопроводе не должно допускать вскипание перегретой воды, то есть должно быть выше давления насыщенных водяных паров.

$$P_{\text{вск}} = 0,169 \text{ МПа} = 16,9 \text{ м. вод. ст. при } \tau_1 = 115^\circ\text{C}$$

$$P_{\text{min}} > P_{\text{вск.}}$$

2. Максимальное давление в подающем трубопроводе тепловых сетей должно быть ниже предела прочности стальных труб и арматуры.

Для современных узлов $P_{\text{max}} = 1,6 \text{ МПа} = 160 \text{ м. вод. ст.}$

Минимальный располагаемый напор у абонента

$$\Delta H_{\text{аб}} = 1,5 \cdot (1 + U^2) \cdot \Delta h$$

где U – коэффициент смешения элеватора

$$U = \frac{\tau_1 - \tau_{\text{см}}}{\tau_{\text{см}} - \tau_2} = \frac{115 - 95}{95 - 70} = 0,8$$

Δh – потери напора в местной системе отопления, принимаем 1,5 м.вод.ст.

$$\Delta H_{\text{аб}} = 1,5 \cdot (1 + 0,8^2) \cdot 1,5 = 3,69 \text{ м.вод.ст.}$$

Минимальный располагаемый напор, учитывая потери напора в элеваторе и местной системе отопления.

Давление создаваемое сетевым насосом:

$$H_{\text{сн}} = \Delta H_{\text{сн}} + \Delta H_{\text{д1}} + \Delta H_{\text{р}}^{\text{min}} + \Delta H_{\text{д2}} = 15 + 5,61 + 3,69 + 5,61 = 29,91 \text{ м.вод.ст.}$$

$\Delta H_{\text{сн}}$ – потери давления на источнике принимаем равным 15 м.вод.ст.

$\Delta H_{\text{д1}}$ и $\Delta H_{\text{д2}}$ – потери давления в подающем и обратном трубопроводе (из гидравлического расчета табл. 6).

Пьезометрический график (см. графическую часть лист ОВ-8).

Взам. инв. №	Взам. инв. №				
	Подп. и дата				
Взам. инв. №	Взам. инв. №				
	Подп. и дата				
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата
СТ 12-73					Лист
					22

7.4 Гидравлический расчет – 2 ветвь (рекомендуемая система теплоснабжения – вариант 2).

Основная задача гидравлического расчета состоит в определении диаметров труб по заданным расходам теплоносителя и располагаемым перепадам давлений во всей сети или в отдельных ее участках.

Результаты гидравлического расчета используются для построения пьезометрических графиков, выбора сети абонентских вводов, подбора насосного оборудования, определения стоимости тепловой сети и других целей.

При движении теплоносителя по трубам потери давления складываются из гидравлических сопротивлений трения по длине трубопровода и местных сопротивлений:

$$\Delta H = \Delta H_{\text{л}} + \Delta H_{\text{м}}$$

$$\Delta H_{\text{л}} = (R \cdot l_{\text{п}}) / 1000, \text{ м. вод. ст.}$$

R – удельные потери напора Па/м;

$l_{\text{п}}$ – длина трубопровода по плану, м;

R на магистрали ≤ 8 кгс/м²;

R на ответвлениях < 30 кгс/м²

В зависимости от R (Па/м) и G (т/ч), по рисункам (номограммам) для расчета гидравлических потерь в водяных трубопроводах, подбираем $d_{\text{н}} \times S$. Снимаем точное значение R и v , м/с. Результаты записываются в таблицу 7.

