



## АННОТАЦИЯ

В работе представлены результаты расчётов по проектированию системы теплоснабжения Промышленного района г. Самары, в связи с новой застройкой. Источником тепла является Самарская ТЭЦ, Самарский филиал ПАО "Т Плюс".

Проект теплоснабжения посёлка выполнен на основании утвержденного задания на проектирование.

Выпускная квалификационная работа состоит из 6 листов графической части и пояснительной записки, в которой приведены основные расчеты по теплоснабжению, разработан раздел организации строительства новой тепловой сети, рассмотрены вопросы охраны труда, автоматизации индивидуального теплового пункта.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....	7
2 ТЕПЛОВЫЕ НАГРУЗКИ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ОТПУСКА ТЕПЛА.....	10
2.1 Графиков часового и годового потребления тепла .....	10
2.2 Выбор метода регулирования и график регулирования отпуска тепла .....	13
3 ТЕПЛОВАЯ СЕТЬ .....	15
3.1 Определение расчетных расходов сетевой воды .....	15
3.2 Конструирование и механический расчёт тепловой сети,.....	17
построение монтажной схемы .....	17
3.3 Гидравлический расчет.....	21
3.4 Расчёт и подбор тепловой изоляции .....	36
4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛОВОГО ПУНКТА.....	42
5. ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ.....	45
6 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА .....	53
6.1 Технологическая характеристика объекта .....	58
6.2 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта .....	59
6.3 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	60
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	62

## ВВЕДЕНИЕ

Теплоснабжение городов – это система обеспечения тепловой энергией различных зданий, сооружений, предприятий. В настоящей работе рассмотрена централизованная система теплоснабжения северной части Промышленного района г. Самары, которое может привести к уменьшению количества потребляемого природного газа, а также мазута, который применяется как резервное топливо на источнике теплоснабжения.

Приоритетным направлением экономического и социального развития России на ближайшие годы является необходимость рационального использования энергетических ресурсов, а Централизованное теплоснабжение характеризуется пониженными удельными расходами топлива на выработку тепловой энергии. «Преимущества теплофикации и централизованного теплоснабжения наиболее ярко проявляются при концентрации тепловых нагрузок, что характерно для современных развивающихся городов [10]».

Проект разработан с учётом последних новаций в области теплотехники, гидравлики, изоляционных и конструкционных материалов, что приведёт к значительному снижению затрат в ходе эксплуатации на ремонт и обслуживание тепловых сетей.

Целью бакалаврской работы является проект системы централизованного теплоснабжения района города.

Решаемые задачи:

- проектирование тепловой сети района застройки;
- автоматизации ИТП одного из зданий;
- разработка раздела «Организация монтажных работ»;
- безопасность и экологичность технического объекта.

# 1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Исходными данными для выполнения проекта являются:

План застройки Промышленного района г. Самары;

Нормативные нагрузки тепловой энергии, которые предоставляет энергоснабжающая организация (таблица 1.2).

Проектом предусматривает расчёт наружной сети теплоснабжения в связи с застройкой микрорайона новыми жилыми и общественными зданиями.

Источником тепла является Самарская ТЭЦ, введенная в эксплуатацию в ноябре 1972 года, в настоящее время Самарский филиал ПАО "Т Плюс". Протяжённость тепловых сетей от ТЭЦ до точки подключения 7,25 км. Самарская ТЭЦ включает в себя 7 цехов, 3 лаборатории и 9 отделов; 5 паровых турбин и 13 котельных установок, общей электрической мощностью 440 МВт и 2054 Гкал/час тепловой.

Исходные параметры теплоносителя (перегретая вода):

$T_1 = 150 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $P_1 = 84,94 \text{ м вод.ст.}$

$T_2 = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $P_2 = 26,40 \text{ м вод.ст.}$

Климатические сведения района застройки [2]:

температура наружного воздуха расчёта для расчёта системы отопления  
 $t_{p,o} = -30 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

температура наружного воздуха расчёта для расчёта системы вентиляции  
 $t_{p,v} = -17$

длительность периода отопления  $n_o = 203 \text{ сут}$ ;

температура воздуха внутри помещений  $t_{вн} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

среднесуточная температура воздуха до  $8^\circ\text{C}$ :  $t_{cp,сут.} = -5,4^\circ\text{C}$ ;

В таблице 1.1 приведены данные о продолжительности стояния температур по [7].

Таблица 1.1 – Продолжительность стояния температур.

Температура	Температура							
	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	8
часы	112	280	478	584	844	997	968	609

В таблице 1.2 приведены максимальные тепловые нагрузки зданий.

Таблица 1.2 – Тепловые нагрузки зданий

		Количество тепла, МВт			
		Отопление	Вентиляция	ГВС	Итого
1	2	3	4	5	6
1	Общежитие №1	0,24726	0	0,1775	0,42476
2	Общежитие №2	0,24726	0	0,1775	0,42476
3	СПТУ (учебный корпус)	0,784	0,256	0,1542	1,1942
4	СПТУ (мастерские)	0,2598	0,1467	0,1247	0,5312
5	СПТУ (мастерские)	0,2045	0,1204	0,057	0,3819
6	ГСК-53	0,2574	0,1708	0,072	0,5002
7	ж/дом 18	0,2045	0	0,248	0,4525
8	ж/дом 16	0,2045	0	0,248	0,4525
9	ж/дом 14	0,2045	0	0,248	0,4525
10	ж/дом 12	0,2045	0	0,248	0,4525
11	Д/сад 52	0,2344	0,1173	0,2116	0,5633
12	ж/дом 49	1,1414	0	1,1502	2,2916
13	ж/дом 29	0,5225	0	0,3012	0,8237
14	Д/сад 54	0,2344	0,1173	0,2116	0,5633
15	ж/дом 2 секции	1,119	0	0,886	2,005
16	ж/дом 4	0,2344	0	0,186	0,4204
17	ж/дом 6	0,3384	0	0,284	0,6224
18	ж/дом 8	1,072	0	1,162	2,234
19	ж/дом 49	0,344	0	0,261	0,605
20	ж/дом 47	0,526	0	0,2656	0,7916
21	ж/дом 45	0,3984	0	0,382	0,7804
22	ж/дом 43	0,426	0	0,2656	0,6916
23	ж/дом 41	0,3384	0	0,282	0,6204

продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6
24	Лицей (общежитие)	0,2566	0,0324	0,168	0,457
25	Лицей (учебный)	0,342	0,205	0,125	0,672
26	ГСК-52	0,602	0,472	0,043	1,117
27	ГСК-51	0,4688	0,286	0,057	0,8118
28	ж/дом 61	0,3384	0	0,282	0,6204
29	Школа	0,442	0,227	0,266	0,935
30	АТС	0,1683	0,1836	0,0432	0,3951
31	ж/дом 3 секции	1,6784	0,0841	1,329	3,0915
32	ж/дом 1 секция	0,5595	0	0,443	1,0025
33	ж/дом 55	0,578	0	0,478	1,056
34	ж/дом 63	1,266	0	1,152	2,418
	Всего	16,4475	2,4186	11,9899	30,85602

Необходимо запроектировать прокладку теплосетей подземной каналах типа Кл. Систему теплоснабжения зданий – закрытой, двухтрубной. На территории возводится дома до 14-ти этажей. Система ГВ двухступенчатая закрытая.

Итоговые значения для проведения проектных работ

$Q_{\text{сум}} - 30,85602 \text{ МВт}$ , в том числе

$Q_0 - 16,4475 \text{ МВт}$ ,

$Q_{\text{гвс}} - 11,9899 \text{ МВт}$ ,

$Q_{\text{в}} - 2,4186 \text{ МВт}$ .

Внутренняя температура отопления зданий – 95-70°C, обеспечивается Самарской ТЭЦ.

## 2 ТЕПЛОВЫЕ НАГРУЗКИ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ОТПУСКА ТЕПЛА

### 2.1 Графиков часового и годового потребления тепла

Расчетные расходы теплоты при  $t_n = + 8^\circ\text{C}$ :

$$Q_o = Q'_o \cdot \frac{t_g - t_n}{t_g - t_{н.о.}}; \quad (2.1)$$

$$Q_o = 16,45 \cdot \frac{18 - 8}{18 + 30} = 3,43 \text{ MBm};$$

$$Q_g = 2,42 \cdot \frac{18 - 8}{18 + 30} = 0,5 \text{ MBm};$$

График часового расхода теплоты на отопление и вентиляцию показан рисунком 2.1. Результат расчёта приведён в таблице 2.1.

Нормативы [7] регламентируют длительность холодного периода. Когда работает система водяного отопления периода для горда Самары и Самарской области  $n_o = 4873$  ч. Время стояния температур интервалом  $5^\circ\text{C}$  в течение отопительного периода приведена в таблице 1.1.

Показан график часовой (рисунок 2.1) и годовой тепловой нагрузки (рисунок 2.2).

Таблица 2.1 – Зависимость  $Q$  от температуры наружного воздуха

	Температура							
	$-30^\circ$	$-25^\circ$	$-20^\circ$	$-15^\circ$	$-10^\circ$	$-5^\circ$	$0^\circ$	$8^\circ$
	112	280	478	584	844	997	968	609
часы	112	392	870	1454	2298	3295	4263	4873
тепло	30,86	28,11	25,59	23,28	21,16	19,21	17,43	15,79