При определении потерь давления в местных сопротивлениях используются эквивалентные длины местных сопротивлений. Под эквивалентной длиной принимается такая длина прямолинейного участка трубопровода диаметром d , потеря давления от трения на которой равна потере давления от местных сопротивлений:

$$\Delta P_{\text{м}} = R \cdot l_{\text{э}}, \text{ м. вод. ст.}$$

При отсутствии данных о характере и количестве местных сопротивлений на трубопроводах тепловых сетей суммарную эквивалентную длину местных сопротивлений допускается определять умножением длины трубопровода на поправочный коэффициент a_1 , принимаемый равным 0,3 - для тепловых сетей диаметром до 150 мм, 0,4 - для тепловых сетей диаметром от 175 до 200 мм и 0,6 - для тепловых сетей диаметром от 250 до 3200 мм с П-образными компенсаторами со сварными или крутоизогнутыми отводами (СНиП 2.04.07-86* прил. 5*).

$$l_{\text{э}} = L \cdot a_1$$

Результаты записываем в таблицу 7.

В конце расчета проверяем правильность выбора диаметров. Делаем увязку ответвлений с магистралью. Если невязка $< 10\%$, то расчет выполнен верно.

Взам. инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	СТ 12-73	

Гидравлическим режимом определяется взаимосвязь между расходом теплоносителя и давлением в различных точках системы в данный момент времени.

Расчетный гидравлический режим характеризуется распределением теплоносителя в соответствии с расчетной тепловой нагрузкой абонентов. Давление в узловых точках сети на абонентских вводах равно расчетному. Наглядное представление об этом режиме дает пьезометрический график, построенный по данным гидравлического расчета.

Гидравлические режимы разрабатываются для отопительного периода времени.

Расчет гидравлического режима базируется на основных уравнениях гидродинамики. В тепловых сетях имеет место квадратичная зависимость падения давления ΔH от расхода

$$\Delta H = S \cdot G^2_{уч}$$

где S – характеристика сопротивления, представляющая собой падение давления при единичном расходе теплоносителя, м. вод. ст./ $(т/ч)^2$;

G – расход теплоносителя, т/ч;

$$S = \frac{\Delta H_{уч}}{G^2_{уч}} \text{ -- определяем для расчетного режима.}$$

Взам. инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

СТ 12-73

Лист

24

Таблица 7.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №
Изм.	Кол.уч.	Лист
№ док.	Подп.	Дата

№ участка	Тепловая нагрузка		Характеристики участка		Диаметр, мм фнхс принятый	Скорость воды V, м/с	Удельные потери напора R(ΔH), кгс/м ² ·м	Потери напора на участке			Сумма по трассе ΣΔH м.в.ст.		
	Гкал/час	Вт	Расход воды на отопление G, т/час	Длина по плану L, м				Диаметр, мм фнхс сущ.	линейные м.в.ст.	местные м.в.ст.		общие м.в.ст.	$S = \Delta H \cdot L / G \cdot \gamma \cdot \rho$
основная магистраль													
1-2	0,010	11630,0	0,400	60,0	108x4,0	32x2,5	0,20	3,65	0,219	0,066	0,285	1,77955	0,285
2-3	0,332	386464,9	13,291	60,0	108x4,0		0,49	3,57	0,214	0,064	0,278	0,00158	0,553
3-4	0,594	691170,9	23,771	48,0	108x4,0	159x4,5	0,39	1,34	0,064	0,019	0,084	0,00015	0,647
4-5	0,725	843523,9	29,011	27,0 80,0	108x4,0	159x4,5	0,48	1,99	0,054	0,016	0,070	0,00008	0,717
5-6	1,118	1300582,9	44,730	80,0	219x6,0		0,40	0,91	0,073	0,029	0,102	0,00005	0,924
6-7	1,668	1940116,6	66,725	38,0	219x6,0		0,58	1,92	0,073	0,029	0,102	0,00002	1,128
7-8	1,799	2092469,6	71,965	52,0	219x6,0		0,62	2,23	0,116	0,046	0,162	0,00003	1,290
8-9	2,165	2517429,8	86,580	85,0	219x6,0		0,75	3,23	0,275	0,110	0,384	0,00005	1,674
9-10	2,230	2593606,3	89,200	63,0	219x6,0		0,77	3,43	0,216	0,086	0,303	0,00004	1,977
10-11	2,296	2669782,8	91,820	59,0	219x6,0		0,8	3,64	0,215	0,086	0,301	0,00004	2,278
11-12	2,361	2745959,3	94,439	86,0	219x6,0		0,82	3,84	0,330	0,132	0,462	0,00005	2,740
12-13	2,451	2850629,3	98,039	32,0	219x6,0		0,84	4,14	0,132	0,053	0,185	0,00002	2,925
13-14	2,468	2870400,3	98,719	10,0	219x6,0		0,85	4,2	0,042	0,017	0,059	0,00001	2,984
21-кот	3,394	3946989,4	135,746	150,0 38,0	219x6,0	273x8,0	0,75	2,54	0,381	0,152	0,533	0,00003	3,518
Ответвление 1													
15-16	0,131	152353,0	5,240	40		76x3,5	0,40	3,98	0,159	0,048	0,207	0,00754	0,207
16-3	0,197	228529,5	7,860	32,0		76x3,5	0,61	8,96	0,287	0,086	0,373	0,00603	0,580
Ответвление 2													
17-18	0,131	152353,0	5,240	54,0	108x4,0	76x3,5	0,40	3,98	0,215	0,064	0,279	0,01018	0,279
18-19	0,262	304706,0	10,479	53,0	108x4,0	89x3,5	0,58	6,36	0,337	0,101	0,438	0,00399	0,718
19-5	0,393	457059,0	15,719	33,0	108x4,0		0,58	4,99	0,165	0,049	0,214	0,00087	0,932

СТ 12-73

Изм.	Индв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Индв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №														
Ответвление 3																
20-21	0,066	76176,5	2,620	60,0	108x4,0	57x3,5	0,38	5,45	0,327	0,098	0,425	0,06193	0,425			
21-22	0,131	152353,0	5,240	55,0	108x4,0	76x3,5	0,40	3,98	0,219	0,066	0,285	0,01036	0,710			
22-23	0,197	228529,5	7,860	53,0	108x4,0	89x3,5	0,43	3,58	0,190	0,057	0,247	0,00399	0,956			
23-6	0,262	304706,0	10,479	37,0		108x4,0	0,39	2,2	0,081	0,024	0,106	0,00096	1,352			
Ответвление 4																
24-25	0,1884	219109,2	7,536	95,0		89x3,5	0,41	3,3	0,314	0,094	0,408	0,00718	0,408			
25-26	0,2224	258651,2	8,896	10,0		89x3,5	0,49	4,59	0,046	0,014	0,060	0,00075	0,467			
26-6	0,2879	334827,7	11,515	35,0		89x3,5	0,63	7,65	0,268	0,080	0,348	0,00262	0,815			
Диаметр отверстия дроссельной диафрагмы, мм: 50,1																
Ответвление 5																
27-7	0,131	152353,0	5,240	34,0	219x6,0	57x3,5	0,78	22,14	0,753	0,226	0,979	0,03564	0,979			
Диаметр отверстия дроссельной диафрагмы, мм: 36,8																
Ответвление 6																
ПЛ116-8	0,3654	424960,2	14,615	50,0	108x4,0	89x3,5	0,81	12,38	0,619	0,186	0,805	0,00377	0,805			
Диаметр отверстия дроссельной диафрагмы, мм: 45,8																
Ответвление 7																
28-29	0,073	84899,0	2,920	30,0		57x3,5	0,43	6,88	0,206	0,062	0,268	0,03147	0,268			
29-30	0,118	137234,0	4,720	51,0		76x3,5	0,37	3,23	0,165	0,049	0,214	0,00961	0,482			
30-31	0,203	236089,0	8,120	72,0	108x4,0		0,3	1,34	0,096	0,029	0,125	0,00190	0,608			
				40,0					0,054	0,016	0,070	0,00106	0,678			
31-32	0,2727	317150,1	10,907	39,0	108x4,0		0,42	2,63	0,103	0,031	0,133	0,00112	0,811			
32-33	0,494	574173,1	19,747	37,0	108x4,0		0,73	7,88	0,292	0,087	0,379	0,00097	1,190			
				23,0					0,181	0,054	0,236	0,00060	1,426			
33-34	0,559	650349,6	22,367	10,0	108x4,0	159x4,5	0,37	1,18	0,012	0,004	0,015	0,00003	1,441			
34-35	0,625	726526,1	24,987	42,0	114x4,0	159x4,5	0,41	1,47	0,062	0,019	0,080	0,00013	1,521			
35-36	0,744	864923,1	29,747	52,0	114x4,0	159x4,5	0,49	2,04	0,106	0,032	0,138	0,00016	1,659			
36-37	0,809	941099,6	32,366	46,5	159x4,5	159x4,5	0,53	2,48	0,115	0,035	0,150	0,00014	1,809			
37-38	0,875	1017276,1	34,986	24,5	219x6,0	159x4,5	0,57	2,89	0,071	0,021	0,092	0,00008	1,901			
				13,0					0,038	0,011	0,049	0,00004	1,950			
38-39	0,892	1037047,1	35,666	34,0	219x6,0	159x4,5	0,58	3	0,102	0,031	0,133	0,00010	2,082			
39-40	0,909	1056818,1	36,346	90,0	219x6,0	159x4,5	0,6	3,12	0,281	0,084	0,365	0,00028	2,448			
40-14	0,926	1076589,1	37,026	162,0	219x6,0	159x4,5	0,61	3,23	0,523	0,157	0,680	0,00050	3,128			
Ответвление 8																