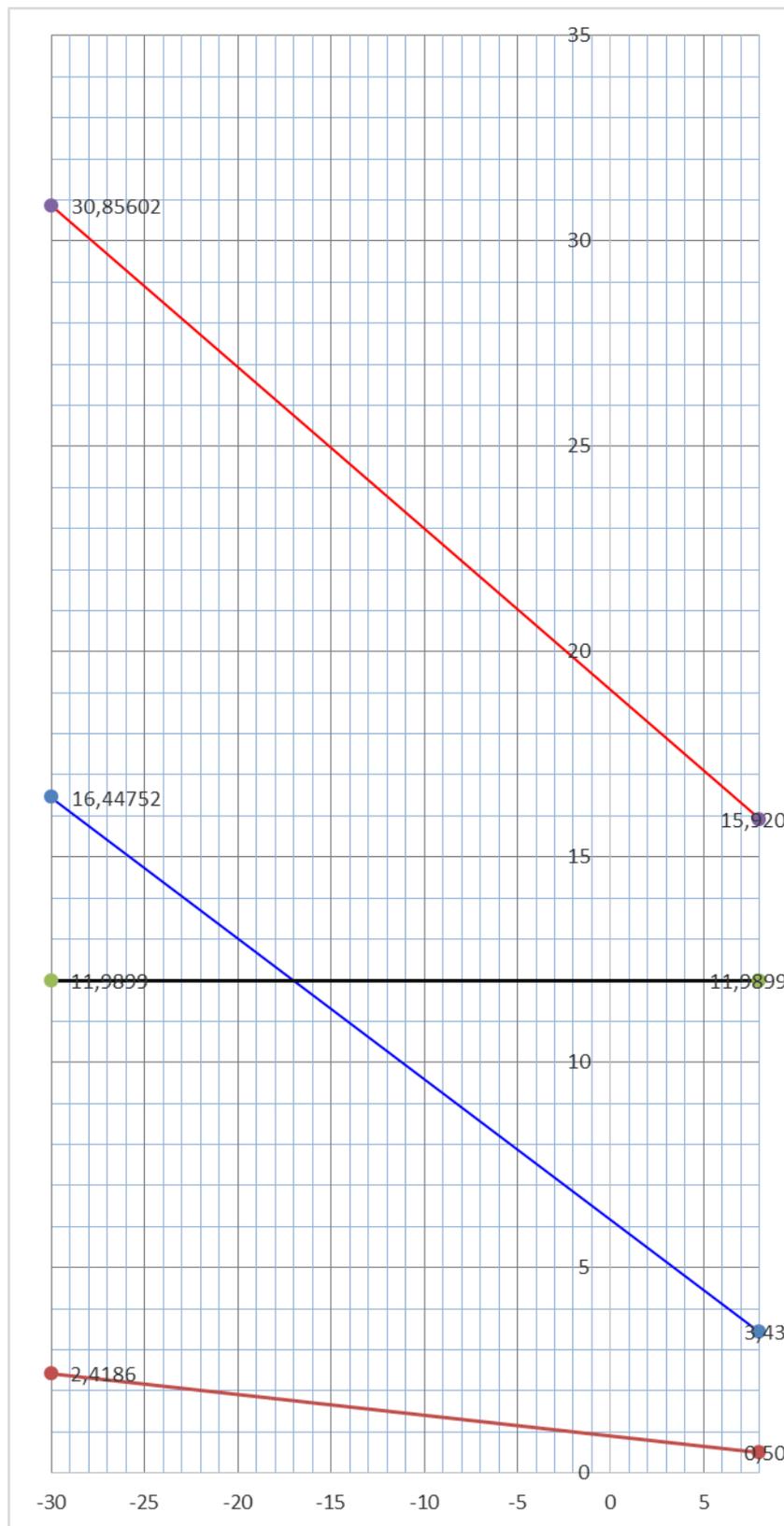


Рисунок 2.1 - График часовых расходов теплоты

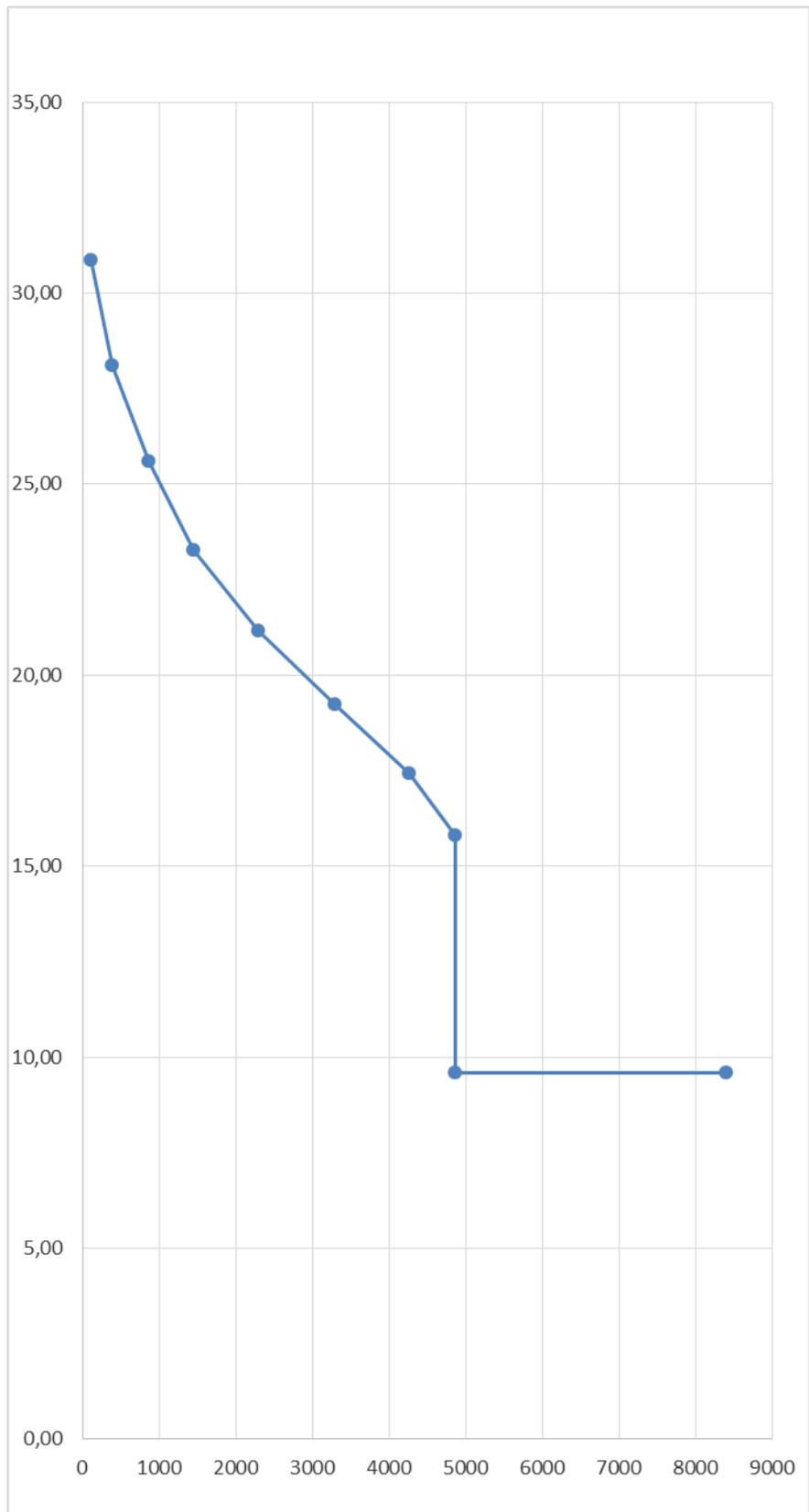


Рисунок 2.2 - График годовых расходов теплоты.

## 2.2 Выбор метода регулирования и график регулирования отпуска тепла

Температура т/н на протяжении времени, когда работает водяная система отопления от 8 до минус 30°C:

$$\tau_{1,0} = t_g + \Delta t' \left( \frac{t_g - t_n}{t_g - t_{n,0}} \right)^{0,8} + \Delta \tau' - 0,5 \theta' \frac{t_g - t_n}{t_g - t_{n,0}}, \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (2.2)$$

$$\tau_{2,0} = t_g + \Delta t' \left( \frac{t_g - t_n}{t_g - t_{n,0}} \right)^{0,8} - 0,5 \theta' \frac{t_g - t_n}{t_g - t_{n,0}}, \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (2.3)$$

$$\tau_3' = 95^\circ\text{C}, \quad \tau_{2,0}' = 70^\circ\text{C};$$

$$\Delta t' = \frac{\tau_3' + \tau_{2,0}'}{2} - t_g; \quad (2.4)$$

$$\Delta t' = \frac{95 + 70}{2} - 18 = 64,5^\circ\text{C}$$

$\Delta \tau'$  – перепад температур воды расчета тепловой сети,

$$\Delta \tau' = \tau'_{1,0} - \tau'_{2,0}; \quad (2.5)$$

$$\Delta \tau' = 150 - 70 = 80^\circ\text{C};$$

$\theta'$  – перепад температур воды расчета системы отопления,

$$\theta' = \tau_3' - \tau'_{2,0}; \quad (2.6)$$

$$\theta' = 95 - 70 = 25^\circ\text{C};$$

высчитываются  $\tau_{1,0}$  и  $\tau_{2,0}$ . результаты в таблице 2.2.

$$\tau_{1,0} = 18 + 64,5 \left( \frac{18-8}{18+30} \right)^{0,8} + 0,35 \frac{18-8}{18+30} = 50,5, \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$\tau_{2,0} = 18 + 64,5 \left( \frac{18-8}{18+30} \right)^{0,8} - 0,25 \left( \frac{18-8}{18+30} \right) = 33,8, \text{ } ^\circ\text{C};$$

По  $t_{1,0}$  и  $t_{2,0}$  строится регулировочный температурный график  $\tau_{1,0} = f(t_{om})$  и  $\tau_{2,0} = f(t_{om})$  (рис. 2.2).

Таблица 2.2 – Температура сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах в зависимости от температуры наружного воздуха

$t_{н}, \text{ } ^\circ\text{C}$	8°	5°	0°	-5°	-10°	-15°	-20°	-25°	-30°
подача	50,5	59,0	72,7	86,1	99,3	112,2	124,9	137,5	150,0
обратка	33,8	37,3	42,7	47,8	52,6	57,2	61,6	65,9	70,0

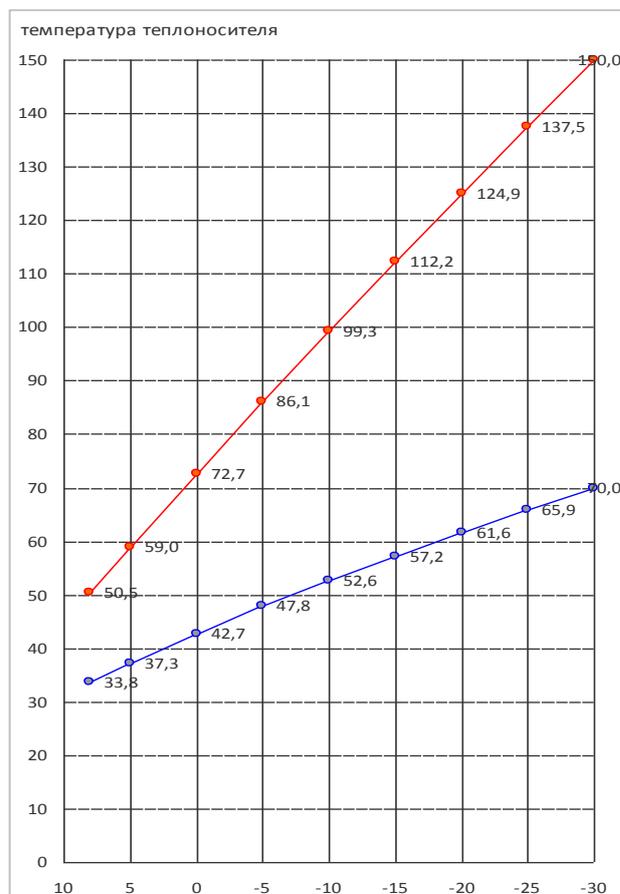


Рисунок 2.3 - Отопительный температурный график

### 3 ТЕПЛОВАЯ СЕТЬ

#### 3.1 Определение расчетных расходов сетевой воды

Расчёт расхода воды на отопление:

$$G_o = \frac{3,6Q_o}{c(\tau'_{1,0} - \tau'_{2,0})}, \text{ Т/ч}, \quad (3.1)$$

Расчёт расхода воды для школы (объект 29):

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 0,442}{4,19 \cdot (150 - 70)} = 4,75, \text{ Т/ч},$$

Результат расчетов в таблице 3.1

Расчёт расхода воды на вентиляцию  $t_{н.в.}$ :

$$G_v = \frac{3,6 \cdot Q_v''}{c \cdot (\tau''_{1,0} - \tau''_{2,0})} \quad (3.2)$$

$$G_v = \frac{3,6 \cdot 0,227}{4,19 \cdot (150 - 70)} = 2,44, \text{ Т/ч}$$

Расчёт расхода воды на ГорВС

$$G_{г.в.}^{\max} = \frac{3,6 \cdot 0,55 \cdot Q_{г.в.}^{\max}}{c \cdot (\tau'''_{1,0} - \tau'''_{2,0})};$$

$$\tau'''_{1,0} = 70^\circ\text{C}, \tau'''_{2,0} = 42^\circ\text{C}$$

$$G_{г.в.} = \frac{3,6 \cdot 0,55 \cdot 0,266}{4,19 \cdot (70 - 42)} = 4,49, \text{ Т/ч},$$

Таблица 3.1 – Расчетные расходы сетевой воды

№ п/п	Потребитель	Рассчитанный расход т/н, т/ч				
		На отопление $G_o^p$	На вентиляцию $G_v^p$	На горячее водоснаб- жение $G_{гв}$	Сумма $G_{сум}$	Летом $G_{гв л}$
1	2	3	4	5	6	7
1	Общежитие №1	2,66	0,00	2,80	5,45	2,44
2	Общежитие №2	2,66	0,00	2,80	5,45	2,44
3	СПТУ (учебный корпус)	8,42	2,75	2,43	13,60	2,12
4	СПТУ (мастерские)	2,79	1,58	1,96	6,33	1,71
5	СПТУ (мастерские)	2,20	1,29	0,90	4,39	0,78
6	ГСК-53	2,76	1,83	1,13	5,73	0,99
7	ж/дом 18	2,20	0,00	3,91	6,10	3,41
8	ж/дом 16	2,20	0,00	3,91	6,10	3,41
9	ж/дом 14	2,20	0,00	3,91	6,10	3,41
10	ж/дом 12	2,20	0,00	3,91	6,10	3,41
11	Д/сад 52	2,52	1,26	3,33	7,11	2,91
12	ж/дом 49	12,26	0,00	18,12	30,38	15,81
13	ж/дом 29	5,61	0,00	4,74	10,36	4,14
14	Д/сад 54	2,52	1,26	3,33	7,11	2,91
15	ж/дом 2 секции	12,02	0,00	13,96	25,97	12,18
16	ж/дом 4	2,52	0,00	2,93	5,45	2,56
17	ж/дом 6	3,63	0,00	4,47	8,11	3,90
18	ж/дом 8	11,51	0,00	18,30	29,82	15,97
19	ж/дом 49	3,69	0,00	4,11	7,81	3,59
20	ж/дом 47	5,65	0,00	4,18	9,83	3,65
21	ж/дом 45	4,28	0,00	6,02	10,30	5,25

продолжение таблицы 3.1

22	ж/дом 43	4,58	0,00	4,18	8,76	3,65
23	ж/дом 41	3,63	0,00	4,44	8,08	3,88
24	Лицей (общежитие)	2,76	0,35	2,65	5,75	2,31
25	Лицей (учебный)	3,67	2,20	1,97	7,84	1,72
26	ГСК-52	6,47	5,07	0,68	12,21	0,59
27	ГСК-51	5,03	3,07	0,90	9,00	0,78
28	ж/дом 61	3,63	0,00	4,44	8,08	3,88
29	Школа	4,75	2,44	4,49	11,37	3,66
30	АТС	1,81	1,97	0,68	4,46	0,59
31	ж/дом 3 секции	18,03	0,90	20,93	39,86	18,27
32	ж/дом 1 секция	6,01	0,00	6,98	12,99	6,09
33	ж/дом 55	6,21	0,00	7,53	13,74	6,57
34	ж/дом 63	13,60	0,00	18,15	31,74	15,84
	Всего	176,64	25,98	188,86	391,48	164,83

### **3.2 Конструирование и механический расчёт тепловой сети, построение монтажной схемы**

Прокладка выполняется в непроходных каналах марок КЛс150-90 КЛ90-45, КЛ60-45 [6].

Ширина каналов, 2,4 м, масса до 1,6 т длина лотка 3 м, плиты 3 м.

Уклон каналов 0,002 в сторону ТК и дренажные колодцы, из ж/б колец КС-15-10.

Трубопроводы проектируемой системы теплоснабжения относятся ко второй категории. Применены стальные электросварные трубы по ГОСТ 10704-91 из стали В-20 по ГОСТ 1050-74\*\* диаметрами: 57х2,5; 89х3,5; 108х4,0; 159х4,5 219х6; 257х6; 377х9 мм с тепловой изоляцией из пенополиуретана с оболочкой в р полиэтилена толщиной 10 мм по ГОСТ 30732-2006.

Отводы трубопроводные изготовленные по ГОСТ 17375-83 из стали 20 Т 50 серии 4.803-12. Тройники трубопроводные изготовленные по ГОСТ 17376-83 Т 90 серии 4,803-12. Сварные концентрические переходы диаметров, изготовленные по ГОСТ 17378-83 из стали 20 Т 57 серии 4.903-10, выпуск 1.

### Расчёт компенсаторов

Тепловые удлинения трубопроводов при температуре т/н от 50°С и больше воспринимаются особыми компенсирующими приспособлениями, препятствующим накоплению в трубах механических напряжений, которые могут привести к деформациям при изменении температуры теплоносителя.

Для описанных выше целей использованы фрагменты теплосети с самокомпенсацией - фрагменты труб с поворотом на 90° -120°, и загнутые П-образные компенсаторы, на участке 377x9 мм – сальниковые.

Удлинение трубы под действием температур определяется, мм:

$$\Delta l = \sqrt{\Delta l_x^2 + \Delta l_y^2} \quad (3.3)$$

Полное температурное удлинение расчетного участка трубопроводов между неподвижной опорой Н и УТ определяется по формуле:

$$\Delta l = \alpha L (\tau - t_0), \text{ мм}, \quad (3.4)$$

$$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}.$$

$$\tau_1 = 150^\circ\text{C} [2, \text{ п.7.34}], \tau_2 = 70^\circ\text{C}.$$

$$t_0 = - 30^\circ\text{C}.$$

Изменение размеров под действием температур П-образных компенсаторов:

$$\Delta x = \varepsilon \Delta l, \text{ мм}, \quad (3.5)$$

$$\varepsilon=0,5.$$

Далее в таблице 3.2 показаны результаты расчётов удлинений П-образных компенсаторов.