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

41-42	0,017	19771,0	0,680	50,0	108x4,0	45x2,5	0,15	1,29	0,065	0,019	0,084	0,18135	0,084
42-43	0,034	39542,0	1,360	40,0	108x4,0	57x3,5	0,2	1,57	0,063	0,019	0,082	0,04414	0,165
43-44	0,051	59313,0	2,040	38,0	108x4,0	57x3,5	0,3	3,37	0,128	0,038	0,166	0,04001	0,332
44-30	0,068	79084,0	2,720	57,0	108x4,0	76x3,5	0,21	1,12	0,064	0,019	0,083	0,01122	0,415
Диаметр отверстия дроссельной диафрагмы, мм: 32,4													
Ответвление 9													
45-46	0,034	39542,0	1,360	46,0	108x4,0	57x3,5	0,2	1,57	0,072	0,022	0,094	0,05077	0,094
46-47	0,068	79084,0	2,720	45,0	108x4,0	76x3,5	0,21	1,12	0,050	0,015	0,066	0,00886	0,159
47-48	0,102	118626,0	4,080	45,0	108x4,0	76x3,5	0,32	2,39	0,108	0,032	0,140	0,00840	0,299
48-49	0,136	158168,0	5,440	47,0	108x4,0	76x3,5	0,42	4,29	0,202	0,060	0,262	0,00886	0,561
49-50	0,170	197710,0	6,800	44,0	108x4,0	89x3,5	0,37	2,68	0,118	0,035	0,153	0,00332	0,715
50-51	0,204	237252,0	8,160	65,0	108x4,0		0,45	1,35	0,088	0,026	0,114	0,00171	0,829
51-32	0,221	257023,0	8,840	7,0	108x4,0		0,32	1,58	0,011	0,003	0,014	0,00018	0,843
Ответвление 10													
52-53	0,017	19771,0	0,680	144,0	108x4,0	45x2,5	0,15	1,29	0,186	0,056	0,241	0,52230	0,241
53-54	0,051	59313,0	2,040	43,0	108x4,0	57x3,5	0,3	3,37	0,145	0,043	0,188	0,04527	0,430
54-55	0,085	98855,0	3,400	45,0	108x4,0	57x3,5	0,5	9,32	0,419	0,126	0,545	0,04717	0,975
55-35	0,119	138397,0	4,760	48,5	108x4,0	76x3,5	0,37	3,29	0,160	0,048	0,207	0,00916	1,153
Диаметр отверстия дроссельной диафрагмы, мм: 28,6													

Проверка:	$\frac{\Delta H_{\text{бол}} - \Delta H_{\text{меньш}}}{\Delta H_{\text{бол}}} \cdot 100\%$	не более 10%
На ответвлении 1:	$\frac{0,58 - 0,563}{0,058} \cdot 100\%$	= 2,85%
На ответвлении 2:	$\frac{0,932 - 0,924}{0,932} \cdot 100\%$	= 0,9%
На ответвлении 3:	$\frac{1,062 - 1,026}{1,062} \cdot 100\%$	= 3,45%
На ответвлении 4:	$\frac{1,026 - 0,815}{1,026} \cdot 100\%$	= 20,5%
На ответвлении 5:	$\frac{1,128 - 0,979}{1,128} \cdot 100\%$	= 13,2%
На ответвлении 6:	$\frac{1,29 - 0,805}{1,29} \cdot 100\%$	= 37,6%
На ответвлении 7:	$\frac{3,128 - 2,984}{3,128} \cdot 100\%$	= 4,6%
На ответвлении 8:	$\frac{0,482 - 0,415}{0,482} \cdot 100\%$	= 14,0%
На ответвлении 9:	$\frac{0,843 - 0,811}{0,843} \cdot 100\%$	= 3,8%
На ответвлении 10:	$\frac{1,521 - 1,183}{1,521} \cdot 100\%$	= 22,3%

Вывод: Из-за невозможности уменьшать диаметр в соответствии с расходом воды на участке «т.26-т.6» тепловой сети - ответвление 4, ставим дроссельную диафрагму для поглощения избыточных напоров. Диаметр отверстия дроссельной диафрагмы определяют по формуле:

$$d = 10 \cdot \sqrt[4]{\frac{G^2}{\Delta H}}, \text{ мм}$$

Где G – расчетный расход воды через дроссельную диафрагму, т/ч;

ΔH – напор, дросселируемый диафрагмой, м.вод.ст.

$$d = 10 \cdot \sqrt[4]{\frac{11,52^2}{0,214}} = 50,1 \text{ мм}$$

Из-за невозможности уменьшать диаметр в соответствии с расходом воды на участке «т.27-т.7» тепловой сети - ответвление 5, ставим дроссельную диафрагму для поглощения избыточных напоров. Диаметр отверстия дроссельной диафрагмы определяют по формуле:

Взам. инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	СТ 12-73	

$$d = 10 \cdot \sqrt[4]{\frac{5,24^2}{0,149}} = 36,8 \text{ мм}$$

Из-за невозможности уменьшать диаметр в соответствии с расходом воды на участке «ПЛ116-т.8» тепловой сети - ответвление 6, ставим дроссельную диафрагму для поглощения избыточных напоров. Диаметр отверстия дроссельной диафрагмы определяют по формуле:

$$d = 10 \cdot \sqrt[4]{\frac{14,62^2}{0,485}} = 45,8 \text{ мм}$$

Из-за невозможности уменьшать диаметр в соответствии с расходом воды на участке «т.44-т.30» тепловой сети - ответвление 8, ставим дроссельную диафрагму для поглощения избыточных напоров. Диаметр отверстия дроссельной диафрагмы определяют по формуле:

$$d = 10 \cdot \sqrt[4]{\frac{2,72^2}{0,067}} = 32,4 \text{ мм}$$

Из-за невозможности уменьшать диаметр в соответствии с расходом воды на участке «т.55-т.35» тепловой сети - ответвление 10, ставим дроссельную диафрагму для поглощения избыточных напоров. Диаметр отверстия дроссельной диафрагмы определяют по формуле:

$$d = 10 \cdot \sqrt[4]{\frac{4,76^2}{0,338}} = 28,6 \text{ мм}$$

На основании выполненных расчетов строим расчетную схему тепловой сети (см. графическую часть лист ОВ-10) и пьезометрический график (см. графическую часть лист ОВ-11).