Таблица 3.2– Расчёт П-образных компенсаторов

№ компенсатора	Ду, м	Расст. между опорами, м	Тепловое удлинение трубопровода, м	Расчетное тепловое удлинение трубопровода, м	l, м	l <sub>1</sub> , м	n1	n2	Изгиб. напряжение в точке	
									А	В
К -4	0,25	56	0,012096	0,006048	4,5	2,4	0,5	12,44	0,740	13,231
К -5	0,25	51	0,011016	0,005508	4,5	2,4	0,5	11,33	0,738	12,054
К -6	0,2	97	0,020952	0,010476	4,5	2,4	0,5	21,56	0,601	18,309
К -7	0,15	100	0,0216	0,0108	3,52	1,8	0,5	28,41	0,581	23,191
К -8	0,1	50	0,0108	0,0054	2,6	1,2	0,5	19,23	0,525	14,353
К -9	0,1	83	0,017928	0,008964	2,6	1,2	0,5	31,92	0,530	23,766
К -10	0,08	64	0,013824	0,006912	1,4	1,2	0,9	45,71	0,753	23,699
К -11	0,15	80	0,01728	0,00864	3,52	1,8	0,5	22,73	0,579	18,564
К -12	0,08	80	0,01728	0,00864	1,4	1,2	0,9	57,14	0,753	29,590
К -13	0,1	75	0,0162	0,0081	2,6	1,2	0,5	28,85	0,529	21,484
К -14	0,1	46	0,009936	0,004968	2,6	1,2	0,5	17,69	0,524	13,212

Углы поворота трубопроводов от 90° до 120° тоже используются как комп-ры.

$$\Delta l_x = \alpha \Delta t (x_b - x_a); \quad (3.6)$$

$$\Delta l = \alpha \Delta t (y_b - y_a); \quad (3.7)$$

где  $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ .

Расчет Г- образных участков трубопровода исполнен по литературе [6].

Определяются коэф-ты - n; А;В;С,

$$n = \frac{l_{\delta}}{l_m}; \quad (3.8)$$

$$A = \frac{3(n^3 + 4n^2 + 3)}{n(n+1)} \quad (3.9)$$

$$B = \frac{3(3n^3 + 4n + 1)}{n^3(n+1)} \quad (3.10)$$

$$C_{(a)} = \frac{1,5(n^3 + 2n^2 + 1)}{n(n+1)} \quad (3.11)$$

$$C_{(\delta)} = \frac{1,5(n^3 + 2n + 1)}{n^2(n+1)} \quad (3.12)$$

$$C_{(e)} = \frac{3(n^2 + 1)}{n(n+1)} \quad (3.13)$$

Рассчитываются силы упругой деформации:  $P_x$  и  $P_y$  (кН)

$$P_x = A \frac{\alpha EI \Delta t}{10^7 l_m^2} \quad (3.14)$$

$$P_y = B \frac{\alpha EI \Delta t}{10^7 l_m^2} \quad (3.15)$$

Изгибающие компенсационные нагрузки определяются по формулам (МПа):

$$\sigma_{u(a)}^{\kappa} = C_{(a)} \frac{\alpha E D_n \Delta t}{10^7 l_m}; \quad (3.16)$$

$$\sigma_{u(\delta)}^{\kappa} = C_{(\delta)} \frac{\alpha E D_n \Delta t}{10^7 l_m} \quad (3.17)$$

$$\sigma_{u(c)}^{\kappa} = C_{(c)} \frac{\alpha E D_n \Delta t}{10^7 l_m} \quad (3.18)$$

Результат расчета участков самокомпенсации сведены в таблицу 3.3

Таблица 3.3 - Расчет участков самокомпенсации

№ УП	La	Lm	n	A	Cc	Px	Pу	σa	σв	σс	dn
1 УП	16	35	0,46	17,71	5,44	0,23	0,83	0,004	72,77	0,007	0,08
2 УП	18	40	0,45	17,94	5,53	0,18	0,66	0,003	77,15	0,005	0,08
3 УП	18	40	0,45	17,94	5,53	0,18	0,66	0,003	77,15	0,005	0,08
5 УП	30	40	0,75	12,96	3,57	0,13	0,18	0,003	12,16	0,003	0,08
6 УП	18	32	0,56	15,17	4,49	0,24	0,58	0,003	24,17	0,005	0,057
7 УП	22	48	0,46	17,67	5,43	0,12	0,44	0,002	72,07	0,004	0,08
8 УП	21	51	0,41	19,34	6,04	0,12	0,51	0,002	76,58	0,003	0,057
9 УП	22	24	0,92	12,18	3,14	0,34	0,31	0,008	6,14	0,008	0,08
10 УП	12	25	0,48	17,03	5,2	0,44	1,43	0,006	43,26	0,009	0,057

### 3.3 Гидравлический расчет

По таблице 3.1 находится расход т/н на расчетном участке, длины участков принимаются по генеральному плану участка. Расчетная схема показана на рисунке 3.1.

Проведя гидравлический расчёт можно построить пьезометрические графики, они обычно строятся для основного направления расчёта и наиболее важных ответвлениях, также выбираются размеры лотковых каналов, размеры и конфигурация тепловых камер, запорная арматура и многое другое, необходимое для успешной эксплуатации тепловых сетей.

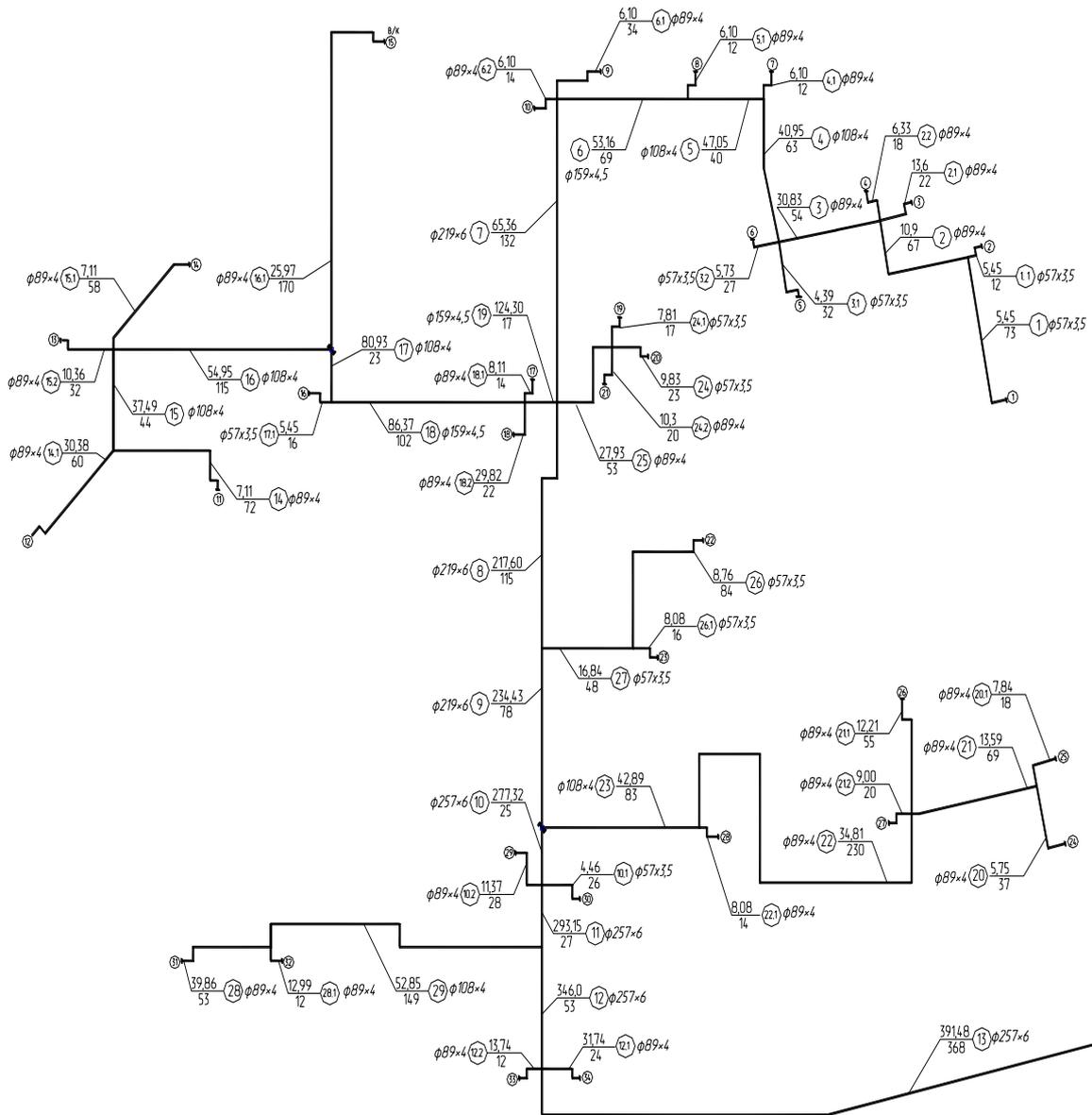


Рисунок 3.1- Расчетная схема

Потери напора по расчётным участкам вычисляются как:

$$P=R \cdot l_{np} = R (l_{\phi} + l_{\varepsilon}), \text{ Па} \quad (3.19)$$

По дополнительной надобности на вводах в дома монтируются регуляторы давления [13]. Расчет ведётся для зимнего и летнего периодов и сводится в табл. 3.4 и 3.5.

Таблица 3.4 – Гидравлический расчёт

№ уч-ка	Расход воды, G, м <sup>3</sup> /ч	Д <sub>у</sub> , м	S, м <sup>2</sup>	Фактическая длина уч-ка, ℓ <sub>ф</sub> , м	Эквивалентная длина уч-ка ℓ <sub>э</sub> , м	Приведенная длина уч-ка, м ℓ <sub>пр</sub> = ℓ <sub>ф</sub> + ℓ <sub>э</sub>	Скорость воды v, м/с	Удельные потери давления R, Па/м	Потери давления на уч-ке R·ℓ <sub>пр</sub> , Па	Потери напора на уч-ке Н, м	Суммарные потери давления ∑R·ℓ <sub>пр</sub> , Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	5,45	0,05	0,0019625	73	5,5	78,50	0,77	204,9	16084,87	1,61	16084,87
2	10,90	0,08	0,005024	67	8,4	75,4	0,60	73,9	5573,81	0,56	21658,68
3	30,83	0,08	0,005024	54	14,8	68,8	1,70	455,8	31361,93	3,14	53020,61
4	40,95	0,1	0,00785	63	18,5	81,5	1,45	259,6	21153,64	2,12	74174,25
5	47,05	0,1	0,00785	40	7,5	47,5	1,67	331,0	15721,60	1,57	89895,85
6	53,16	0,15	0,0176625	69	27,8	96,8	0,84	59,7	5777,01	0,58	95672,86
7	65,36	0,2	0,0314	132	37,0	169,0	0,58	21,9	3694,66	0,37	99367,52
8	217,60	0,2	0,0314	115	43,0	158,0	1,92	179,4	28340,50	2,83	127708,02
9	234,43	0,2	0,0314	78	37,0	115,0	2,07	204,4	23501,00	2,35	151209,02
10	277,32	0,25	0,0490625	25	18,8	43,8	1,57	95,0	4156,50	0,42	155365,52
11	293,15	0,25	0,0490625	27	18,5	45,5	1,66	104,7	4763,92	0,48	160129,43
12	346,00	0,25	0,0490625	53	46,3	99,3	1,96	139,9	13888,60	1,39	174018,03
13	391,48	0,35	0,0961625	373	87,5	460,5	1,13	35,1	16177,33	1,62	190195,36
14	7,11	0,08	0,005024	72	15,2	87,2	0,39	35,0	3050,68	0,31	3050,68
15	37,49	0,1	0,00785	44	11,0	55,0	1,33	222,3	12229,21	1,22	15279,89
16	54,95	0,1	0,00785	115	11,0	126,0	1,94	434,2	54715,14	5,47	69995,03
17	80,93	0,1	0,00785	23	7,5	30,5	2,86	854,9	26074,52	2,61	96069,55
18	86,37	0,15	0,0176625	102	5,6	107,6	1,36	139,6	15028,14	1,50	111097,69
19	124,30	0,15	0,0176625	17	5,6	22,6	1,95	264,0	5973,46	0,60	117071,15
20	5,75	0,08	0,005024	37	8,4	45,4	0,32	24,1	1095,39	0,11	1095,39
21	13,59	0,08	0,005024	69	14,8	83,8	0,75	108,7	9113,14	0,91	10208,53
22	34,81	0,08	0,005024	230	15,6	245,6	1,92	563,7	138448,64	13,84	148657,17