7.5 Построение пьезометрического графика расчет – 2 ветвь (рекомендуемая система теплоснабжения – вариант 2).

Пьезометрический график напоров трубопроводов тепловой сети – график давления в трубопроводе тепловой сети относительно местности, по которой проложена трасса тепловой сети, то есть зависимость напоров от длины трассы. Зависит от отметок земли по трассе, от высоты подключаемых абонентских систем, от полученных результатов гидравлического расчета. Он дает наглядное представление о давлении в любой точке тепловой сети как в подающем, так и обратном трубопроводе, а также величины гидростатического и гидродинамического давления, которые выражают в линейных единицах высоты водяного столба, измеряемого от условной точки отсчета, за которую условно

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

СТ 12-73

Лист

29

принимают совпадающую с отметкой земли ось теплотрассы и отопительного прибора 1-го этажа.

Для построения пьезометрического графика давлений по горизонтальной оси в определенном масштабе (1:10000) откладывают длину оси магистрали в м, а по вертикальной оси откладываются отметки земли, высота подключенных зданий и напора (1:500).

Статический напор устанавливают из условия заполнения сетевой водой по возможности всех абонентских систем с запасом по отношению к самому высокому абоненту. Предельное положение пьезометрической линии (максимальное давление) для обратной магистрали при динамическом режиме намечается из следующих соображений:

- максимальный пьезометрический напор зависит от предела прочности отопительных приборов (чугунные 50 м. вод. ст., стальные 60 м. вод. ст.) нижних этажей систем отопления, присоединяемых по элеваторной схеме.

При давлении больше 8 ата систему отопления можно подключать по независимой схеме через теплообменник (он выдерживает до 12 ата);

- Избыточный напор в обратном трубопроводе в самых верхних точках системы отопления должен быть выше 5 м.вод.ст., во избежание вскипания и подсоса воздуха.

Пьезометрическая линия подающей магистрали должна удовлетворять следующим условиям:

1. Минимально допустимое значение в подающем трубопроводе не должно допускать вскипание перегретой воды, то есть должно быть выше давления насыщенных водяных паров.

$$P_{\text{вск}} = 0,169 \text{ МПа} = 16,9 \text{ м. вод. ст. при } \tau_1 = 115^\circ\text{C}$$

$$P_{\text{min}} > P_{\text{вск.}}$$

2. Максимальное давление в подающем трубопроводе тепловых сетей должно быть ниже предела прочности стальных труб и арматуры. Для современных узлов $P_{\text{max}} = 1,6 \text{ МПа} = 160 \text{ м. вод. ст.}$

Минимальный располагаемый напор у абонента

$$\Delta H_{\text{аб}} = 1,5 \cdot (1 + U^2) \cdot \Delta h$$

где U – коэффициент смешения элеватора

$$U = \frac{\tau_1 - \tau_{\text{св}}}{\tau_{\text{св}} - \tau_2} = \frac{115 - 95}{95 - 70} = 0,8$$

Δh – потери напора в местной системе отопления, принимаем 1,5 м.вод.ст.

$$\Delta H_{\text{аб}} = 1,5 \cdot (1 + 0,8^2) \cdot 1,5 = 3,69 \text{ м.вод.ст.}$$

Минимальный располагаемый напор, учитывая потери напора в элеваторе и местной системе отопления.

Давление создаваемое сетевым насосом:

СТ 12-73

Лист

30

Взам. инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №				
	Изм.		Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.

$$H_{сн} = \Delta H_{сн} + \Delta H_{д1} + \Delta H_{p}^{min} + \Delta H_{д2} = 15 + 3,65 + 3,69 + 3,65 = 25,99 \text{ м.вод.ст.}$$

$\Delta H_{сн}$ - потери давления на источнике принимаем равным 15 м.вод.ст.

$\Delta H_{д1}$ и $\Delta H_{д2}$ - потери давления в подающем и обратном трубопроводе (из гидравлического расчета табл. 7).

Пьезометрический график (см. графическую часть лист ОВ-11).