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
23	42,89	0,1	0,00785	83	18,5	101,5	1,52	281,4	28561,46	2,86	177218,64
										ΔP	-0,17
25	27,93	0,08	0,005024	53	26,4	79,4	1,54	383,6	30454,06	3,05	55763,85
26	8,76	0,05	0,0019625	84	6,8	90,8	1,24	469,8	42636,07	4,26	42636,07
27	16,84	0,05	0,0019625	48	5,5	53,5	2,38	1474,1	78865,07	7,89	121501,13
28	39,86	0,08	0,005024	53	26,4	79,4	2,20	714,6	56741,15	5,67	56741,15
29	52,85	0,1	0,00785	169	40,5	209,5	1,87	405,6	84970,80	8,50	141711,95
										ΔP	0,12
ответвление											
1.1	5,45	0,05	0,0019625	12	6,8	18,8	0,77	204,9	3841,93	0,38	3841,93
2.1	13,60	0,08	0,005024	22	10,8	32,8	0,75	108,8	3569,06	0,36	3569,06
2.2	6,33	0,08	0,005024	18	10,8	28,8	0,35	28,5	822,10	0,08	822,10
3.1	4,39	0,05	0,0019625	32	6,8	38,8	0,62	140,1	5429,41	0,54	5429,41
3.2	5,73	0,05	0,0019625	27	6,8	33,8	0,81	223,8	7552,34	0,76	7552,34
4.1	6,10	0,08	0,005024	14	10,8	24,8	0,34	26,8	664,05	0,07	664,05
5.1	6,10	0,08	0,005024	14	10,8	24,8	0,34	26,8	664,05	0,07	664,05
6.1	6,10	0,08	0,005024	34	10,8	44,8	0,34	26,8	1199,57	0,12	1199,57
6.2	6,10	0,08	0,005024	16	10,8	26,8	0,34	26,8	717,60	0,07	717,60
10.1	4,46	0,05	0,0019625	26	6,8	32,8	0,63	144,2	4722,44	0,47	4722,44
10.2	11,37	0,08	0,005024	28	10,8	38,8	0,63	79,6	3089,02	0,31	3089,02
12.1	31,74	0,08	0,005024	24	10,8	34,8	1,76	479,7	16693,00	1,67	16693,00
12.2	13,74	0,08	0,005024	16	10,8	26,8	0,76	110,8	2968,40	0,30	2968,40
14.1	30,38	0,08	0,005024	62	10,8	72,8	1,68	444,1	32332,72	3,23	32332,72
15.1	7,11	0,08	0,005024	58	10,8	68,8	0,39	35,0	2406,96	0,24	2406,96
15.2	10,36	0,08	0,005024	32	10,8	42,8	0,57	67,6	2891,40	0,29	2891,40

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
16.1	25,97	0,08	0,005024	170	10,8	180,8	1,44	337,7	61054,65	6,11	61054,65
17.1	5,45	0,05	0,0019625	16	6,8	22,8	0,77	204,6	4655,22	0,47	4655,22
18.1	8,11	0,08	0,005024	14	10,8	24,8	0,45	44,0	1091,73	0,11	1091,73
18.2	29,82	0,08	0,005024	22	10,8	32,8	1,65	429,9	14101,20	1,41	14101,20
20.1	7,84	0,08	0,005024	18	10,8	28,8	0,43	41,5	1196,41	0,12	1196,41
21.1	12,21	0,08	0,005024	55	10,8	65,8	0,68	90,1	5931,66	0,59	5931,66
21.2	9,00	0,08	0,005024	20	10,8	30,8	0,50	52,9	1628,98	0,16	1628,98
22.1	8,08	0,08	0,005024	14	10,8	24,8	0,45	43,7	1084,32	0,11	1084,32
24.1	7,81	0,05	0,0019625	17	6,8	23,8	1,10	384,0	9120,84	0,91	9120,84
24.2	10,30	0,08	0,005024	20	10,8	30,8	0,57	66,9	2059,65	0,21	2059,65
26.1	8,08	0,05	0,0019625	16	6,8	22,8	1,14	407,6	9273,80	0,93	9273,80
28.1	12,99	0,08	0,005024	12	10,8	22,8	0,72	100,4	2289,04	0,23	2289,04

Таблица 3.5 – Гидравлический расчёт в летний период

№ участка	Расход воды в зимний период, т/ч $G_p$	Потери напора на участке в зимний период $H_z, м$	Сопротивление участка сети $S \cdot 10^{-5}, м \cdot ч^2/м^6$	Расчетный расход воды в летний период, $G_{л}, т/ч$	Потери напора на участке в летний период $H_{л}, м$
1	2	3	4	5	6
1	5,45	1,61	5412,39	2,44	0,32
2	10,90	0,56	468,88	4,88	0,11
3	30,83	3,14	329,93	8,71	0,25
4	40,95	2,12	126,14	10,49	0,14
5	47,05	1,57	71,01	13,90	0,14
6	53,16	0,58	20,44	17,31	0,06
7	65,36	0,37	8,65	24,12	0,05
8	217,60	2,83	5,99	97,00	0,56
9	234,43	2,35	4,28	104,53	0,47
10	277,32	0,42	0,54	113,81	0,07
11	293,15	0,48	0,55	118,06	0,08
12	346,00	1,39	1,16	142,42	0,24
13	391,48	1,62	1,06	164,83	0,29
14	7,11	0,31	603,42	2,91	0,05
15	37,49	1,22	87,03	18,72	0,30
16	54,95	5,47	181,19	25,77	1,20
17	80,93	2,61	39,81	37,95	0,57
18	86,37	1,50	20,14	40,51	0,33
19	124,30	0,60	3,87	60,39	0,14
20	5,75	0,11	331,29	2,31	0,02
21	13,59	0,91	493,16	4,03	0,08
22	34,81	13,84	1142,56	5,40	0,33
23	42,89	2,86	155,29	9,28	0,13
24	9,83	2,53	2617,76	3,65	0,35
25	27,93	3,05	390,27	12,49	0,61
26	8,76	4,26	5557,54	3,65	0,74
27	16,84	7,89	2782,57	7,53	1,58
28	39,86	5,67	357,07	18,27	1,19
29	52,85	8,50	304,21	24,36	1,81

Определение объёма подпитки для закрытой теплосети района проектирования с общей теплонагрузкой в 30,85 МВт.

$$V = Q \cdot (V_c + V_m) \quad (3.20)$$

$$V = 30,85 \cdot (40 + 25) = 2005 \text{ м}^3$$

$$V_c = 40 \text{ м}^3/\text{МВт};$$

$$V_m = 25 \text{ м}^3/\text{МВт}$$

Объём подпитки

$$G_{\text{пн}} = 0,0075 \cdot V; \quad (3.21)$$

$$G_{\text{пн}} = 0,0075 \cdot 2005 = 15 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

### Пьезометрический график

Пьезометрический график рисуется по результатам гидравлического расчета для главного направления от ТК-IV/12 до объекта 1 для зимы и лета [6, 9], [1]. Каналы заложены на глубине 1,5 м ось теплотрассы принимается совпадающей с отметкой рельефа.

При  $t_1 = 150^\circ\text{C}$  минимальный пьезометрический напор в подающих линиях равен 40 м.

$$H_{\text{ст}} = H_{\text{зд}} + H_{\text{доп}} + Z_{\text{ТК}}, \quad (3.22)$$

где  $H_{\text{зд}}$  – h здания, м;

$Z_{\text{ТК}}$  – геодезическая высота, м;

$H_{\text{доп}}$  – избыточный напор 3...5 м.

$$H_{cm} = 27 + 5 + 5 = 37 \text{ м}$$

Т.к. расчётный статический напор (37 м) меньше из условия не вскипание (40 м), то определяющим значением статического напора принимается 40 м.

Напоры в трубах  $P_{п}=26,4$  м;  $P_{об}=84,94$  м. Из потерь напора (таблица 2.4), вычисляются величины напоров в Т2:

$$H_{13} = 26,4 + 1,62 = 28,02 \text{ м};$$

$$H_{12} = 28,2 + 1,39 = 29,41 \text{ м};$$

$$H_{11} = 29,41 + 0,48 = 29,88 \text{ м};$$

$$H_{10} = 29,8 + 0,42 = 30,30 \text{ м};$$

$$H_9 = 30,30 + 2,35 = 32,65 \text{ м};$$

$$H_8 = 32,65 + 2,83 = 35,48 \text{ м};$$

$$H_7 = 35,48 + 0,37 = 35,85 \text{ м};$$

$$H_6 = 35,85 + 0,58 = 36,43 \text{ м};$$

$$H_5 = 36,43 + 1,57 = 38,00 \text{ м};$$

$$H_4 = 38,00 + 2,12 = 40,12 \text{ м};$$

$$H_3 = 40,12 + 3,14 = 43,25 \text{ м};$$

$$H_2 = 43,25 + 0,56 = 43,81 \text{ м};$$

$$H_1 = 43,81 + 1,61 = 45,42 \text{ м};$$

Величина напоров в Т1:

$$H_{13} = 84,94 - 1,62 = 83,32 \text{ м};$$

$$H_{12} = 83,32 - 1,39 = 81,93 \text{ м};$$

$$H_{11} = 81,93 - 0,48 = 81,46 \text{ м};$$

$$H_{10} = 81,46 - 0,42 = 81,04 \text{ м};$$

$$H_9 = 81,04 - 2,35 = 78,69 \text{ м};$$

$$H_8 = 78,69 - 2,83 = 75,86 \text{ м};$$

$$H_7 = 75,86 - 0,37 = 75,49 \text{ м};$$

$$H_6 = 75,49 - 0,58 = 74,91 \text{ м};$$

$$H_5 = 74,91 - 1,57 = 73,34 \text{ м};$$

$$H_4 = 73,34 - 2,12 = 71,22 \text{ м};$$

$$H_3=71,22-3,14=68,09 \text{ м};$$

$$H_2=68,09-0,56=67,53 \text{ м};$$

$$H_1=67,53-1,61=65,92 \text{ м};$$

Располагаемый напор в зимний период  $H_1^{\text{рас}}=65,92-45,42=20,5 \text{ м};$

Летний режим:

Определяются значения напоров в Т2:

$$H_{13}=21,8+0,29=22,09 \text{ м};$$

$$H_{12}=22,09+0,24=22,32 \text{ м};$$

$$H_{11}=22,32+0,08=22,40 \text{ м};$$

$$H_{10}=22,4+0,07=22,47 \text{ м};$$

$$H_9=22,47+0,47=22,94 \text{ м};$$

$$H_8=22,94+0,56=23,50 \text{ м};$$

$$H_7=23,50+0,05=23,55 \text{ м};$$

$$H_6=23,55+0,06=23,61 \text{ м};$$

$$H_5=23,61+0,14=23,75 \text{ м};$$

$$H_4=23,75+0,14=23,89 \text{ м};$$

$$H_3=23,89+0,25=24,14 \text{ м};$$

$$H_2=24,14+0,11=24,25 \text{ м};$$

$$H_1=24,25+0,32=24,57 \text{ м};$$

Значения напоров в Т1:

$$H_{13}=46,21-0,29=45,92 \text{ м};$$

$$H_{12}=45,92-0,24=45,69 \text{ м};$$

$$H_{11}=45,69-0,08=45,61 \text{ м};$$

$$H_{10}=45,61-0,07=45,54 \text{ м};$$

$$H_9=45,54-0,47=45,07 \text{ м};$$

$$H_8=45,07-0,56=44,51 \text{ м};$$

$$H_7=44,51-0,05=44,46 \text{ м};$$

$$H_6=44,46-0,06=44,40 \text{ м};$$

$$H_5=44,40-0,14=44,26 \text{ м};$$

$$H_4=44,26-0,14=44,12 \text{ м};$$

$$H_3=44,12-0,25=43,87 \text{ м};$$

$$H_2=43,87-0,11=43,76 \text{ м};$$

$$H_1=43,76-0,32=43,44 \text{ м};$$

Располагаемый напор в летний период  $H_1^{\text{pac}}=43,76-24,57=18,86 \text{ м};$

Определение напоров в Т2: по направлению от ТК-7 до участка 14.

$$H_{19}=35,58+0,60=36,18 \text{ м};$$

$$H_{18}=36,18+1,50=37,68 \text{ м};$$

$$H_{17}=37,68+2,61=40,29 \text{ м};$$

$$H_{16}=40,29+5,47=45,76 \text{ м};$$

$$H_{15}=45,76+1,22=46,98 \text{ м};$$

$$H_{14}=46,98+0,31=47,29 \text{ м};$$

Значения напоров в Т1:

$$H_{19}=74,49-0,60=73,90 \text{ м};$$

$$H_{18}=73,90-1,50=72,39 \text{ м};$$

$$H_{17}=72,39-2,61=69,79 \text{ м};$$

$$H_{16}=69,79-5,47=64,32 \text{ м};$$

$$H_{15}=64,32-1,22=63,09 \text{ м};$$

$$H_{14}=63,09-0,31=62,79 \text{ м};$$

Располагаемый напор в зимний период  $H_7^{\text{pac}}=62,79-47,29=15,7 \text{ м};$

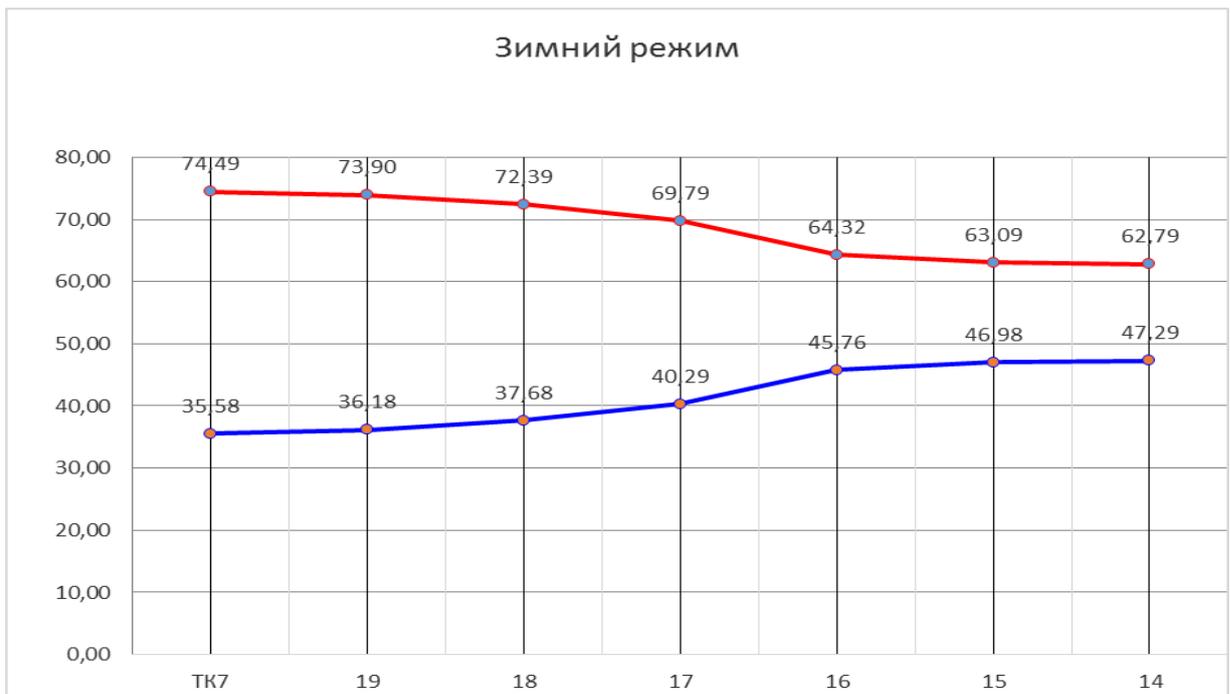


Рисунок 3.2 - Пьезометрический график ТК7 – участок 14

Летний режим:

Определяются значения напоров в Т2:

$$H_{19}=23,58+0,14=23,72 \text{ м};$$

$$H_{18}=23,72+0,33=24,05 \text{ м};$$

$$H_{17}=24,05+0,57=24,62 \text{ м};$$

$$H_{16}=24,62+1,20=25,83 \text{ м};$$

$$H_{15}=25,83+0,33=26,13 \text{ м};$$

$$H_{14}=26,13+0,05=26,18 \text{ м};$$

Значения напоров в Т1:

$$H_{19}=44,49-0,14=44,36 \text{ м};$$

$$H_{18}=44,36-0,33=44,02 \text{ м};$$

$$H_{17}=44,02-0,57=43,44 \text{ м};$$

$$H_{16}=43,44-1,20=42,24 \text{ м};$$

$$H_{15}=42,24-0,33=41,94 \text{ м};$$

$$H_{14}=41,94-0,05=41,88 \text{ м};$$

Располагаемый напор в летний период  $H_7^{\text{рас}}=41,88-26,18=15,5 \text{ м};$

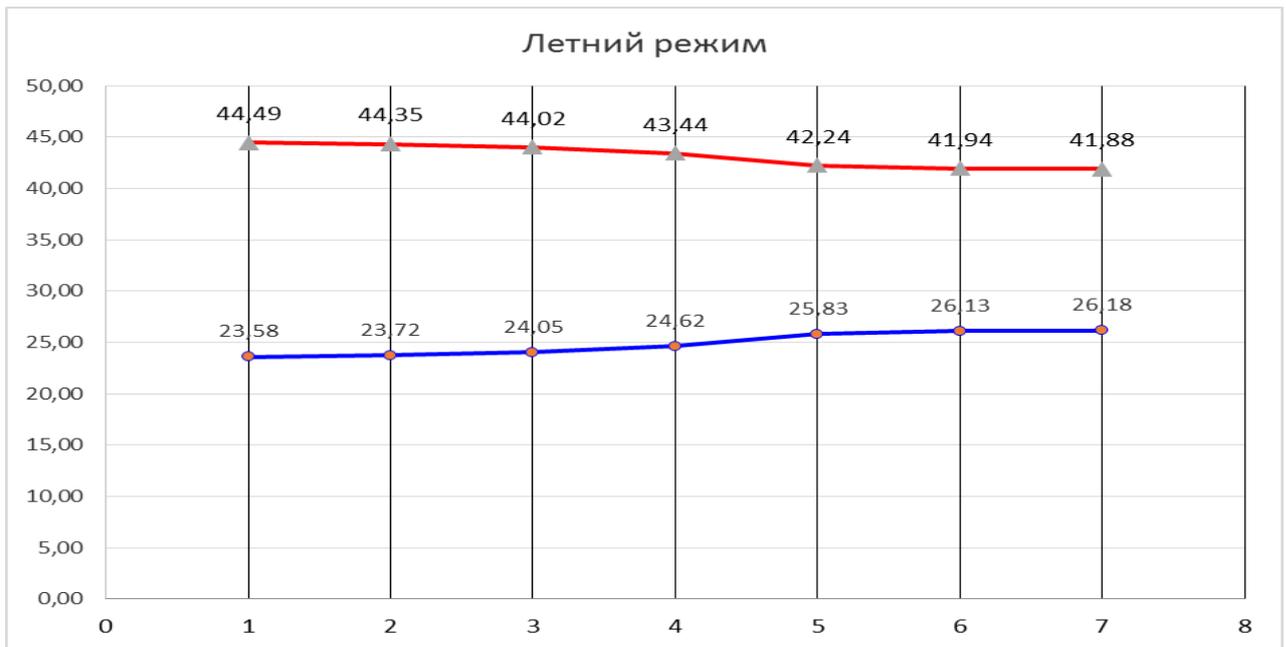


Рисунок 3.3 - Пьезометрический график ТК7 – участок 14

Определение напоров в Т2: по направлению от ТК-5 до участка 20 в зимний период.

$$H_{23}=25,25+2,86=28,11\text{ м};$$

$$H_{22}=28,11+13,84=41,95\text{ м};$$

$$H_{21}=41,95+0,91=42,86\text{ м};$$

$$H_{20}=42,86+0,11=42,97\text{ м};$$

Значения напоров в Т1:

$$H_{23}=78,69-2,86=75,84\text{ м};$$

$$H_{22}=75,84-13,84=61,99\text{ м};$$

$$H_{21}=61,99-0,91=61,08\text{ м};$$

$$H_{20}=61,08-0,11=60,97\text{ м};$$

$$\text{Располагаемый напор в зимний период } H_1^{\text{рас}}=60,97-42,97=24,6\text{ м}.$$

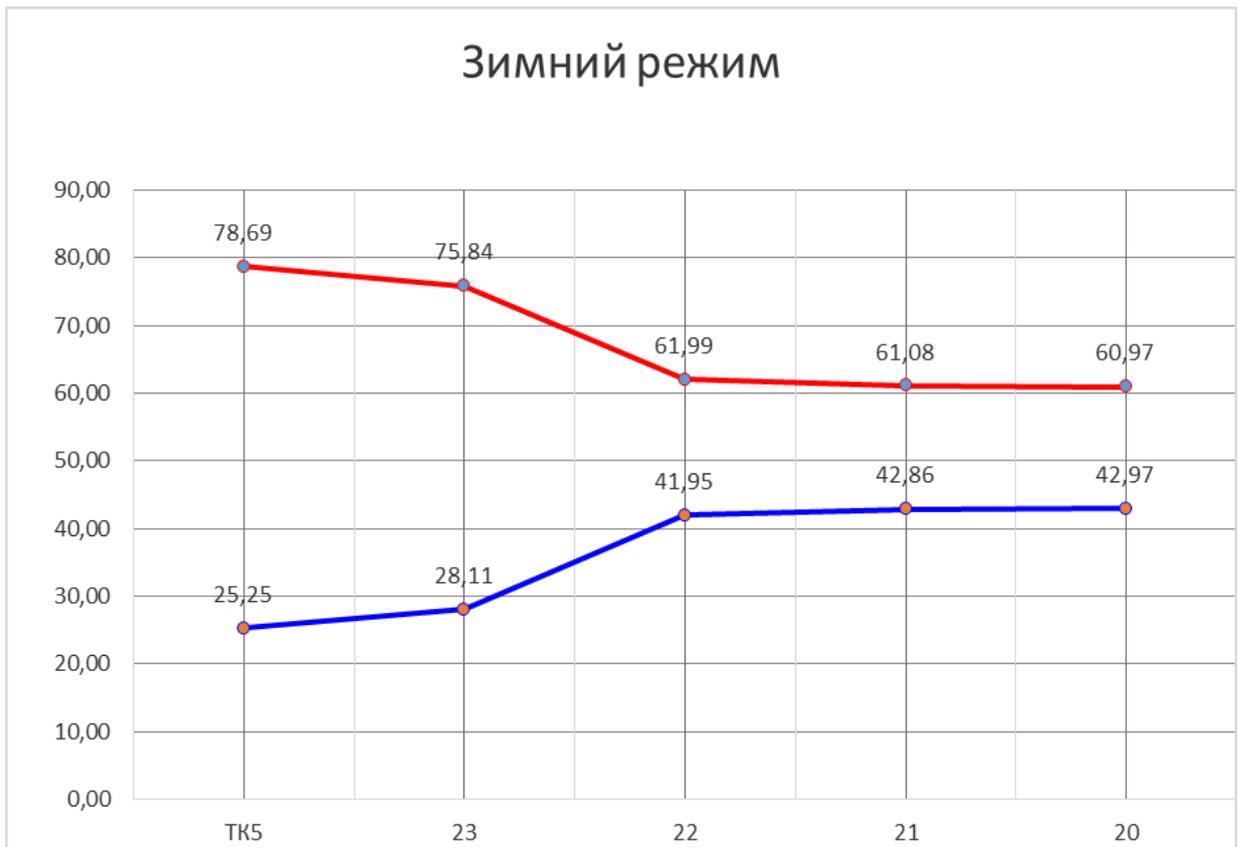


Рисунок 3.4 - Пьезометрический график ТК5 – участок 20

Летний режим:

Определение напоров в Т2: по направлению от ТК-5 до участка 20 в летний период.

$$H_{23} = 25,94 + 0,13 = 26,07 \text{ м};$$

$$H_{22} = 26,07 + 0,33 = 26,41 \text{ м};$$

$$H_{21} = 26,41 + 0,08 = 26,49 \text{ м};$$

$$H_{20} = 26,49 + 0,02 = 26,5 \text{ м};$$

значения напоров в Т1:

$$H_{23} = 45,07 - 0,13 = 44,94 \text{ м};$$

$$H_{22} = 44,94 - 0,33 = 44,6 \text{ м};$$

$$H_{21} = 44,6 - 0,08 = 44,52 \text{ м};$$

$$H_{20} = 44,52 - 0,02 = 44,5 \text{ м};$$

$$\text{располагаемый напор в летний период } H_7^{\text{pac}} = 44,5 - 26,5 = 18,0 \text{ м};$$

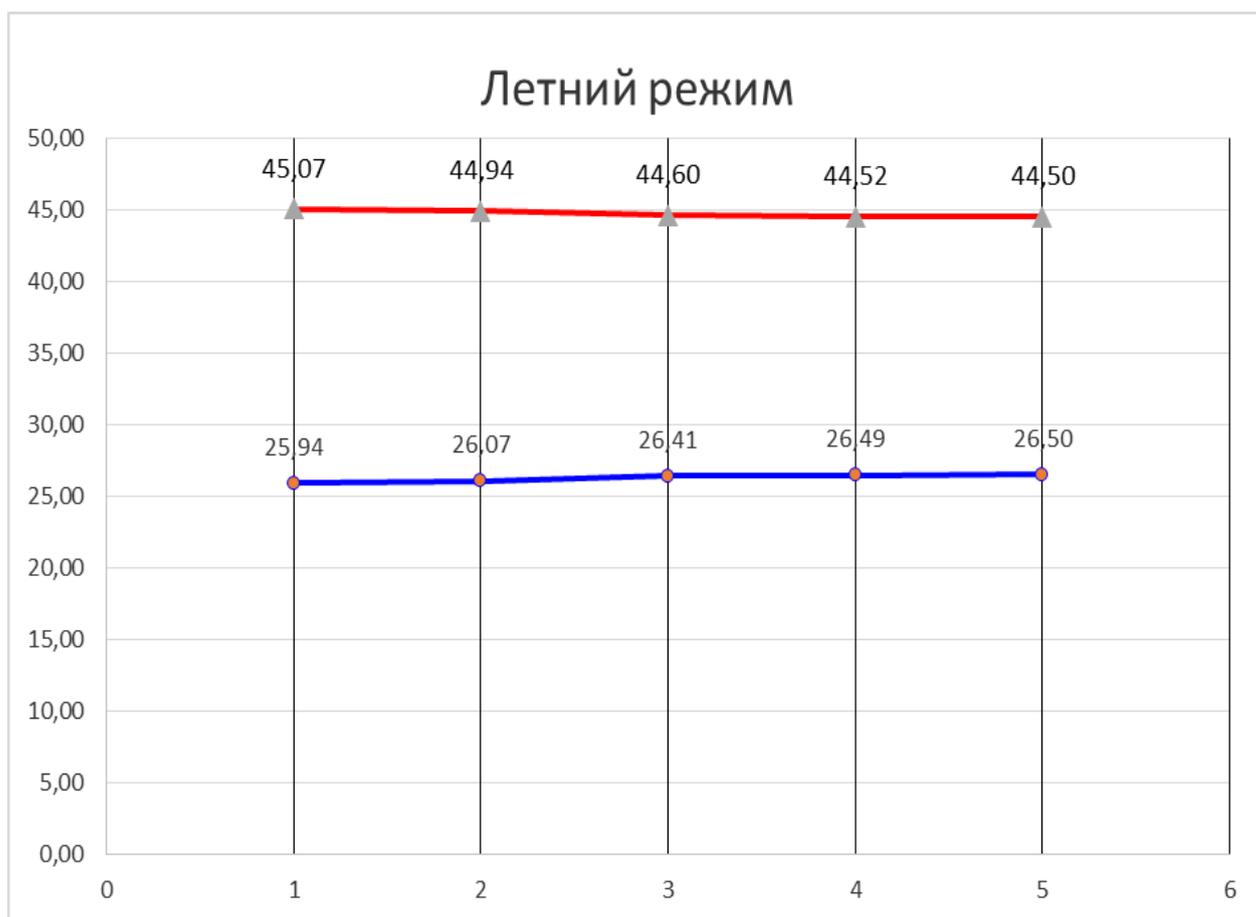


Рисунок 3.5 - Пьезометрический график ТК5 – участок 20

Т.к. располагаемый напор в Т1 магистрали значительно превышает 60 м (предел прочности чугунных радиаторов) дома подсоединяются к теплосетям по независимой схеме, согласно СП 41-101-95 пункт 3.3. Пьезометрический график для основного расчётного направления приведен графической части.

### Продольный профиль

Продольный профиль теплосетей рисуется от начальной тепловой камеры, где организована врезка в существующие магистральные сети, принадлежащие ПАО «Т Плюс» ТК-IV/12 до здания (объект 1). На основе геодезической съемки района проектирования. Учитывая особенности изменения рельефа, перепада высотных отметок, наличия грунтовых вод и

допустимых норм заглубления теплопроводов от поверхности земли для проектируемой трассы, принимается решение с возможно близким приближением продольного профиля к параллельной черте, учитывая её уклон к горизонтальной поверхности.

Продольный профиль тепловых сетей основного расчётного направления приведен в графической части.

Далее выбираются габаритные размеры и конфигурация необходимых ж/б конструкция, фитингов и запорной арматуры из [6-9]. На рисунке 3.6 представлен разрез тепловой камеры с указанием высотных отметок.

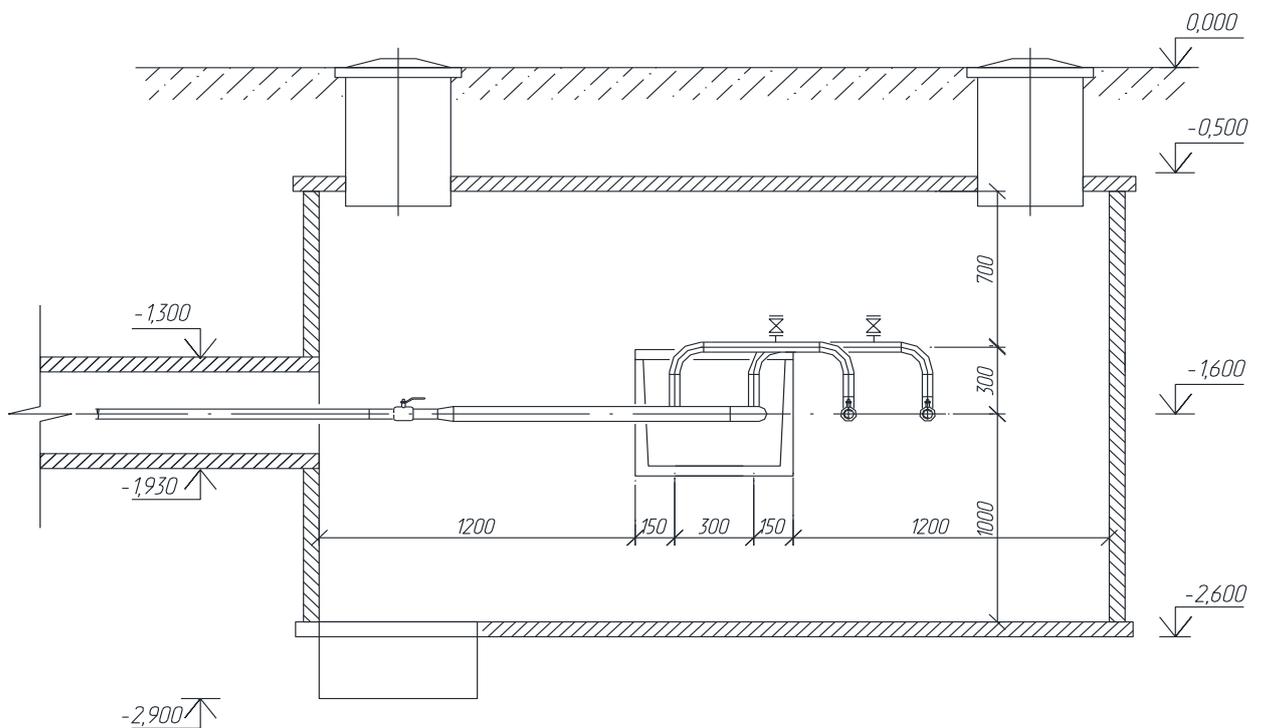


Рисунок 3.6 - Разрез тепловой камеры

### 3.4 Расчёт и подбор тепловой изоляции

Для применения в качестве тепловой изоляции предложен пенополиуретан, ( $\lambda = 0,019 - 0,04 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ ).

В соответствии с указанной методикой [3] толщина основного слоя изоляции определяется по нормативным теплопотерям [3, 30].

Проводиться определение эффективности изоляционной 2-трубной теплосети, размещённой в лотках КЛс 150-90, КЛ 90-45, КЛ 60-45. температура т/н на протяжении отопительного периода,  $\tau_1 = 90 \text{ }^\circ\text{С}$ ,  $\tau_2 = 50 \text{ }^\circ\text{С}$ . Заглубление лотка  $h = 1,52 \text{ м}$ . Грунт на уровне заглубления лотка имеет температуру  $t_0 = 6,7 \text{ }^\circ\text{С}$ . Теплоизоляция из ППУ, с  $k$  теплопроводности  $\lambda_{\text{н}} = 0,02 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{К})$ . Толщина защитного полиэтиленового слоя  $\delta = 0,005 \text{ м}$  по ГОСТ 30732-2006.

Наружный и внутренний размеры лотка КЛс 150-45 приведённые к эквивалентным диаметрам:

$$d_{\text{в.э.}} = \frac{4 \cdot F}{P}; \quad (3.22)$$

$$d_{\text{н.э.}} = \frac{4 \cdot 1,52 \cdot 0,91}{2 \cdot (1,52 + 0,91)} = 1,25 \text{ м}; \quad d_{\text{в.э.}} = \frac{4 \cdot 1,5 \cdot 0,9}{2 \cdot (1,5 + 0,9)} = 1,14 \text{ м}.$$

$$\lambda = 9,15 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{К}).$$

Термосопротивление на внутренней поверхности канала:

$$R_{\text{н.к.}} = \frac{1}{\pi \cdot d_{\text{в.э.}} \cdot \lambda}; \quad (3.23)$$

$$R_{\text{н.к.}} = \frac{1}{3,14 \cdot 1,14 \cdot 9,15} = 0,031 \text{ м} \cdot ^\circ\text{К} / \text{Вт};$$

$$\lambda_{\text{к}} = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{К}),$$

$$R_{\kappa} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\kappa}} \cdot \ln \frac{d_{н.э.}}{d_{в.э.}}; \quad (3.24)$$

$$R_{\kappa} = \frac{1}{6,28 \cdot 2,04} \ln \frac{1,25}{1,14} = 0,0032 \text{ м} \cdot \text{°} \text{ К / Вт}$$

$$\lambda_{гр} = 1,92 \text{ Вт / (м} \cdot \text{°К)}:$$

$$R_{ep} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{ep}} \cdot \ln \frac{4 \cdot h}{d_{н.э.}}; \quad (3.25)$$

$$R_{ep} = \frac{1}{6,28 \cdot 1,92} \ln \frac{4 \cdot 1,5}{1,25} = 0,023 \text{ м} \cdot \text{°} \text{ К / Вт};$$

Общее термосопротивление канала и грунта:

$$R_o = R_{\kappa} + R_{н.к} + R_{ep}; \quad (3.26)$$

$$R_o = 0,0305 + 0,0032 + 0,023 = 0,057 \text{ м} \cdot \text{°} \text{ К / Вт}.$$

Для трубы 377x9:

$$R_u = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_u} \cdot \ln \frac{d_u}{d_n}; \quad (3.27)$$

$$R_u = \frac{1}{6,28 \cdot 0,034} \ln \frac{0,577}{0,377} = 0,87 \text{ м} \cdot \text{°} \text{ К / Вт};$$

Покровный слой для трубы 377x9:

$$R_{nc} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{nc}} \cdot \ln \frac{d_{nc}}{d_u}; \quad (3.28)$$

$$R_{nc} = \frac{1}{6,28 \cdot 0,175} \ln \frac{0,587}{0,577} = 0,0068 \text{ м} \cdot \text{°} \text{ К / Вт}$$

$$\lambda_{nc} = 0,175 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°K)};$$

$$d_{nc} = 0,587 \text{ м.}$$

Суммарное термосопротивление труб Т1, Т2 377х9:

$$\sum R = R_u + R_{nc}; \quad (3.29)$$

$$\sum R = 0,9972 + 0,87 = 0,88 \text{ м} \cdot \text{° K / Вт}$$

$t$  канального воздуха:

$$t_k = \frac{\frac{\tau_1}{\sum R} + \frac{\tau_2}{\sum R} + \frac{t_o}{R_o}}{\frac{1}{\sum R} + \frac{1}{\sum R} + \frac{1}{R_o}}; \quad (3.30)$$

$$t_k = \frac{\frac{90}{0,88} + \frac{50}{0,88} + \frac{6,7}{0,057}}{\frac{1}{0,88} + \frac{1}{0,88} + \frac{1}{0,057}} = 13,4 \text{ °C};$$

Удельные потери Т1 и Т2 с ППУ:

$$q_1 = \frac{\tau_1 - t_k}{\sum R}; \quad (3.31)$$

$$q_2 = \frac{\tau_2 - t_k}{\sum R}; \quad (3.32)$$

$$q_1 = \frac{90 - 13,4}{0,88} = 75,97 \text{ Вт / м};$$

$$q_2 = \frac{50 - 13,4}{0,88} = 41,75 \text{ Вт / м};$$

Суммарные удельные Т1 и Т2 без ППУ:

$$q_u = q_1 + q_2; \quad (3.33)$$

$$q_u = 75,87 + 41,75 = 117,72 \text{ Вт/м.}$$

Термосопротивление на поверхности Т1 и Т2 без ППУ:

$$R_n = \frac{1}{\pi \cdot d_n \cdot \lambda}; \quad (3.34)$$

$$R_n = \frac{1}{3,14 \cdot 0,377 \cdot 9,15} = 0,087 \text{ м} \cdot \text{° К / Вт}$$

t канального воздуха при Т1 и Т2 без ППУ:

$$t_k^n = \frac{\frac{90}{0,087} + \frac{50}{0,087} + \frac{6,7}{0,057}}{\frac{1}{0,087} + \frac{1}{0,087} + \frac{1}{0,057}} = 42,4 \text{ °С};$$

Удельные теплотери Т1 и Т2 без ППУ:

$$q_1^n = \frac{90 - 42,4}{0,087} = 880,8 \text{ Вт/м};$$

$$q_2^n = \frac{50 - 42,43}{0,087} = 420,8 \text{ Вт/м.}$$

Общие теплотери Т1 и Т2:

$$q^n = q_1^n + q_2^n; \quad (3.35)$$

$$q^n = 880,8 + 420,8 = 1301,6 \text{ Вт/м}$$

КПД теплоизоляции:

$$\eta = \frac{q^n - q^n}{q^n} \cdot 100\%; \quad (3.36)$$

$$\eta = \frac{1301,6 - 177,72}{1301,6} \cdot 100\% = 91,2\%$$

КПД теплоизоляции признана удовлетворительной.

Также проводится расчёт сопротивления теплоизоляции труб, расположенных в каналах КЛ90-45 и КЛ60-45 (таблица 3.6) для Т1 и Т2 трубопроводов остальных диаметров приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.6 – Расчёт сопротивления канала

Вид канала	а	б	F	dv	dn	$\lambda_k$	Rk
	м	м	м <sup>3</sup>	м	м	Вт/(м·°К)	(м·°К)/Вт
КЛ-60-45	0,63	0,47	0,29	0,53	0,58	2,05	0,0032
КЛ-90-45	0,92	0,47	0,42	0,61	0,67	2,05	0,0032
КЛс-150-90	1,53	0,92	1,39	1,14	1,25	2,05	0,0032

Таблица 3.7 – Расчёт толщины изоляции трубопроводов

Труба мм	Размер изоляции м	диаметр трубы м	труба с изоляцией м	длина м	V изоляции куб.м	S полиэтилена кв.м
T1 DxS 57x3,5	0,05	0,057	0,157	374	6,28	184,37
T2 DxS 57x3,5	0,05	0,057	0,157	374	6,28	184,37
T1 DxS 89x4	0,05	0,089	0,189	1318	28,76	782,18
T2 DxS 89x4	0,05	0,089	0,189	1318	28,76	782,18
T1 DxS 108x4	0,05	0,108	0,208	537	13,32	350,73
T2 DxS 108x4	0,05	0,108	0,208	537	13,32	350,73
T1 DxS 159x4,5	0,1	0,157	0,357	188	15,17	210,74
T2 DxS 159x4,5	0,1	0,157	0,357	188	15,17	210,74
T1 DxS 219x6	0,1	0,219	0,419	325	32,55	427,59
T2 DxS 219x6	0,1	0,219	0,419	325	32,55	427,59
T1 DxS 257x6	0,1	0,257	0,457	105	11,77	150,67
T2 DxS 257x6	0,1	0,257	0,457	105	11,77	150,67
T1 DxS 377x9	0,1	0,377	0,577	373	55,87	675,79
T2 DxS 377x9	0,1	0,377	0,577	373	55,87	675,79

#### 4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛООВОГО ПУНКТА

Автоматическое регулирование основной своей задачей ставит целенаправленные действия на управляемый объект, когда в нем происходит отклонение от какого-то заданного изначально параметра. Далее приводится перечень основных элементов автоматической системы регулирования.

- регулирование, в зависимости от температуры наружного воздуха, измеряемой датчиком температуры, т. е. в соответствии с температурным графиком, температуры в подающем трубопроводе воды на отопление и температуры сетевой воды в обратном трубопроводе за теплообменниками отопления с помощью датчиков температуры и регулирующего клапана на подающем сетевом трубопроводе перед теплообменниками отопления;

- поддержание заданной температуры воды на горячее водоснабжение за каждым из двух пластинчатых теплообменниках с помощью термодатчиков, по сигналам которых осуществляется регулирование клапанами на подающих трубопроводах греющей воды перед каждым из теплообменников ГВС;

Нормативные документы [4, 29] предписывают оснащать тепловые пункты систем теплоснабжения зданий средствами автоматизации, которые в числе прочих требований, должны обеспечить контроль:

- температуры и давления воды в подающем и обратном трубопроводах теплосети;

- температуры греющей воды в подающих трубопроводах систем отопления, систем ГВС;

- температуры обратной воды из систем отопления;

- давления воды в сети городского водопровода;

- за работой и неисправностью всех групп насосов;

- за длительной непрерывной работой (более 10 мин.) каждого узла подпитки, т.е. об утечках в системе;

- сигнализация отклонения основных контролируемых параметров от заданных значений;

На вводе теплосети в тепловой пункт оборудуется узел коммерческого учета потребления тепловой энергии и теплоносителя.

Электроаппаратура управления насосами и в проекте автоматизации ИТП монтируется в щите ЩА-ТП. Электропитание щита ЩА-ТП осуществляется напряжением 220В переменного тока частотой 50Гц от двух независимых вводов.

Предусмотрен вывод на пульт оператора сигнала об аварийном верхнем уровне воды в дренажном приемке теплового пункта с помощью поплавкового выключателя SAS фирмы GRUNDFOS.

На рисунке 4.1 представлена схема функциональная индивидуального теплового пункта жилого дома.



## 5. ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

### Определение объёмов земляных работ

Длина проектируемой сети 3220 м, поэтому предполагается одна захватка для монтажа.

Расчёт количество земляных работ рассчитываются наружные размеры лотков каналов (таблица 5.1)

Таблица 5.1 – Виды, обмеры лотков каналов

Каналы	длина	Обмеры наружные			Количество/штуки		
		А	В	Л	длина Lд	станд.	доборные
	м	м	м	м	м	шт	шт
КЛ-60-45	374	1,152	0,681	3,1	1	289	1
КЛ-90-45	2043	1,152	0,681	3,1	1	289	1
КЛс-150-90	803	1,642	1,061	3,1	2	319	1

$l_{\text{зах}} - 3220 \text{ м};$

$a_{\text{кам}} - \text{длина камеры, } 3 \text{ м}; b_{\text{кам}} \text{ ширина камеры, } 3 \text{ м}; 23 \text{ камеры};$

$l_{\text{ниш}} - \text{длина компенсаторной ниши, м}; 11 \text{ ниш};$

$d_{\text{к}} - \text{диаметр компенсаторного колодца, } 3 \text{ м}; 2 \text{ колодца};$

$d_{\text{ок}} - \text{диаметр дренажного колодца, } 1 \text{ м}; 4 \text{ колодца};$

$$V_{\text{ккол}} = \pi(R+0,2)^2 * h_{\text{кол}} * n \quad (5.1)$$

$$V_{\text{ккол}} = \pi(3+0,2)^2 * 1,66 * 2 = 106,8 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{окол}} = \pi(R+0,2)^2 * h_{\text{кол}} * n \quad (5.2)$$

$$V_{\text{окол}} = \pi(1+0,2)^2 * 2,8 * 4 = 50,7 \text{ м}^3$$

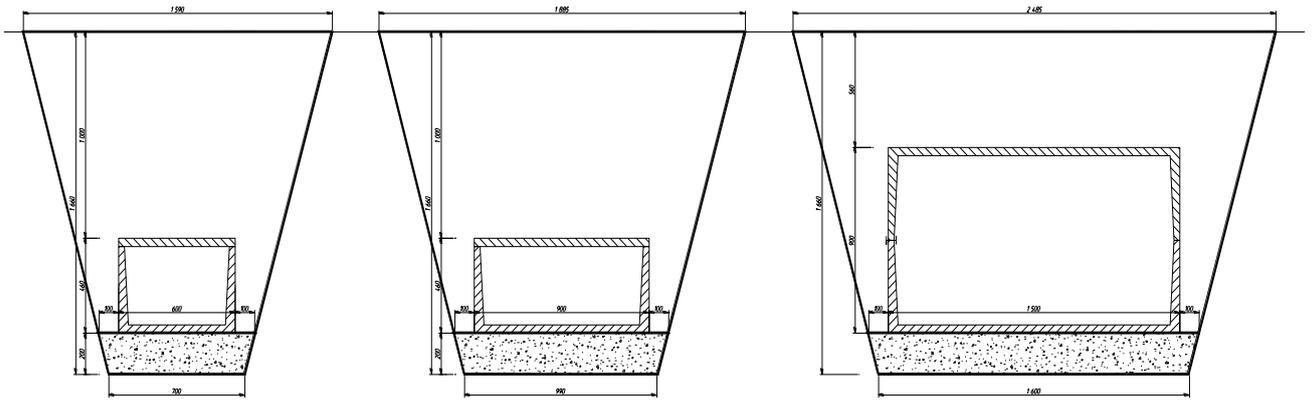


Рисунок 5.1 - Лоток, уложенный в траншее

Заглубление траншей (рисунок 5.1), м:

$$h_{cp} = \frac{\sum_1^n h}{n}, \quad (5.3)$$

$$h_{\bar{n}\delta} = \frac{1,66 + 1,66 + 1,66}{3} = 1,66\text{ м}$$

$\sum_1^n h$  где - сумма всех глубин траншеи, м;

$$V_{TP} = (h_{TP} \cdot (A_n + A_6) / 2) \cdot l, \quad (5.4)$$

Угол осыпи траншей  $15^\circ$ , выкопанных в суглинке и заглублении 1,66 м [15, прил.3].

$$A_6 = A_n + 0,2 + 0,5 \cdot h_{mp} \quad (5.5)$$

$$A_6 = 0,62 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,8 = 1,6\text{ м для КЛ60-45}$$

$$A_6 = 0,91 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,8 = 1,9\text{ м для КЛ90-45}$$

$$A_6 = 1,52 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,8 = 2,5\text{ м для КЛс150-90}$$

$$V_{TP} = (1,66 \cdot (0,62 + 1,6) / 2) \cdot 374 = 695,3 \text{ м}^3 \text{ для КЛ60-45}$$

$$V_{TP} = (1,66 \cdot (0,91 + 1,9) / 2) \cdot 2043 = 4781,8 \text{ м}^3 \text{ для КЛ90-45}$$

$$V_{TP} = (1,66 \cdot (1,52 + 2,5) / 2) \cdot 803 = 2692,6 \text{ м}^3 \text{ для КЛс150-90}$$

Определяются объёмы котлованов для камер:

$$A_H = a_{\text{кам}} + 0,5 \quad (5.6)$$

$$B_H = b_{\text{кам}} + 0,5 \quad (5.7)$$

$$A_{\text{в}} = A_H + 2 \cdot a' \quad (5.8)$$

$$B_{\text{в}} = B_H + 2 \cdot b' \quad (5.9)$$

$$F_H = A_H \cdot B_H \quad (5.10)$$

$$F_{\text{в}} = A_{\text{в}} \cdot B_{\text{в}} \quad (5.11)$$

$$V_{\text{кот}} = \frac{1}{3} H_K (F_{\text{в}} + F_H + \sqrt{F_{\text{в}} \cdot F_H}) \quad (5.12)$$

$$H_K = h + h_{\text{КАМ}}^{\text{НАР}} + 0,2 \quad (5.13)$$

$$h = 0,5 \text{ м.}$$

Запроектировано 23 тепловых камер 2,4 м. Размеры всех камер 3х3 м.

$$A_n = 3,2 + 0,5 = 3,7 \text{ м}$$

$$B_n = 3,2 + 0,5 = 3,7 \text{ м}$$

$$A_v = 3,7 + 2 \cdot 0,5 \cdot 0,77 = 5,24 \text{ м}$$

$$B_v = 3,7 + 2 \cdot 0,5 \cdot 0,77 = 5,24 \text{ м}$$

$$F_n = 3,7 \cdot 3,7 = 13,69 \text{ м}^2$$

$$F_v = 5,24 \cdot 5,24 = 27,46 \text{ м}^2$$

$$V_{\text{КОТ}} = \frac{1}{3} \cdot 2,4 \cdot (27,46 + 13,69 + \sqrt{27,46 + 13,69}) = 38,1 \text{ м}^3$$

Общий объем 23 котлованов составляет 911,6 м<sup>3</sup>.

Определяются объёмы лотков и камер:

$$V_{1\text{КАН}}' = (0,46 \cdot 0,62) \cdot 374 = 106,7 \text{ м}^3 \text{ для КЛ60-45}$$

$$V_{2\text{КАН}}' = (0,46 \cdot 0,91) \cdot 2043 = 855,2 \text{ м}^3 \text{ для КЛ90-45}$$

$$V_{3\text{КАН}}' = (0,9 \cdot 1,52) \cdot 803 = 1098,5 \text{ м}^3 \text{ для КЛс150-90}$$

$$V_{\text{КАМ}}' = (3,2 \cdot 3,2 \cdot 2,4) \cdot 23 = 565,3 \text{ м}^3 \text{ для тепловых камер}$$

$$V_{\text{КОЛ}} = \pi 3^2 \cdot 1,66 \cdot 2 = 93,9 \text{ м}^3 \text{ для компенсаторных колодцев}$$

$$V_{\text{ДКОЛ}} = \pi 1^2 \cdot 2,8 \cdot 4 = 35,2 \text{ м}^3 \text{ для дренажных колодцев}$$

$$V_{\text{обр}}^{\text{зас}} = (V_o - V_k) \cdot K_p \quad (5.14)$$

где  $V_o$  – количество отвалов, м<sup>3</sup>:

$$V_o = V_{\text{ТР}} + V_{\text{КОТЛ}} + V_{\text{ккол}} + V_{\text{ДКОЛ}} \quad (5.15)$$

$$V_{\text{ИЗБ}} = V_o \cdot K_p - V_{\text{обр}}^{\text{зас}} \quad (5.16)$$

где  $K_p$  – разрыхление суглинка, 1,24 [16].

$$V_o = 8169,8 + 911,6 + 106,8 + 50,7 = 9238,9 \text{ м}^3$$

$$\Sigma V' = 2060,7 + 565,3 + 93,9 + 35,2 = 2755,1 \text{ м}^3$$

$$V_{обр}^{zac} = (9238,9 - 2755,1) \cdot 1,24 = 8040 \text{ м}^3$$

$$V_{ИЗБ} = 9238,9 \cdot 1,24 - 8040 = 3416,3 \text{ м}^3$$

$$F_{пл} = (A_{cp} + 4)l_{зах} \quad (5.17)$$

$$A_{cp} = \frac{A_B^{TP} + A_B^{КОТЛ}}{2} \quad (5.18)$$

где  $A_B^{TP}$  – по верхнему обмеру длина траншеи, м;

$A_B^{КОТЛ}$  – по верхнему обмеру длина котлована, м.

$$A_{cp} = \frac{1,62 + 1,91 + 2,52}{3} = 2 \text{ м}$$

$$F_{пл} = (2 + 4) \cdot 3220 = 19320 \text{ м}^2$$

$$F_o = (A_g^{TP} + 0,2)l_{дор} \cdot n \quad (5.19)$$

где  $l_{дор}$  – длина дорог 86 м;

$n$  – кол-во дорог и тротуаров, 12 шт.

$$F_o = (2 + 0,2) \cdot 86 \cdot 12 = 2270 \text{ м}^2$$

Проведя основные вычисления можно сделать вывод количестве изымаемого суглинка с учётом его расширения при разрыхлении и составить сводную таблицу 5.2, в которой подведены итоги по определению общего объёма земляных работ на данной захватке.

Таблица 5.2-Ведомость земляных работ

Общий $V_o, \text{ м}^3$	$V_k$ лотков	$V_{обр}$ $\text{ м}^3$	$V_{изб}$ $\text{ м}^3$	$F_{пл}$ $\text{ м}^2$	$F_{дор}$ $\text{ м}^2$
9238,9	2755,1	8040	3416,3	19320	2270

Для определения трудоёмкости земляных, строительных и монтажных работ определяется объём строительно-монтажных работ, результат заносится в таблицу 5.3

Таблица 5.3-Ведомость объемов строительно-монтажных работ

Виды работ	Размерность	Объем
Отрыв траншей экскаватором	$100\text{ м}^3$	81,69
Отрыв котлованов экскаватором	$100\text{ м}^3$	0,911
Насыпка песчаного основания	$\text{ м}^3$	718
Укладка ж/б лотков каналов	м	3220
Монтаж тепловых камер	шт	23
Сварка труб в секции на бровке	м	6440
Сварка труб в лотке	стык	518
Установка неподвижных опор	шт	61
Установка подвижных опор	шт	526
Монтаж секций труб в каналы	м	6440
Монтаж запорной арматуры	шт	80
Установка фасонных частей отводов	шт	136
тройников	шт	68
переходов	шт	14
Установка компенсаторов	шт	14
Неповоротная сварка труб в канале	стык	156
Первое испытание прочность и плотность	м	6440
Гидроизоляция труб	стык	674
Теплоизоляция стыков труб	м	6440
Монтаж плит перекрытий каналов камер	шт	23
Устройство гидроизоляции перекрытий	$100\text{ м}^2$	32,4
Устройство защитного слоя по гидроизоляции каналов, камер	$100\text{ м}^2$	136,16
Вторичное испытание труб, промывка	м	6440
Засыпка траншей и котлованов	$100\text{ м}^3$	80,4
Вырывание площади работ	$1000\text{ м}^2$	19,32

## Определение трудоёмкости строительных и монтажных работ

Расчёт трудоёмкости СМР производится согласно [18, 19, 20] по ранее подсчитанным объёмам работ.

$$T_p = \frac{H_{BP} \cdot V}{8,2} \quad (5.22)$$

где  $H_{BP}$  –временная норма на единицу объёма работ;

$V$  – кол-во производимых работ,

8,2 – часов в смену.

Также вычисляются затраты времени на дополнительные работы, которые делаются за счёт НР и ПР.

НР: 16% от суммы всех работ.

ПР: 8% от суммы всех работ.

Данные расчётов заносятся в ведомость трудоёмкости работ (таблица 5.4).

Таблица 5.4 – Ведомость трудоемкости работ

№ п/п	Виды работ	Ед. изм.	ЕНиР	Норма времени		Трудоемкость		
				чел/с	маш /ч	объе м работ	чел/ дн	маш/ смен
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Отрывка траншей и котлованов эскаватором (состав бригады: машинист бр-2): с погрузкой на транспорт на вымет	100м <sup>2</sup>	Е2-1-10	3,6 2,9	3,6 2,9	33,23 59,08	25,94 11,75	11,39 4,16
2	Устройство песчаного основания (состав бригады: монтажник наруж. трубопроводов 5р-1, 4р-2, 3р-2, 2р-1)	1м <sup>3</sup>	Е9-2-25	0,9		514,2	56,44	
3	Монтаж ж/б лотков каналов (состав бригады: монтажник наруж. трубопроводов 5р-1, 4р-2, 3р-2, 2р-1)	1м	Е9-2-25	0,55		1827	122,54	
4	Устройство днищ и дрен. Колодцы (состав бригады: монтажник наруж. трубопроводов 5р-1, 4р-2, 3р-2)	1 шт	Е9-2-28	0,3		14	0,51	
5	Устройство стен камер (состав бригады: каменщики 4р-1, 2р-1)	1м <sup>3</sup>	Е9-2-28	3		57,7	21,11	

6	Сборка труб в секции на бровке траншей (состав бригады: монтажник наруж. трубопроводов 5р-1, 4р-2, 3р-2):	1 м	Е9-2-1					
				57х3,5	0,01	102	0,44	
				89х4	0,02	190	0,7	
				108х4	0,03	184	0,67	
				157х4,5	0,03	392	1,67	
				219х6	0,03	202	0,86	
				325х8	0,035	687	2,93	
				377х9	0,37	70	3,16	
7	Поворотная сварка труб траншей (состав бригады: электросварщик 5р-1):	1 стык	Е22-2-2					
				57х3,5	0,08	24	0,0293	
				89х4	0,1	44	0,1073	
				108х4	0,2	42	0,0512	
				157х4,5	0,26	90	0,2195	
				219х6	0,29	46	0,1683	
				325х8	0,7	160	0,5854	
				377х9		16		
8	Укладка бетонных подушек под подвижные опоры (состав бригады: монтажник наруж. трубопроводов 4р-1, 3р-2):	1 шт	Е9-2-28					
				57х3,5	0,03	27	0,0982	
				89х4	0,03	36	0,1312	
				108х4	0,03	29	0,1052	
				157х4,5	0,05	49	0,2988	
				219х6	0,05	22	0,1369	
				325х8	0,06	57	0,1489	
				377х9	1,06	5		

9	Устройство подвижных опор (состав бригады: монтажник наруж. трубопроводов 5р-1, 3р-1):	1 шт	Е9-2-18	57х3,5	0,05	4	0,0244
				89х4	0,05	6	0,037
				108х4	0,06	5	0,037
				157х4,5	0,06	3	0,022
				219х6	0,07	3	0,026
				325х8	0,08	7	0,068
				377х9	0,08	2	0,02
10	Устройство неподвижных опор (состав бригады: монтажник наруж. трубопроводов 5р-1, 3р-1):	1 шт	Е9-2-18	57х3,5	0,11	27	0,36
				89х4	0,11	36	0,481
				108х4	0,11	29	0,386
				157х4,5	0,11	49	0,657
				219х6	0,11	22	0,301
				325х8	0,11	57	0,768
				377х9		5	
11	Устройство труб в каналы (состав бригады: монтажник наруж. трубопроводов 5р-1, 4р-1, 3р-2,2р-1):	1 м	Е9-2-1	57х3,5	0,05	204	1,244
				89х4	0,05	380	2,317
				108х4	0,06	368	2,693
				157х4,5	0,06	784	5,737
				219х6	0,08	404	3,941
				325х8	0,1	1374	16,756
				377х9	0,1	140	

12	Монтаж фасонных частей: отводы (состав бригады: монтажник наруж. трубопроводов 4р-1, 3р-2): 57х3,5 89х4 108х4 157х4,5 тройники более dy 100 тройники менее dy 100	1 шт	Е9-2-14	0,42 0,42 0,42 0,63 1,1 0,56	10 20 16 12 22 22	0,51 1,02 0,82 0,92 2,95 1,5		
13	Монтаж арматуры (состав бригады: монтажник наруж. трубопроводов 5р-1, 4р-1, 3р-1): 57х3,5 89х4 108х4 157х4,5 325х8	1 шт	Е9-2-16	1,2 1,2 1,4 1,4 1,8	8 12 10 6 8	1,17 1,76 1,71 1,02 1,76		
14	Неповоротная сварка труб (состав бригады: электрогазосварщик 5р-1): 57х3,5 89х4 108х4 157х4,5 219х6 325х8 377х9	1 стык	Е22-2-2	0,16 0,18 0,22 0,29 0,54 0,79	8 10 12 28 14 46 6	0,16 0,22 0,32 0,99 0,92 4,43		
15	Первичное гидравлическое испытание на прочность (состав бригады: монтажник наруж. трубопроводов 5р-1, 4р-2, 3р-2): до dy 200 до dy 400	1 м	Е9-2-9	0,12 0,22	952 1918	13,93 51,46		

16	Гидроизоляция сварных стыков (состав бригады: изолировщик на термоизоляцию 4р-2, 3р-2): до dy 200 до dy 400	1 стык	Е9-2-12	0,27 0,34	258 282	8,5 11,69	
17	Тепловая изоляция трубопроводов (состав бригады: изолировщик на термоизоляцию 4р-1, 2р-1): 57х3,5 89х4 108х4 157х4,5 219х6 325х8 377х9	1 м	Е9-2-13	0,08 0,08 0,08 0,1 0,1 0,12 0,12	204 380 368 784 404 1374 140	1,99 3,71 3,59 9,56 4,93 20,11	
18	Укладка плит перекрытия каналов (состав бригады: монтажник наруж. трубопроводов 5р-1, 4р-2, 3р-2, 2р-1)	1 м	Е9-2-24	0,95	1827	211,66	
19	Укладка плит перекрытия камер (состав бригады: монтажник наруж. трубопроводов 4р-1, 3р-2,	1 шт	Е9-2-28	0,3	11	0,4	
20	Устройство гидроизоляции каналов (состав бригады: изолировщик на гидроизоляцию 4р-1, 3р-1, 2р-1)	100м2	Е9-2-24	0,28	92,15	3,15	

21	Устройство гидроизоляции перекрытий камер (состав бригады: гидроизолировщик 4р-1)	100м <sup>2</sup>	Е11-37	11,5		26,3	36,88	
22	Обратная засыпка траншей и котлованов бульдозером (состав бригады: машинист бр-1)	100м <sup>3</sup>	Е2-1-34	0,66	0,66	59,1	4,76	0,38
23	Окончательное испытание (состав бригады: монтажник наруж. трубопроводов 5р-1, 4р-1, 3р-2): до dy 100 до dy 200 до dy 350	1 м	Е9-2-9					
				0,1		952	11,61	
				0,12		404	5,91	
				0,15		1514	27,7	
24	Промывка и хлорирование трубопроводов (состав бригады: монтажник наруж. 4р-1, 3р-2, 2р-1): до dy 100 до dy 200 до dy 350	1 м	Е9-2-9					
				0,05		952	5,8	
				0,06		404	2,96	
				0,08		1514	14,77	
25	Планирование площадей бульдозером (состав бригады: машинист. бр-1):	1000 м <sup>2</sup>	Е2-1-36	0,49	0,49	13,25	0,79	0,79
	Всего:						447,85	16,72
	Затраты труда на необъемные работы, выполняемые за счет накладных расходов, принимаемы 16% от суммарной трудоёмкости основных работ						71,656	
	Затраты труда на подготовительные расходы, принимаемы 8% от суммарной трудоёмкости						35,828	

## 6 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

### 6.1 Технологическая характеристика объекта

Тема: г. Самара. Юнгородок. Теплоснабжение.

Таблица 6.1 - Паспорт технологического объекта

Тех процесс	Технологическая операция вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Материалы	Оборудование устройство, приспособление
Монтаж наружной тепловой сети	Монтаж железобетонных конструкций в тепловых сетях	Монтажник стальных железобетонных конструкций	Железобетонная плита	Автокран; уровень; отвес, бетономешалка, вибратор

Таблица 6.2 – Определение профессионального риска.

Технологическая операция, выполняемых работ вид	Источник опасного и вредного производственного фактора	Опасный и вредный производственный фактор
Монтаж ж/б конструкций	Автотранспорт, плита Работа ДВС, удары	Двигающиеся объекты Производственный шум
	Работа в различных погодных условиях	Напряженность труда

Таблица 6.3 – Факторы снижения воздействия опасности

Опасный производственный фактор	Средства индивидуальной защиты работника	Методы защиты, снижения, опасного и вредного производственного фактора
Двигающиеся предметы	Костюм х/б с пропиткой от общих производственных загрязнений; ботинки кожаные с жестким подметком; очки защитные каска строительная; перчатки жилет сигнальный 2 класса опасности	Соблюдение требований охраны труда
Производственный шум		Техническими средствами, применение организационно-технических мероприятий
Опасность обрушения кромок котлованатраншеи		Дополнительное усиление кромок котлована
Напряженность труда		Соблюдение технических перерывов

## 6.2 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Таблица 6.4 – Определение классов и опасных факторов пожара.

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
г. Самара. Юнгордок. участок тепловых сетей	Автомобили и спецтехника, битумная мастика, сварочное оборудование, электроинструмент	Класс D	Повышенная температура, Продукты сгорания. Негативные термохимические воздействия, используемых при пожаре огнетушащих веществ, на предметы и людей.	Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 6.5 - Средства обеспечения пожарной безопасности.

Мобильные средства пожаротушения	Первичные средства пожаротушения	Стационарные установки пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.	Пожарный инструмент (механизованный и немеханизованный)
Пожарные автомобили, механическая лопата	Огнетушитель, песок, вода	Пожарные гидранты	не предусмотрены	Огнетушители, пожарный водопровод, насос	Защита органов дыхания. Пути эвакуации.	01, 112 Сот.	Лом, топор, ведро, клещи, лопата, багор

Таблица 6.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий
г. Самара. Юнгордок. участок тепловых сетей	Работать в специально отведенном месте, выполнение требований пожарной безопасности согласно Инструкции по организации в Минэнерго России работы по расчету и обоснованию нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии, утвержденной приказом Минэнерго России 30.12.2008 г. № 235	Укладка труб в траншею, сварочные работы. Работа электроинструмента

### 6.3 Экологическая безопасность технического объекта

Таблица 6.7 – определение экологических факторов

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (здания по функциональному назначению, технологические операции, оборудование)	Негативное экологическое воздействие объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Негативное экологическое воздействие объекта на литосферу	Негативное экологическое воздействие объекта на атмосферу (выбросы в окружающую среду)
г. Самара. Юнгордок. участок тепловых сетей	Работа автотранспорта, сварочные работы, земляные работы	мойка техники, промывка трубопроводов	выемка плодородного слоя почвы с последующим частичным возвратом	выхлопные газы

Таблица 6.8 – Действия по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду.

Наименование технического объекта	г. Самара. Юнгордок. участок тепловых сетей
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на атмосферу	Уменьшение выбросов выхлопных газов ДВС
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на гидросферу	Использование временной канализации, биотуалет
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на литосферу	Рекультивация земель, вывоз строительного мусора в специально отведенное место

Разработаны организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности заданного технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара с разработкой дополнительных технических средств и организационных мер по обеспечению пожарной безопасности. Разработанные организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности заданного технического объекта удовлетворяют действующим нормативным требованиям.

Идентифицированы негативные экологические факторы, связанные с реализацией производственно-технологического процесса и разработаны соответствующие организационно-технические мероприятия по обеспечению экологической безопасности на заданном техническом объекте согласно действующим требованиям нормативных документов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 124.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003. Тепловые сети / Госстрой СССР-М: ЦНТП, 2013.
2. СП 131.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 23.01-99\*. Строительная климатология / М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2012.
3. СП 61.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов / Госстрой России. - М.: ГУП ЦПП, 2013.
4. СП 77.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 3.05.07-85 Системы автоматизации / Госстрой России. - М.: ГУП ЦПП, 2012.
5. ГОСТ 21605-82 Система проектной документации для строительства (СПДС). Сети тепловые (тепломеханическая часть). Рабочие чертежи (с Изменением № 1). МНТКС – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1997.
6. Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей / Под ред. А.А.Николаева - М: Стройиздат, 1985. - 359 с.
7. Справочник по наладке и эксплуатации водяных тепловых сетей / Под ред. Манюка В.И., Каплинского Я.И - М.: Стройиздат, 1982. - 215 с.
8. Справочник монтажника сетей теплогазоснабжения / Под ред. Мельникова О.Н., Ежова В.Т. 2-е изд. - Л.: Стройиздат, 1980. -208с.
9. Водяные тепловые сети: Справочное пособие по проектированию. / Под ред. Н.К.Громова, Е.П.Шубина. - М.: Энергоатомиздат, 1988. -315с.
10. Ионин А.А. и др. Теплоснабжение. - М.: Стройиздат, 1982. - 336 с.
11. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. - М.: Энергоиздат, 1982. - 360 с.
12. Козин В.Е. Теплоснабжение. Уч.пособие. - М.: Высшая школа, 1980. - 408 с.
13. Зингер Н.М. Гидравлические и тепловые режимы теплофикационных сетей. - М.: Энергоатомиздат, 1986, - 319 с.

14. Мухин О.А. Автоматизация систем теплогазоснабжения: Учебное пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1986.-304 с.
15. Автоматика и автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции: Учебник для вузов / Калмаков А. А., Кувшинов Ю. Я., Романова С. С., Щелкунов С. А.; Под ред. Богословского В. Н. – Москва: Стройиздат, 1986. - 479 с.
16. Пырков В. В.Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование.– К.: И ДП «Такі справи», 2007.– 252 с.
17. СП 30.13330.2012 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85\*. Издание официальное. / М., 2010.
18. СП 41-101-95 Проектирование тепловых пунктов. / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1996. – 114 с.
19. РД 153-34.0-20.507-98 «Типовая инструкция по технической эксплуатации систем транспорта и распределения тепловой энергии (тепловых сетей)».
20. РД 153-34.1-17.405-00 «Методические указания по оценке интенсивности процессов внутренней коррозии в тепловых сетях».
21. Межгосударственный стандарт «Насосы динамические. Методы испытаний». ИСО 9906:1999 (MOD) ГОСТ 6134 – 2007. – М.: Стандартинформ. – 2008. – с. 95.
22. МУ34-70-171-87 «Методические указания по определению готовности систем теплоснабжения к прохождению отопительного сезона».
23. Скорчеллетти, В.В. Теоретические основы коррозии металлов./Л.: Химия, 1973. – 264 с.
24. Килимник, А.Б. Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии: учебное пособие. – Тамбов: Изд. ТГТУ, 2008. – 80 с.
25. Дамаскин, Б.Б. Введение в электрохимическую кинетику. – М.: Высшая школа, 1983. – 400 с.
26. Фридман Я.Б., Механические свойства металлов. 4 изд., М., 1972
27. Жук Н. П. Курс теории коррозии и защиты металлов. - М.: Металлургия, 1976. – 472 с.