1. СНиП 41-02-2003 «Теплотехника».
2. СНиП 41-01-83 «Системы отопления и вентиляция в жилых зданиях». М.: «Стройиздат», 1987г.
3. СНиП 41-01-88 «Отопление и вентиляция жилых зданий в сельских населенных пунктах». М.: «Стройиздат», 1988г.
4. СНиП 41-02-79 «Вентиляция жилых зданий». Часть 1. Общие требования. М.: «Стройиздат», 1979г.
5. СНиП 41-04-80 «Системы отопления жилых зданий». Часть 2. Строительные требования.
6. Система автоматического регулирования температуры теплоносителя в системах отопления. М.: «Стройиздат», 1963г.
7. Система Г. П. «Теплотехника и вентиляция». М.: «Стройиздат», 1982г.
8. Система А. П., Хлебков Б. М. «Системы отопления». М.: «Стройиздат», 1982г.
9. Система «Нормы и эксплуатация систем отопления жилых зданий» (под ред. Милославского В. Н.). М.: «Стройиздат», 1988г.
10. Система В. В. «Теплотехника». М.: «Высшая школа», 1980г.
11. Система М. М. «Нормы и эксплуатация жилых систем отопления». М.: «Стройиздат», 1985г.
12. Система «Системы отопления жилых зданий». М.: «Стройиздат», 1981г.
13. Система «Теплотехника жилых зданий для общей residential работы в Самарской области» (ТЗ № 81-02-2001), 2001 г.
14. Система «Теплотехника жилых зданий» (методика расчета на территории области) в Самарской области (ТЗ № 81-01-2001), 2001 г.
15. Система «Теплотехника и вентиляция в организациях строительства». Методические указания. Куйбышев, 1984г.
16. Система А. М., Савельев О. В., Шакин В. Д. «Примеры расчета гидравлической работы попутных насосов системы отопления». - Куйбышев, 1985г.
17. Система В. М., Дужинин А. А., Шакин В. Д. «Примеры расчета попутных насосов». - Куйбышев, 1981г.

Взам. инв. №	Взам. инв. №
	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

СТ 12-73

Лист

31

8. Использованная литература:

1. СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная версия СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети»
2. СНиП 2.04.07-86 «Тепловые сети»
3. СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети»
4. СНиП 2.01.01-82 «Строительная климатология и геофизика» М., «Стройиздат» 1965г.
5. СНиП 2.07.01-89 «Планировка и застройка городских и сельских поселений», М., «Стройиздат» 1991г.
6. СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования»
7. СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство»
8. Справочник проектировщика «Проектирование тепловых сетей» (под ред. Николаева) М., «Стройиздат» 1965г.
9. Соколов Е. А. «Теплофикация и тепловые сети», М., «Энергоиздат», 1982
10. Ионин А.А., Хлыбов Б.М. «Теплоснабжение», М., «Стройиздат», 1982г.
11. Справочник «Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей» (под ред. Манюка В.И.) М., «Стройиздат» 1988г.
12. Козин В.Е. «Теплоснабжение», М., «Высшая школа» 1980
13. Манюк В. И. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей. М.: Стройиздат, 1988.
14. Государственные элементные сметные нормы (ГЭСН 81-02-2001), 2001 г.
15. Территориальные единичные расценки на общестроительные работы в Самарской области (ТЭР 81-02-2001), 2001 г
16. Территориальный сборник средних сметных цен на материалы, изделия и конструкции, применяемые в Самарской области (ТСЦм-81-01-2001), 2001 г
17. Глухов Б. А. Технология и организация строительства. Методические указания. Куйбышев: 1984.
18. Полонский В. М., Синельник О. К., Щанкин Б. Д. Приложения к расчётно-графической работе по горячему водоснабжению жилого здания. – Куйбышев, 1983
19. Полонский В. М., Душулин А. А., Щанкин Б. Д. Горячее водоснабжение жилого здания. – Куйбышев, 1983.

Взам. инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			СТ 12-73						
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата				