

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(институт)

«Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

(кафедра)

270800.62 (08.03.01) «Строительство»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Теплогазоснабжение и вентиляция»

(наименование профиля, специализации)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему Самарская обл. с. Красная горка. Теплоснабжение.

Студент(ка)

А.А. Скуратов

(И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

Руководитель

С.А. Анциферов

(И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

Консультанты

А.В. Щипанов

(И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

Нормоконтроль

И.А. Живоглядова

(И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент М.Н. Кучеренко

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

« » _____ 2016 г.

Тольятти 2016

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(институт)

«Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ТГВВиВ

_____ М.Н. Кучеренко _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

Студент Скуратов Антон Александрович

1. Тема Самарская обл. с Красная горка. Теплоснабжение.

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы 10.06.2016

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: Фрагмент Генплана села Красная Горка; тепловые нагрузки.

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов)

Проектирование системы теплоснабжения; разработка функциональной схемы; определение трудоёмкости СМР.

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала лист общих данных, генплан, схема монтажная, график пьезометрический, продольный профиль

6. Консультанты по разделам _____

7. Дата выдачи задания «4» апреля 2016г.

Руководитель выпускной квалификационной работы

С.А. Анциферов

_____ (подпись)

_____ (И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

А.А. Скуратов

_____ (подпись)

_____ (И.О. Фамилия)

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(институт)

«Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ТГВВиВ

М.Н. Кучеренко

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« » 20 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения бакалаврской работы

Студент Скуратов Антон Александрович

по теме Самарская обл. с Красная горка. Теплоснабжение.

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Исходные данные для проектирования	04.04.2016	04.04.2016	Выполнено	
Построение графиков расхода теплоты	18.04.2016	18.04.2016	Выполнено	
Гидравлический расчёт	30.04.2016	30.04.2016	Выполнено	
Тепловая изоляция трубопроводов	08.05.2016	08.05.2016	Выполнено	
Контроль и автоматизация	13.05.2016	13.05.2016	Выполнено	
Организация монтажа	18.05.2016	18.05.2016	Выполнено	
Безопасность и экологичность объекта	24.05.2016	24.05.2016	Выполнено	

Руководитель выпускной квалификационной работы

Задание принял к исполнению

С.А. Анциферов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

А.А. Скуратов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

В бакалаврской работе рассмотрен проект централизованного теплоснабжения села Красная горка, Самарской области, в связи с монтажом модульной котельной мощностью 10 МВт, и подключению к ней тринадцати жилых и общественных зданий, расположенных в центральной части посёлка.

В основной части проекта обоснован выбор схемы, конструкций и оборудования системы теплоснабжения, проведены необходимые расчеты и сравнительные выводы, учтены новейшие разработки в области теплоснабжения.

Представленный дипломный проект состоит из 6 листов графической части и 69 листов пояснительной записки, в которой приведены основные расчеты по теплоснабжению посёлка, разработан раздел организации строительства новой тепловой сети, рассмотрены вопросы охраны труда, автоматизации ИТП.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ	8
2 ТЕПЛОВЫЕ НАГРУЗКИ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ОТПУСКА ТЕПЛА	11
2.1 График часового и годового потребления тепла	11
2.2 Выбор метода регулирования и график регулирования отпуска тепла	13
3 ТЕПЛОВАЯ СЕТЬ	17
3.1 Определение расчетных расходов теплоносителя	17
3.2 Конструирование и механический расчет тепловой сети, построение монтажной схемы	18
3.3 Гидравлический расчет	24
3.4 Расчет и подбор тепловой изоляции	28
4 КОТЕЛЬНАЯ	34
4.1 Расчет и подбор котельных агрегатов	34
4.2 Разработка тепловой схемы	34
4.3 Расчет и подбор вспомогательного оборудования	35
5 КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ	38
6 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ	40
6.1 Определение объёмов работ	40
6.2 Определение трудоёмкости строительных и монтажных работ	45
7 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	46
7.1 Технологическая характеристика объекта	46
7.2 Идентификация профессиональных рисков	48
7.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	48
7.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	49
7.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.	50
ЛИТЕРАТУРА	51
ПРИЛОЖЕНИЯ	54

ВВЕДЕНИЕ

Одним из путей повышения энергоэффективности в отечественной теплоэнергетике является модульное теплоснабжение при количественном и качественно-количественном регулировании тепловой нагрузки на тепловых источниках. Особую значимость приобретает разработка новых технологий и методик расчета способов регулирования тепловой нагрузки систем теплоснабжения. Чрезвычайно важной является разработка методик расчета количественного и качественно-количественного регулирования, позволяющих учесть влияние нагрузки горячего водоснабжения на работу систем отопления.

Цель настоящей работы – проектирование системы теплоснабжения центральной части села Красная Горка, Самарской области.

Основными задачами, которые необходимо решить для достижения поставленной цели являются:

- гидравлический, тепловой, механический расчёты тепловой сети;
- разработка функциональной схемы ИТП;
- определение трудоёмкости строительно-монтажных работ;
- разработка мероприятий по безопасности и экологичности технического объекта.

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Проектирование ведётся на основании следующих исходных данных:
фрагмент центральной части генплана села Красная Горка;
проектных тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение отдельных зданий (таблица 1.1).

Проектирование наружной сети теплоснабжения связано с переводом тринадцати жилых и общественных зданий, расположенных в центральной части посёлка на централизованное теплоснабжение и подключением к модульной котельной мощностью 10 МВт, и подключению к ней.

Тип грунта в районе застройки – суглинок, грунтовые воды до глубины 25 м, не обнаружены. Рельеф местности спокойный.

Источником тепла является модульная котельная мощностью 10 МВт, тепловая сеть проектируется из стальных труб по ГОСТ 10704-91, фасонные части и арматура, также стальные.

Первичный теплоноситель перегретая вода с параметрами:

$$T_1 = 110 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$T_2 = 70 \text{ }^\circ\text{C};$$

Система горячего водоснабжения – закрытая. Температура воды в системе горячего водоснабжения – 60°C. Горячее водоснабжение данных объектов осуществляется от теплообменников горячего водоснабжения, присоединенных по двухступенчатой смешанной схеме.

Прокладка трубопроводов – подземная в непроходных каналах. Максимальная этажность застройки посёлка – пятиэтажные жилые дома.

Климатологические данные для Самарской области [2]:

расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления $t_{p.o} = -30$ °С;

расчетная температура наружного воздуха для проектирования вентиляции $t_{p.в} = -30$

продолжительность отопительного периода $n_o = 203$ сут;

расчетная температура внутреннего воздуха $t_{вн} = 18$ °С;

средняя температура в период со среднесуточной температурой воздуха 8°С и менее: $t_{ср.сут.} = -5,4$ °С;

температура грунта среднегодовая $t_{гр} = 8,9$

максимальная скорость ветра за январь $g_{max} = 5,4$ м/с

средняя скорость ветра $g_{ср} = 3,2$ м/с

преобладающее направление: ЮВ–ЮЮВ

Продолжительность стояния температур наружного воздуха с интервалом 5°С в течение отопительного периода по [2] приведена в таблице 1.1

Таблица 1.1 – Продолжительность стояния температур наружного воздуха

n, час	Температура наружного воздуха, °С							
	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	8
n	112	280	478	584	844	997	968	609
Σn	112	392	870	1454	2298	3295	4263	4872

Максимальные тепловые потоки на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение принимаются по проектным данным (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Тепловые нагрузки зданий

№ Дома	Наименование потребителя	Расчетный тепловой поток, МВт				
		Отопление	Венти- ляция	ГВС отоп. период	Всего	ГВС летний пе- риод
2	Жилой дом	0,245	0	0,248	0,493	0,198
4	Жилой дом	0,418	0	0,324	0,742	0,259
5	Жилой дом	0,245	0	0,225	0,47	0,180
6	Жилой дом	0,252	0	0,248	0,5	0,198
7	Жилой дом с магазином	0,607	0,023	0,547	1,177	0,438
8	Жилой дом	0,543	0	0,602	1,145	0,482
9	Жилой дом	0,145	0	0,248	0,393	0,198
	школа	0,583	0,12	0,137	0,84	0,110
	д/с	0,186	0,023	0,105	0,314	0,084
	администрация	0,067	0,007	0,074	0,148	0,059
	почта	0,03	0	0	0,03	0
	пожарное депо	0,172	0,117	0,058	0,347	0,046
	баня	0,208	0	0,463	0,671	0,370
	ИТОГО	3,701	0,29	3,279	7,27	2,6232

2 ТЕПЛОВЫЕ НАГРУЗКИ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ОТПУСКА ТЕПЛА

2.1 График часового и годового потребления тепла

Расчет расходов теплоты производим по методике, приведённой в [10].

Графики часовых расходов теплоты строятся в координатах $Q - t_n$.

Определяются расходы теплоты на отопление в период со среднесуточной температурой наружного воздуха $t_n = +8^\circ\text{C}$:

$$Q_o = Q_o^v \cdot \frac{t_g - t_n}{t_g - t_{p.o}}, \text{ MВт}; \quad (2.1)$$

$$Q_o = 3,701 \cdot \frac{18 - 8}{18 + 30} = 0,77 \text{ MВт};$$

Точки, соответствующие значениям Q_o при различных t_n , соединяются прямой и получается график часового расхода теплоты на отопление (рис. 2.1, прямая Q_o).

Расход теплоты на вентиляцию определяется по формуле:

$$Q_v = Q_v^g \cdot \frac{t_g - t_n}{t_g - t_{p.o}}, \text{ MВт}; \quad (2.2)$$

$$Q_v = 0,29 \cdot \frac{18 - 8}{18 + 30} = 0,06 \text{ MВт};$$

Расход теплоты на горячее водоснабжение постоянный, не зависит от t_n , следовательно, график является прямой линией, параллельной оси абсцисс (прямая $Q_{г.в}$).

График суммарного часового расхода теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение строится путем сложения соответствующих ординат при $t_n = +8, -30^\circ\text{C}$ (линия $Q_{\text{сум}}$).

Строится график годового расхода теплоты по продолжительности стояния температур наружного воздуха и количеству теплоты при данной температуре. По [7, табл.1.3] находится общая продолжительность отопительного периода для г. Самары $n_o = 4872$ ч. Продолжительность стояния температур

наружного воздуха с интервалом 5°C в течение отопительного периода заносится в табл.2.1.

Таблица 2.1 – Продолжительность стояния температур наружного воздуха

n, ч	Температура наружного воздуха, °C							
	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	8
n	112	280	478	584	844	997	968	609
Σn	112	392	870	1454	2298	3295	4263	4872
Q, МВт	7,26	6,75	6,26	5,79	5,34	4,91	4,50	4,11

В летний период (диапазон продолжительности стояния t_n 4872 – 8400 ч) тепловые нагрузки на отопление отсутствуют, а нагрузку на горячее водоснабжение можно рассчитать, согласно [1], по формуле:

$$Q_{г.л}^л = Q_{г.л}^{сп} \frac{55 - t_{х.л}}{55 - t_{х.з}} \beta, \text{ МВт}. \quad (2.3)$$

$$Q_{г.л} = 3,28 \cdot \frac{55 - 5}{55 + 15} 0,8 = 2,62 \text{ МВт};$$

где β - коэффициент, учитывающий изменение среднего расхода воды на горячее водоснабжение в неотапительный период по отношению к отопительному периоду, принимаем для жилищно-коммунального сектора равным 0,8 [1, прил.1]

$t_{х.л}$ – температура холодной водопроводной воды в неотапительный период, принимаем равной 15°C;

$t_{х.з}$ – температура холодной водопроводной воды в отопительный период, принимаем равной 5°C.

Поскольку $Q_{г.л}^л$ не зависит от t_n , в диапазоне летних температур проводится горизонтальная прямая до пересечения с ординатой, соответствующей общему расчетному числу часов работы тепловой сети в году $n = 8400$ ч. Годовой график представлен на рисунке 2.1.

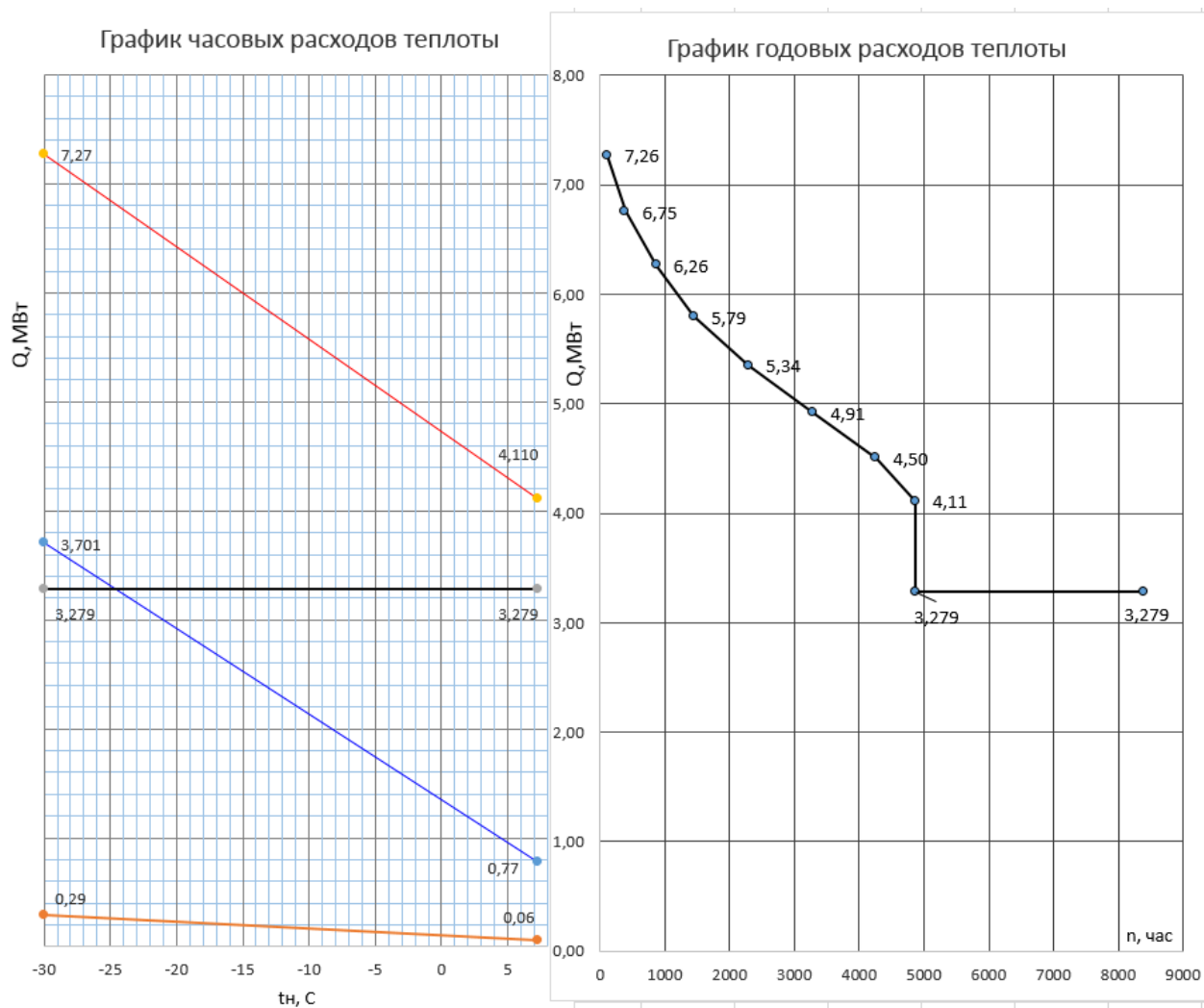


Рисунок 2.1 - График часовых и годовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и суммарного потребления тепла.

2.2 Выбор метода регулирования и график регулирования отпуска тепла

Передача тепла системы теплоснабжения в конечные нагреваемые среды осуществляется нагревательными приборами местных систем теплоснабжения, по теплоотдаче которых судят, о качестве всего централизованного теплоснабжения. Совокупность мероприятий по изменению теплоотдачи приборов в соответствии с изменением потребности в тепле нагреваемых ими сред называется регулированием отпуска тепла. От правильной организации и надлежащего осуществления регулирования во многом зависят качество и экономичность теплоснабжения.

Расчетная температура воздуха в отапливаемых помещениях $t_b = 18 \text{ }^\circ\text{C}$, температура сетевой воды в подающей и обратной магистралях при $t_{p,0} \tau_{1,0} = 110^\circ\text{C}$, $\tau_{2,0} = 70^\circ\text{C}$, температура воды в системе отопления домов подключенных по независимой схеме составляет $\tau_3=105^\circ\text{C}$.

Температура воды в подающей и обратной магистралях в течение отопительного периода, т.е. в диапазоне температур наружного воздуха $+8\dots-30^\circ\text{C}$:

$$\tau_{1,0} = t_g + \Delta t' \left(\frac{t_g - t_n}{t_g - t_{n,0}} \right)^{0,8} + (\Delta \tau' - 0,5\theta') \frac{t_g - t_n}{t_g - t_{n,0}}, \text{ }^\circ\text{C}; \quad (2.4)$$

$$\tau_{1,0} = 18 + 64,5 \left(\frac{18 - 8}{18 - (-30)} \right)^{0,8} + (80 - 0,5 \cdot 25) \frac{18 - 8}{18 - (-30)} = 50,45^\circ\text{C};$$

$$\tau_{2,0} = t_g + \Delta t' \left(\frac{t_g - t_n}{t_g - t_{n,0}} \right)^{0,8} - 0,5\theta' \frac{t_g - t_n}{t_g - t_{n,0}}, \text{ }^\circ\text{C}; \quad (2.5)$$

$$\tau_{2,0} = 18 + 64,5 \left(\frac{18 - 8}{18 - (-30)} \right)^{0,8} - 0,5 \cdot 25 \frac{18 - 8}{18 - (-30)} = 33,79^\circ\text{C};$$

где «штрих» означает, что значения величин взяты при $t_{p,0}$;

$\Delta t'$ – температурный напор нагревательного прибора, при расчетной температуре воды в системе отопления $\tau_3' = 105^\circ\text{C}$, $\tau_{2,0}' = 70^\circ\text{C}$;

$$\Delta t' = \frac{\tau_3' + \tau_{2,0}'}{2} - t_g \quad (2.6)$$

$$\Delta t' = \frac{105 + 70}{2} - 18 = 64,5^\circ\text{C}$$

t_n – температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$;

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

$$\Delta \tau' = \tau'_{1,0} - \tau'_{2,0} \quad (2.7)$$

$$\Delta \tau' = 110 - 70 = 40^\circ\text{C};$$

θ' – расчетный перепад температур воды в местной системе отопления ,

$$\theta' = \tau_3' - \tau'_{2,0} \quad (2.8)$$

$$\theta' = 105 - 70 = 35^\circ\text{C};$$

Задаваясь различными значениями t_n в пределах от $+8$ до $-30 \text{ }^\circ\text{C}$, определяется $\tau_{1,0}$ и $\tau_{2,0}$. полученные результаты сводятся в таблицу 2.2

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

Температура наружного воздуха t_n , °С		8	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
Температура сетевой воды, °С	$\tau_{1,0}$	42,5	48,5	58,1	67,4	76,3	85,0	93,5	101,8	110,0
	$\tau_{2,0}$	34,2	37,7	43,1	48,2	52,9	57,5	61,8	66,0	70,0

По вычисленным значениям $\tau_{1,0}$ и $\tau_{2,0}$ строится отопительно-бытовой температурный график $\tau_{1,0} = f(t_{om})$ и $\tau_{2,0} = f(t_{om})$ (рис. 2.2).

Для обеспечения требуемой температуры воды в системе горячего водоснабжения минимальную температуру сетевой воды в подающей магистрали тепловой сети принимается равной 75°С, поэтому из точки, соответствующей 75°С на оси ординат, проводится горизонтальная прямая до пересечения с температурной кривой для подающей магистрали ($\tau_{1,0}$).

Температура наружного воздуха, соответствующая точке излома графика обозначается $t_{н.п.}$.

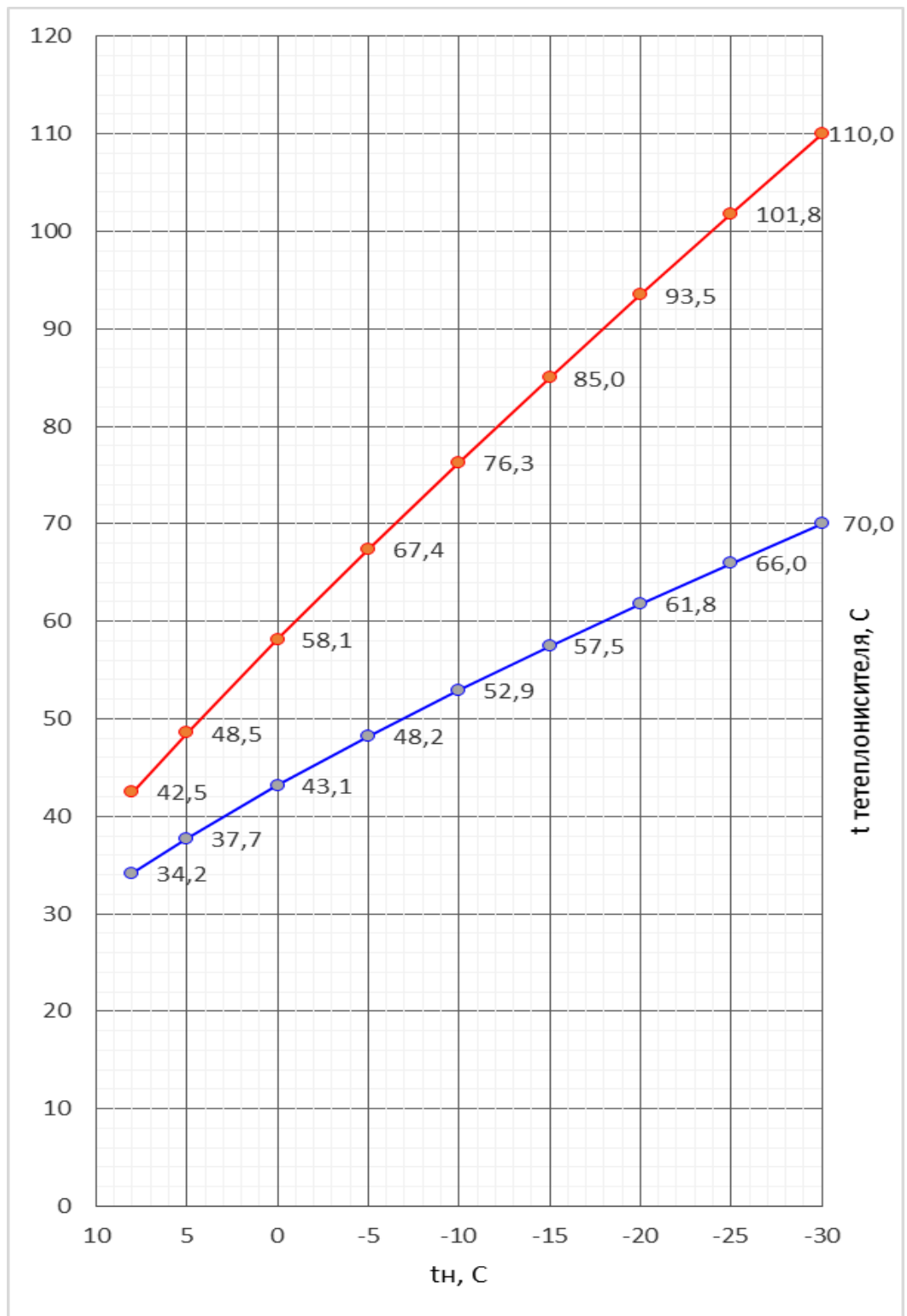


Рисунок 2.2 - Отопительно-бытовой температурный график

3 ТЕПЛОВАЯ СЕТЬ

3.1 Определение расчетных расходов теплоносителя

Так как система теплоснабжения двухтрубная расходы сетевой воды на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение суммируются. Расчет ведется в соответствии с [1] и справочной литературе [6-9]. Расчетные расходы сетевой воды на отопление определяются по формуле:

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

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 3,7}{4,19(110 - 40)} = 79,5, \text{ т/ч,}$$

где Q_o – максимальный тепловой поток на отопление, кВт;

$\tau'_{1,0} - \tau'_{2,0}$ – расчетный перепад температур сетевой воды в подающей и обратной магистралях при $t_{p.o.}$,

c – удельная теплоемкость воды, $c = 4,19$ кДж/кг $^{\circ}$ К;

Расчетный расход сетевой воды на вентиляцию определяется только на административные здания, так как в жилых домах вентиляция отсутствует.

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

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 0,29}{4,19(110 - 40)} = 6,23, \text{ т/ч,}$$

где Q_v – максимальный тепловой поток на вентиляцию, кВт;

Так как для потребителей тепловой поток менее 10 МВт расход воды на горячее водоснабжение определяем по формуле:

$$G_{zv} = \frac{3,6 \cdot 0,55Q_{zv}}{c(\tau''_{1,0} - \tau''_{2,0})}, \text{ т/ч,} \quad (3.3)$$

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 0,55 \cdot 3,28}{4,19(75 - 45)} = 51,65, \text{ т/ч,}$$

где Q_{zv} – расчетный расход теплоты на горячее водоснабжение, кВт;

τ''_1 – температура сетевой воды в подающей магистрали при $t_{н.и}$, берется по температурному графику, $\tau''_1 = 75^\circ\text{C}$;

$\tau''_{2,0}$ – температура сетевой воды в обратной магистрали при $t_{н.и}$ $\tau''_{2,0} = 45^\circ\text{C}$;

Результате расчетов по каждому потребителю приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Расчетные расходы сетевой воды

№ Дома	Наименование потребителя	Расчетный расход сетевой воды, т/ч				
		на отопление	на вентиляцию	на горячее водоснабжение	Суммарный расход	в летний период
		G_{oP}	$G_{вP}$	$G_{гв}$	$G_{сум}$	$G_{гв л}$
2	Жилой дом	5,26		3,91	9,17	3,41
4	Жилой дом	8,98		5,10	14,08	4,45
5	Жилой дом	5,26		3,54	8,81	3,09
6	Жилой дом	5,41		3,91	9,32	3,41
7	Жилой дом с магазином	13,04	0,49	8,62	22,15	7,52
8	Жилой дом	11,66		9,48	21,15	8,28
9	Жилой дом	3,11		3,91	7,02	3,41
	школа	12,52	2,58	2,16	17,26	1,88
	д/с	4,00	0,49	1,65	6,14	1,44
	администрация	1,44	0,15	1,17	2,76	1,02
	почта	0,64		0,00	0,64	0,00
	пожарное депо	3,69	2,51	0,91	7,12	0,80
	баня	4,47		7,29	11,76	6,36
	ИТОГО	79,50	6,23	51,65	137,38	45,08

3.2 Конструирование и механический расчет тепловой сети,

построение монтажной схемы

Конструирование наружной тепловой сети производится в соответствии с рекомендациями [1], [10-12]. Согласно местных условий застройки и технического задания принята подземная двухтрубная прокладка трубопроводов в непроходных каналах марок КЛ90-45, КЛ60-45 [6].

При ширине каналов, не превышающей 2,4 м, и массе до 1,6 т лотки изготавливаются длиной 3000 мм, плоские плиты – длиной 3000 мм.

Дно каналов укладывают с уклоном не менее 0,002 в сторону теплофикационных камер, где устроены приямки для сбора воды. Спуск воды осуществляют в дренажные колодцы, собранные из ж/б колец КС-15-10 с последующим ее отводом в систему канализации [10].

По трассе тепловых сетей в местах установки запорной арматуры, спускников и воздушников запроектированы теплофикационные камеры. Камеры изготовлены из сборных железобетонных конструкций: железобетонные стеновые блоки и ребристые плиты перекрытия. Переход труб с большого диаметра на меньший осуществляется в теплофикационных камерах ТК-1 – ТК-7.

Для стабилизации положения трубопроводов запроектированы скользящие опоры. Расстояние между ними определяется в зависимости от диаметра трубопровода [6]: для трубопроводов условным диаметром 159 мм – 4,5 м; 108 мм – 4,0 м; 89 мм – 3,5 м; 57 мм – 3,5 м; 45 мм – 3 м; 38 мм – 3 м. В качестве неподвижных опор трубопроводов, запроектированы лобовые двухпорные опоры по ГОСТ 30732-2006.

Трубопроводы проектируемой системы теплоснабжения относятся к IV категории. В соответствии с этим для тепловых сетей запроектированы стальные электросварные прямошовные трубы по ГОСТ 10704-91 из стали марки В-20 по ГОСТ 1050-74** диаметрами: 38x2,5; 45x2,5; 57x2,5; 89x3,5; 108x4,0; 133x4; 159x4,5; 219x6 мм с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной полиэтиленовой оболочкой по ГОСТ 30732-2006.

Для углов поворота применены отводы крутоизогнутые 90° по ГОСТ 17375-83 из стали 20 заводского изготовления Т 50 серии 4.903-10 выпуск 1. Ответвления трубопроводов запроектированы по ГОСТ 17376-83 заводского изготовления Т 90 серии 4,903-10 выпуск 1.

При изменении диаметра трубопроводов применены переходы сварные листовые концентрические по ГОСТ 17378-83 из стали 20 заводского изготовления Т 57 серии 4.903-10, выпуск 1.

В качестве запорной и спускной арматуры запроектированы стальные шаровые краны КШТ серии 61.103.200.

На всех ответвлениях трубопроводов в теплофикационных камерах установлена запорная арматура и спускная, согласно [3, п.7.17в]. Секционирующие задвижки и перемычки между подающими и обратными трубопроводами не предусмотрены из-за небольшого диаметра трубопроводов и небольшой протяженности тепловых сетей.

Для компенсации температурных удлинений использованы участки с самокомпенсацией - участки трубопроводов с поворотом на 90° - 120° , и гнутые П-образные компенсаторы. На участках самокомпенсации расстояние между неподвижными опорами не более 60% от наибольших допустимых расстояний.

Тепловое удлинение трубопровода Δl между двумя неподвижными опорами вызывает изгиб вылетов и стенки компенсатора. Вылет, изгибаясь, смещается на величину $\Delta l/2$, а стенка – на величину Y , при этом на внешней стороне стенки возникают растягивающие напряжения, а на внутренней стягивающие.

Расчёт П-образных компенсаторов заключается в определении усилий и максимальных напряжений, возникающих в опасных сечениях, в выборе длин участков трубопроводов, закреплённых в неподвижных опорах и геометрических размеров компенсаторов, а также нахождении величины смещений при компенсации температурных деформаций.

При расчёте трубопроводов на температурную компенсацию, принимаются следующие условия:

неподвижные опоры считаются жёсткими;

сопротивление сил трения неподвижных опор при тепловом удлинении трубопровода не учитывается.

Расчёт трубопроводов на компенсацию тепловых удлинений производится согласно [6, 7]. Полное тепловое удлинение трубопровода определяется по формуле), мм:

$$\Delta l = \sqrt{\Delta l_x^2 + \Delta l_y^2} \quad (3.4)$$

Для симметричных относительно оси Y участков теплопровода, тепловое удлинение в направлении оси Y принимается равным нулю, т.е. $\Delta l_y = 0$. Полное тепловое удлинение в этом случае $\Delta l = \Delta l_x$.

Полное температурное удлинение расчетного участка трубопроводов между неподвижной опорой Н и УТ определяется по формуле [3, 76 (23)]

$$\Delta l = \alpha L (\tau - t_0) , \text{ мм}, \quad (3.5)$$

где α - средний коэффициент линейного расширения стали при нагреве от 0 до τ ; мм/(м°С) принимаем α по [6] в зависимости от τ ;

τ - расчетная температура воды в трубопроводе, °С; принимаемая для подающего трубопровода отопления $\tau=110^\circ\text{C}$, для обратного $\tau=70^\circ\text{C}$.

t_0 – расчетная температура воздуха для проектирования отопления
 $t_0 = -30^\circ\text{C}$.

Для подающего и обратного трубопроводов отопления запроектирована предварительная растяжка П-образных компенсаторов. Тогда расчетное температурное удлинение трубопроводов для определения размеров П-образных компенсаторов определяется по формуле:

$$\Delta x = \varepsilon \Delta l , \text{ мм}, \quad (3.6)$$

где ε – коэффициент, учитывающий релаксацию компенсационных напряжений и предварительную растяжку компенсатора в размере 50% полного температурного удлинения Δl ; принимается, согласно [6], $\varepsilon=0,5$. При этом должно выполняться условие не превышения $\sigma_{\text{доп}} = 80$ Мпа в точках изгиба. Расчет изгибающих напряжений компенсаторов приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Расчет изгибающих напряжений компенсаторов

Обозначение компенсатора	Ду, м	расстояние между опорами, м	Тепловое удлинение трубопровода, м	Расчетное тепловое удлинение трубопровода, м	l, м	l _l , м	n1	n2	изгибающее напряжение в точке, МПа	
									A	B
К-1	0,1	82	0,0138	0,0069	1,1	1,2	1,1	74,5	0,914	34,83
К-2	0,04	40	0,0067	0,0034	0,5	0,8	1,6	80,0	0,792	12,73
К-3	0,08	84	0,0141	0,0071	1	1	1	84,0	0,810	34,03
К-4	0,05	56	0,0094	0,0047	0,5	0,8	1,6	112,0	0,982	22,21
К-5	0,08	57	0,0096	0,0048	1	1	1	57,0	0,812	23,14

По результатам расчёта видно, что условие не превышения $\sigma_{доп}$ выполнено. Рассчитанные компенсаторы принимаются к установке, чертежи приведены на 6 листе графической части.

В качестве гибких компенсаторов использованы углы поворота трубопроводов от 90° до 120 °.

Расчетные тепловые удлинения участка трубопровода (мм) в направлении осей x и y определяют по формулам:

$$\Delta l_x = \alpha \Delta t (x_b - x_a); \quad (3.7)$$

$$\Delta l = \alpha \Delta t (y_b - y_a); \quad (3.8)$$

где α - коэффициент линейных расширений, значение коэффициента принято по [6] $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$.

Расчет Г- образных участков трубопровода производим по методике [6]. Определяются коэффициенты - n; A;B;C,

$$n = \frac{l_{\sigma}}{l_m}; \quad (3.9)$$

$$A = \frac{3(n^3 + 4n^2 + 3)}{n(n+1)} \quad (3.10)$$

$$B = \frac{3(3n^3 + 4n + 1)}{n^3(n+1)} \quad (3.11)$$

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

$$C_{(a)} = \frac{1,5(n^3 + 2n + 1)}{n^2(n + 1)} \quad (3.13)$$

$$C_{(c)} = \frac{3(n^2 + 1)}{n(n + 1)} \quad (3.14)$$

Рассчитываются силы упругой деформации: P_x и P_y (кН)

$$P_x = A \frac{\alpha E I \Delta t}{10^7 l_m^2} \quad (3.15)$$

$$P_y = B \frac{\alpha E I \Delta t}{10^7 l_m^2} \quad (3.16)$$

Изгибающие компенсационные напряжения определяются по формулам (МПа):

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

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

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

Результат расчета участков самокомпенсации сведен в таблицу 3.3

Таблица 3.3 - Расчет участков самокомпенсации

	La	Lb	n	A	B	Ca	Cb	Cc	Px	Py	σa	σb	σc	dn
	м	м							кН	кН	МПа	МПа	МПа	м
УП1	19	28	0,68	13,58	23,03	2,94	5,18	3,85	139,6	236,9	0,00	11,67	0,01	0,108
УП2	12	25	0,48	17,03	55,55	3,32	9,11	5,20	219,7	716,7	0,01	33,78	0,01	0,089
УП4	13	34	0,38	20,66	100,37	3,83	13,51	6,51	144,1	700,2	0,00	50,58	0,01	0,057
УП7	20	32	0,63	14,20	28,31	2,99	5,89	4,11	111,8	223,0	0,00	16,51	0,00	0,057
УП8	12	22	0,55	15,49	40,00	3,13	7,35	4,62	258,1	666,5	0,01	27,04	0,01	0,057
УП9	7	11	0,64	14,05	27,06	2,98	5,73	4,05	936,5	878,2	0,03	15,48	0,04	0,057

На монтажной схеме обозначены трубопроводы, неподвижные опоры, компенсаторы, места сужения трубопроводов, запорная арматура, спускники и воздушники, теплофикационные камеры.

Монтажная схема тепловых сетей приведена на третьем листе графической части дипломного проекта.

Продольный профиль

Продольный профиль тепловых сетей разрабатывается от точки подключения в котельной до жилого дома 7 и от ТК1 до детского сада. При разработке продольного профиля учитывается необходимость сокращения расходов на земляные работы. Этому способствует минимально возможное заглубление каналов и теплофикационных камер. Кроме того, при разработке продольного профиля необходимо стремиться к уменьшению расходов на строительномонтажные работы. Этому способствует уменьшение числа переломов профиля. Ломанный профиль удорожает строительство тепловых сетей и усложняет их эксплуатацию из-за необходимости сооружения дополнительных камер для размещения и обслуживания спускников и воздушников.

Высота камер рассчитывается исходя из размещения в них оборудования и особенностей ответвления трубопроводов. Продольный профиль тепловых сетей приведен на пятом листе графической части.

3.3 Гидравлический расчет

В результате гидравлического расчета тепловой сети определяются диаметры всех участков теплопроводов, оборудования и запорно-регулирующей арматуры, а также потери давления теплоносителя на всех элементах сети [10]. Результаты гидравлического расчета используются для построения пьезометрических графиков. Потери давления на участках тепловой сети определяются методом удельных потерь давления на трение и приведённых длин. Расчётная схема приведена на рисунке 3.1.

Эквивалентную шероховатость внутренней поверхности труб k_z для трубопроводов систем отопления принимается 0,0005 м [1], скорости движения теплоносителя (не должна превышать 3,5 м/с), удельные потери давления на трение R .

Эквивалентная длина для каждого расчетного участка определяется по характеру местных сопротивлений по справочнику [6, табл. 9.12].

Приведённая длина участка $l_{пр}$ равна сумме длин участка теплопровода по плану и эквивалентной местных сопротивлений $l_э$. Общие потери давления на участке определяются как произведение удельных линейных потерь R на приведённую длину участка $l_{пр}$.

$$P = R \cdot l_{пр} = R (l_ф + l_э), \text{ Па} \quad (3.19)$$

Затем увязываются потери давления в ответвлениях и располагаемое давление, при этом невязка не должна превышать 10%. Результаты расчета сводятся в таблицу 3.4 (приложение 3).

Зная расчетные расходы воды на горячее водоснабжение каждого квартала, находятся расчетные расходы воды по участкам тепловой сети. Зная расчетные расходы воды и потери напора по участкам для зимнего периода (таблица 3.5), определяется сопротивление каждого участка сети:

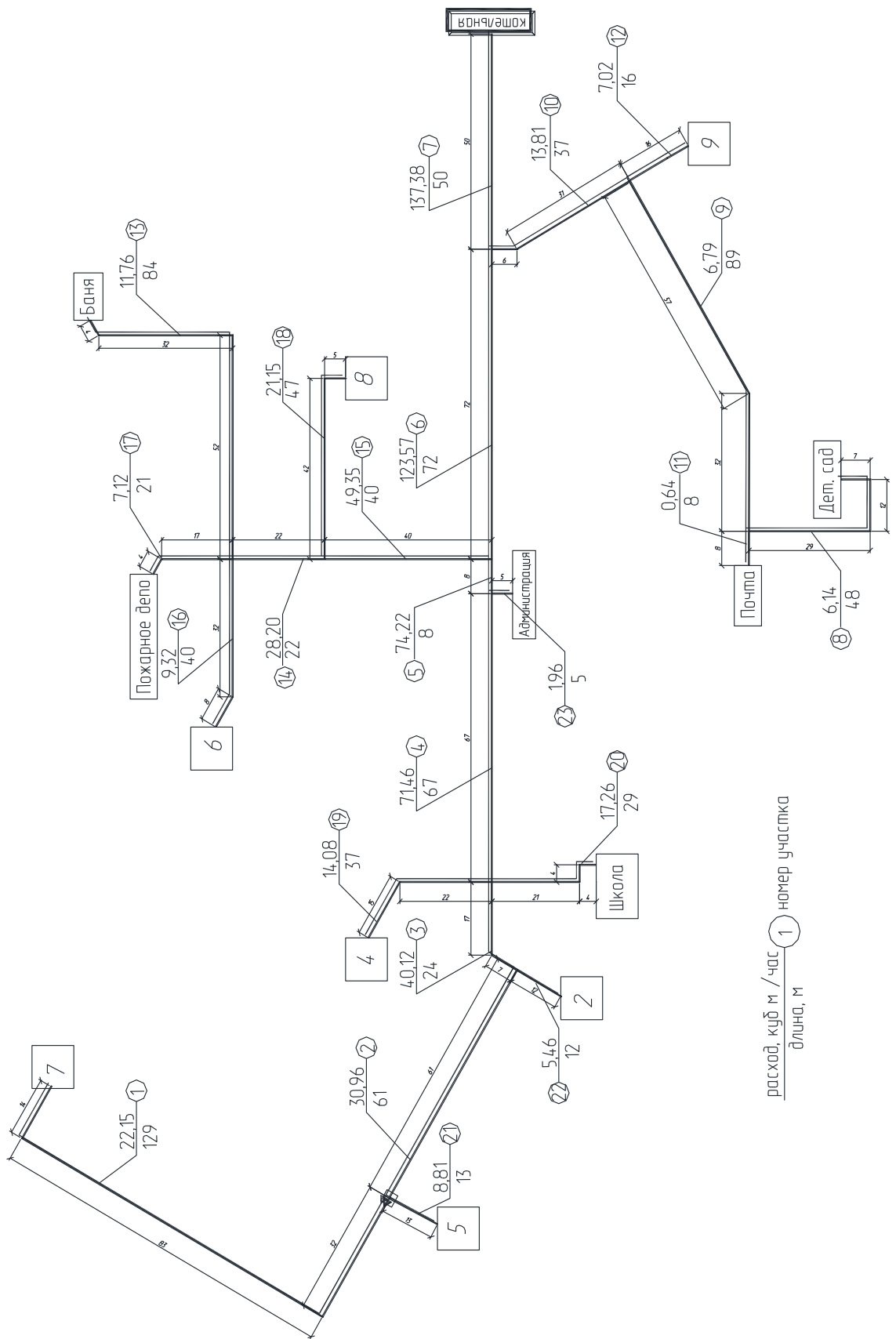
$$S = \frac{H}{G_p^2} \quad (3.20)$$

где H - потери напора на участке в зимний период, м;

G_p - расчетный расход воды на участке для отопительного периода, м³/ч

Таблица 3.5 – Гидравлический расчет тепловых сетей для летнего периода

№ уч-ка	Расход воды в зимний период, т/ч G_p	Потери напора на уч-ке в зимний период $H, \text{ м}$	Сопротивление уч-ка сети- $S \cdot 10^{-5}$, $\text{ м} \cdot \text{ ч}^2 / \text{ м}^6$	Расчетный расход воды в летний период, $G_{л}, \text{ т/ч}$	Потери напора на участке в Летний период $H_{л}, \text{ м}$
1	22,15	3,42	696,42	7,5	0,39
2	30,96	1,17	121,83	10,9	0,15
3	40,12	0,81	50,25	14,3	0,10
4	71,46	5,28	103,42	20,4	0,43
5	74,22	0,22	4,02	21,4	0,02
6	123,57	0,63	4,14	40,2	0,07
7	137,38	0,52	2,74	45,1	0,06
8	6,14	4,11	10879,68	1,4	0,21
9	6,79	2,81	6102,82	1,4	0,12
10	13,81	3,67	1926,60	4,9	0,46



расход, куб м / час 1 номер участка
длина, м

Рисунок 3.1 - Расчетная схема

Пьезометрический график строится на основании данных гидравлического расчета для расчетного направления и характерных ответвлений для отопительного и летнего периодов [9], [1]; для статического и динамического режимов работы системы теплоснабжения.

При построении графика за начало координат принимается отметка 130,0 (источник тепла). Максимальная высота зданий 18 м. Т.к. заглубления трубопроводов около 1,5 м ось теплотрассы принимается совпадающей с отметкой рельефа местности. Величина полного статического напора принимается 24 м (при температурном графике 110–70°C) для обеспечения не вскипания воды, т.к. расчётное значение составляет:

$$H_{ст} = H_{зд} + H_{доп} + Z_{тк}, \quad (3.21)$$

$$H_{ст} = 18 + 3 + 3 = 24 \text{ м.}$$

Напор на всасывающей патрубке сетевых насосов $H_{вс}$ принимаем равным 20 м. Зная потери напора на расчётных участках, определяются значения напоров в обратной магистрали:

$$H_7 = 28,63 + 3,42 = 32,04 \text{ м;}$$

$$H_6 = 27,46 + 1,17 = 28,63 \text{ м;}$$

$$H_5 = 26,65 + 0,81 = 27,46 \text{ м;}$$

$$H_4 = 21,37 + 5,28 = 26,56 \text{ м;}$$

$$H_3 = 21,15 + 0,22 = 21,37 \text{ м;}$$

$$H_2 = 20,52 + 0,63 = 21,15 \text{ м;}$$

$$H_1 = 20,0 + 0,52 = 20,52 \text{ м;}$$

значения напоров в подающей магистрали:

$$H_7=52,04+3,24=55,46 \text{ м};$$

$$H_6=55,46 +1,17=56,63 \text{ м};$$

$$H_5=56,63 +0,81=57,44 \text{ м}$$

$$H_4=57,44+5,28=62,72 \text{ м};$$

$$H_3=62,72 +0,22=62,94 \text{ м};$$

$$H_2=62,94 +0,63=63,57 \text{ м}$$

$$H_1=63,57 +0,52=64,09 \text{ м}$$

Потребители присоединяются к тепловым сетям по зависимой схеме, согласно [8]. Установка дополнительных повысительных насосов на подключаемых объектах не требуется.

Требуемый напор сетевых насосов в отопительный период:

$$H_{сн} = H_{нк} + H_c + H_{аб}; \quad (3.22)$$

где $H_{нк}$ – потери напора на источнике тепла, 12,6 м;

H_c – потери напора в подающих и обратных магистралях, 44,1 м

$H_{аб}$ – требуемый напор у абонентов, 20 м.

$$H_{сн} = 12,6 + 44,1 + 20 = 76,7 \text{ м}$$

Расход сетевой воды в зимний период: $G = 137,38 \text{ м}^3/\text{ч}$

3.4 Расчет и подбор тепловой изоляции

В качестве изоляции приняты по требованиям [3] и в соответствии с рекомендациями [29, 30] Основной изоляционный слой – прошивные минераловатные маты по ГОСТ 21880-86 на синтетическом связующем, марки 75 ГОСТ 9573-82, $\rho_{\text{сред}} = 125 \text{ кг/м}^3$, $\lambda = 0,034 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$. Защитное покрытие – стеклопластик рулонный РСТ толщиной 0,8 мм, $\lambda_{\text{п.с.}} = 0,163 \text{ Вт/ м} \cdot \text{°C}$ по ТУ6448-87-92 согласно технической документации серии 7.903.9-3, выпуск 3 «Теплоизоляционные конструкции». Арматура изолируется цилиндрами из оцинкованной стали, за-

полненными минватой. В качестве антикоррозийного покрытия принята мастики «Вектор». Все металлические конструкции окрасить двумя слоями.

Расчёт эффективности изоляционной двухтрубной тепловой сети, проложенной в каналах типа КЛ 150-90, КЛ 90-45, КЛ 60-45. Среднегодовая температура теплоносителя $\tau_1 = 90$ °С, $\tau_2 = 50$ °С. Глубина заложения оси канала $h = 1,5$ м. Температура грунта на глубине заложения $t_0 = 6,7$ °С. Далее приводиться расчёт для канала КЛ 90-45 и трубопровода DхS 108х4

Эквивалентные наружный и внутренний диаметры канала КЛ 90-45:

$$d_э = \frac{4 \cdot F}{P} \quad (3.23)$$

где F - наружная площадь канала, м²;

P - периметр канала, м.

$$d_{э.в} = \frac{4 \cdot 0,9 \cdot 0,46}{2 \cdot (0,9 + 0,46)} = 0,61 \text{ м};$$

$$d_{э.н} = \frac{4 \cdot 0,78 \cdot 0,63}{2 \cdot (0,78 + 0,63)} = 0,67 \text{ м}.$$

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности канала и наружной поверхности гидроизоляции, принимается $\lambda = 8,15$ Вт/(м·°К), [6].

Определяется термическое сопротивление внутренней поверхности канала:

$$R_{н.к.} = \frac{1}{\pi \cdot d_{э.в} \cdot \lambda}; \quad (3.24)$$

$$R_{н.к.} = \frac{1}{3,14 \cdot 0,61 \cdot 8,15} = 0,0641 \text{ м} \cdot \text{°К} / \text{Вт};$$

Приняв коэффициент теплопроводности конструкции канала $\lambda_k = 2,04$ Вт/(м·°К), определяется термическое сопротивление стенок канала:

$$R_k = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_k} \cdot \ln \frac{d_{э.н}}{d_{э.в}}; \quad (3.25)$$

$$R_k = \frac{1}{6,28 \cdot 2,04} \ln \frac{0,67}{0,61} = 0,033 \text{ м} \cdot \text{°К} / \text{Вт}$$

Термическое сопротивление грунта при значении его коэффициента теплопроводности $\lambda_{гр} = 1,92 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{°К})$:

$$R_{zp} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{zp}} \cdot \ln \frac{4 \cdot h}{d_{н.э.}}; \quad (3.26)$$

$$R_{zp} = \frac{1}{6,28 \cdot 1,92} \ln \frac{4 \cdot 1,5}{0,63} = 0,0713 \text{ м}\cdot\text{° К} / \text{Вт};$$

Общее термическое сопротивление канала и грунта:

$$R_o = R_k + R_{н.к} + R_{zp}; \quad (3.27)$$

$$R_o = 0,033 + 0,0641 + 0,0713 = 0,139 \text{ м}\cdot\text{° К} / \text{Вт}.$$

Наружные диаметры подающего и обратного теплопроводов 108 мм. Толщина слоя изоляции 100 мм. Толщина покровного слоя изоляции 3 мм.

$$R_u = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_u} \cdot \ln \frac{d_u}{d_n}; \quad (3.28)$$

$$R_u = \frac{1}{6,28 \cdot 0,034} \ln \frac{0,208}{0,108} = 1,52 \text{ м}\cdot\text{° К} / \text{Вт};$$

Термическое сопротивление покровного слоя для каждой трубы:

$$R_{nc} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{nc}} \cdot \ln \frac{d_{nc}}{d_u}; \quad (3.29)$$

$$R_{nc} = \frac{1}{6,28 \cdot 0,163} \ln \frac{0,211}{0,208} = 0,0061 \text{ м}\cdot\text{° К} / \text{Вт}$$

где λ_{nc} – коэффициент покровного слоя, $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{°К})$;

d_{nc} – наружный диаметр теплопровода с учетом покровного слоя, м.

Суммарное термическое сопротивление труб Т1, Т2 108x4:

$$\sum R = R_u + R_{nc}; \quad (3.30)$$

$$\sum R = 1,52 + 0,0061 = 1,5242 \text{ м}\cdot\text{° К} / \text{Вт}$$

Температура воздуха в канале:

$$t_k = \frac{\frac{\tau_1}{\sum R} + \frac{\tau_2}{\sum R} + \frac{t_o}{R_o}}{\frac{1}{\sum R} + \frac{1}{\sum R} + \frac{1}{R_o}}; \quad (3.31)$$

$$t_{\kappa} = \frac{\frac{90}{1,52} + \frac{50}{1,52} + \frac{6,7}{0,139}}{\frac{1}{1,52} + \frac{1}{1,52} + \frac{1}{0,139}} = 16,82 \text{ } ^{\circ}\text{C};$$

Удельные потери изолированными подающим и обратным теплопроводами:

$$q_1 = \frac{\tau_1 - t_{\kappa}}{\sum R}; \quad (3.32)$$

$$q_2 = \frac{\tau_2 - t_{\kappa}}{\sum R}; \quad (3.33)$$

$$q_1 = \frac{90 - 16,82}{1,52} = 48,01 \text{ Вт / м};$$

$$q_2 = \frac{50 - 16,82}{1,52} = 21,77 \text{ Вт / м};$$

Суммарные удельные теплотери изолированных теплопроводов:

$$q_u = q_1 + q_2; \quad (3.34)$$

$$q_u = 48,01 + 21,77 = 69,78 \text{ Вт / м}.$$

Термическое сопротивление на поверхности неизолированного теплопровода:

$$R_n = \frac{1}{\pi \cdot d_n \cdot \lambda}; \quad (3.35)$$

$$R_n = \frac{1}{3,14 \cdot 0,108 \cdot 8,15} = 0,36 \text{ м} \cdot ^{\circ}\text{К / Вт}$$

Температура воздуха в канале при неизолированных теплопроводах:

$$t_{\kappa}'' = \frac{\frac{90}{0,36} + \frac{50}{0,36} + \frac{6,7}{0,139}}{\frac{1}{0,36} + \frac{1}{0,36} + \frac{1}{0,139}} = 35,57 \text{ } ^{\circ}\text{C};$$

Удельные теплотери неизолированных теплопроводов:

$$q_1'' = \frac{90 - 35,57}{0,36} = 202,55 \text{ Вт / м};$$

$$q_2'' = \frac{50 - 35,57}{0,36} = 91,83 \text{ Вт / м}.$$

Суммарные теплотери неизолированных теплопроводов:

$$q'' = q_1'' + q_2''; \quad (3.36)$$

$$q'' = 202,55 + 91,83 = 294,38 \text{ Вт / м}$$

Эффективность тепловой изоляции:

$$\eta = \frac{q^n - q^u}{q^n} \cdot 100\%; \quad (3.37)$$

$$\eta = \frac{294,38 - 69,78}{294,38} \cdot 100\% = 79,7\%$$

Эффективность изоляции удовлетворительная.

Далее поэтапно приводится расчёт сопротивления тепловой изоляции трубопроводов, расположенных в каналах КЛ 60-45 и КЛс 150-90. Результаты расчёта приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Расчёт сопротивления канала

размеры канала		площадь сечения канала	периметр канала	внутренний эквивалентный диаметр	наружный эквивалентный диаметр	теплопроводность материала канала	термическое сопротивление канала
а	б	F	P	дв	дн	λ_k	R _к
м	м	м ²	м	м	м	Вт/(м·°К)	(м·°К)/Вт
канал КЛ60-45							
0,6	0,46	0,276	2,12	0,52	0,57	2,04	0,0032
канал КЛ60-45							
0,9	0,46	0,414	2,72	0,61	0,67	2,04	0,0032
канал КЛ150-90							
1,5	0,9	1,35	4,8	1,13	1,24	2,04	0,0032

Аналогично выполняются расчеты для трубопроводов других диаметров системы теплоснабжения. Результаты расчетов приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Толщины изоляционных конструкций

Наименование и размеры трубопровода, мм	Толщина основного слоя изоляции, м	наружный диаметр трубы м	наружный диаметр с изоляцией м	длина м	объем изоляционного материала куб.м	площадь покровного слоя кв.м
подающий 32х2,5	0,05	0,032	0,132	8	0,10	3,32
обратный 32х2,5	0,05	0,032	0,132	8	0,10	3,32
подающий 38х2,5	0,05	0,038	0,138	5	0,07	2,17
обратный 38х2,5	0,05	0,038	0,138	5	0,07	2,17
подающий 45х2,5	0,1	0,045	0,245	48	2,19	36,93
обратный 45х2,5	0,1	0,045	0,245	48	2,19	36,93
подающий 57х3,5	0,1	0,057	0,257	312	15,38	251,78
обратный 57х3,5	0,1	0,057	0,257	312	15,38	251,78
подающий 89х4	0,15	0,089	0,389	195	21,95	238,18
обратный 89х4	0,15	0,089	0,389	195	21,95	238,18
подающий 108х4	0,15	0,108	0,408	221	26,86	283,13
обратный 108х4	0,15	0,108	0,408	221	26,86	283,13
подающий 133х4	0,15	0,133	0,433	40	5,33	54,38
обратный 133х4	0,15	0,133	0,433	40	5,33	54,38
подающий 157х4,5	0,2	0,157	0,557	8	1,79	13,99
обратный 157х4,5	0,2	0,157	0,557	8	1,79	13,99
подающий 219х6	0,2	0,219	0,619	122	32,10	237,13
обратный 219х6	0,2	0,219	0,619	122	32,10	237,13

4 КОТЕЛЬНАЯ

4.1 Расчет и подбор котельных агрегатов

Проектом предусматривается модульная котельная на базе 2 водогрейных котлов KSBT 10/5.0 мощностью по 5 МВт, работающих на природном газе. Номинальный КПД составляет 92,8 %. Стандартизированная телекоммуникационная шина LONBUS позволяет интегрировать контроллер в систему диспетчерского управления. Котлы оснащены горелками "Metan SD", которые являются полностью автоматизированными с электронной системой управления. В состав горелок входят:

- реле минимального давления газа
- реле максимального давления газа
- клапан электромагнитный для газа
- клапан электромагнитный для запального газа
- вентилятор воздуха горения
- двигатель регулировки мощности
- трансформатор зажигания, электроды и кабель зажигания
- детектор пламени

4.2 Разработка тепловой схемы

Два котла и вспомогательное оборудование находятся в блочном модуле котельной. Удаление дымовых газов в металлическую трубу диаметром 250 мм, высотой $H=18$ м без установки дымососа.

Построение и расчёт тепловой схемы необходимо для выбора оборудования, определения технико-экономических показателей работы котельной. Подбор оборудования, не входящего в спецификацию приведён в п 4.3, тепловая схема – на рисунке 4.1.

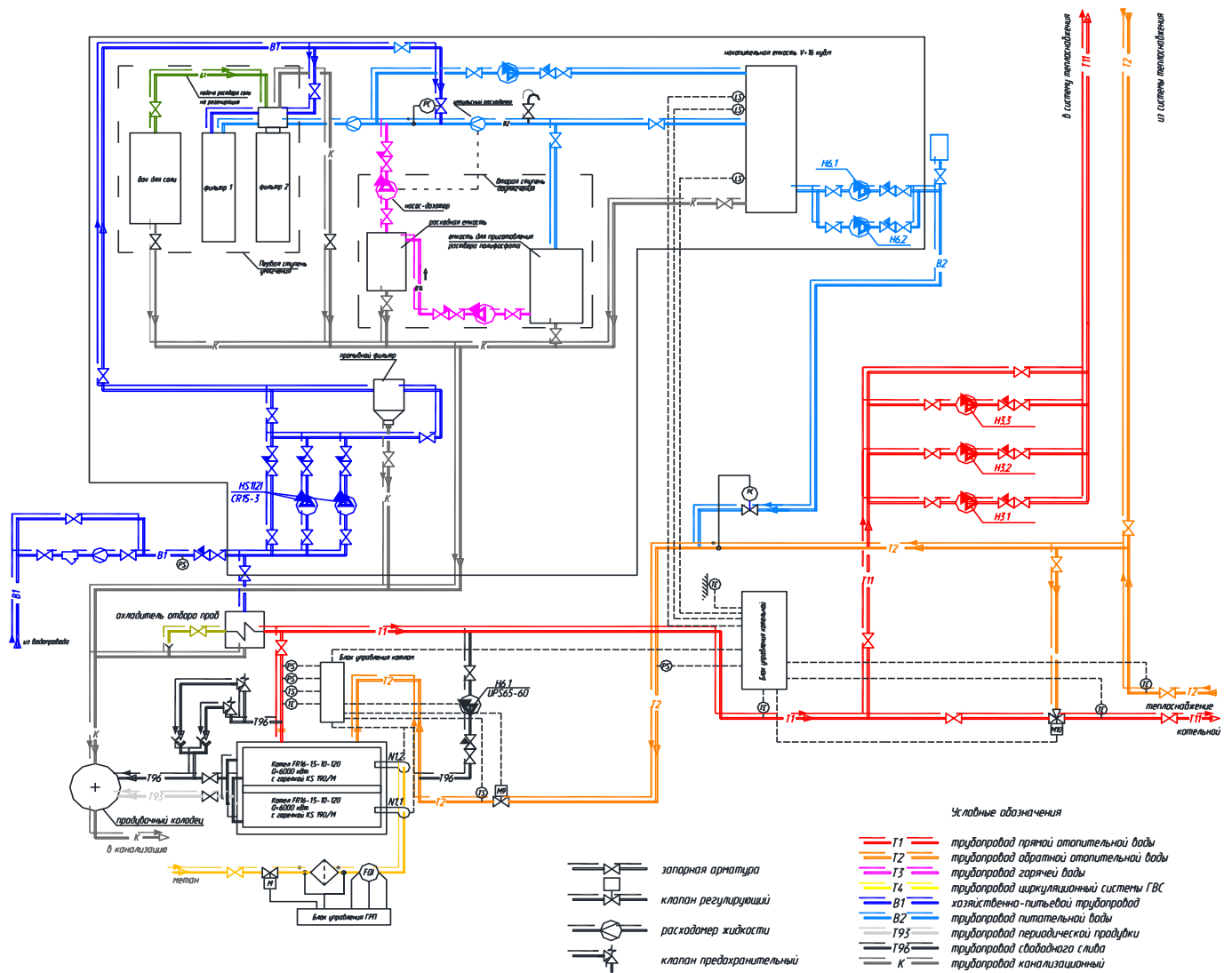


Рисунок 4.1 - Тепловая схема

4.3 Расчет и подбор вспомогательного оборудования

Схема автоматизации котельной предусматривает использование котловой автоматики для управления котельным оборудованием. Для управления системой теплоснабжения регулятор температуры, с помощью которого осуществляется установка параметров регулирования. Регулятор управляет трехходовым смесительным клапаном в системе теплоснабжения.

Подбор трехходовых смесительных клапанов фирмы «Danfoss» для систем отопления производится по методике, изложенной в каталоге производителя.

Расход теплоносителя через трехходовой клапан для внутреннего контура (котел – теплообменник) определяется по суммарной тепловой нагрузке всех потребителей, которая составляет: $Q_{\Sigma} = 10$ Мвт;

$$G = \frac{0.86 \cdot Q}{(t_e - t_o)} \quad (4.1)$$

Расход теплоносителя составляет: $G = 137,38$ (м³/ч)

Пропускная способность трехходового клапана:

$$K_{vs} = \frac{1,1 \cdot G_0}{\sqrt{\Delta P_{кл}}} = \frac{1,1 \cdot 137,38}{\sqrt{0,15}} = 218 \left(\frac{м^3}{ч} \right) \quad (4.2)$$

По значению $K_{vs} = 218$ (м³/ч) подбирается клапан типа VF3 d_y 80; ход штока клапана – 50 мм.

Для управления регулирующего клапана типа ESBE 3F подбирается редукторный сервопривод с характеристиками:

- ход штока – 0-50 мм;
- время перемещения штока – 11 с на 1мм;
- развиваемое усилие – 1500 Н.

Для контроля за изменением температур наружного и внутреннего воздуха принимается платиновый датчик температур.

Контрольно-измерительные приборы водогрейного котла и их эксплуатационное назначение:

- температура воды после котла: производится измерение температуры воды выходящей из котла и количество топлива регулируется до соответствия с температурой 105 TE 10
- температура воды после котла (локальная) 110 С TI 109
- температура обратной воды перед котлом: производится измерение температуры и регулирование ее на заданном уровне 80 С TE 1315
- температура воды перед котлом (локальная) 80 С TI 115
- температура дымовых газов после котла (локальная) 218 С TI 107
- давление в котле (локальное) 5 кгс/см² PI 212

Подбор сетевого насоса

В котельной устанавливается насосная станция Grundfoss с тремя насосами CR 120-7 A-F-A-E-NBQE (2 рабочих и резервный), характеристики и описание насосов приведены в приложении 1.

Подбор подпиточного насоса

Подбор подпиточного насоса для закрытой системы теплоснабжения жилого района с суммарной тепловой нагрузкой 7,3 МВт. Статический напор в системе составляет 24,0 м. Уровень воды в подпиточных баках, установленных в помещении котельной 3,0 м по отношению к оси подпиточных насосов, потери напора в подпиточной линии равны 1,0 м.

Объем воды в системе теплоснабжения определяется по выражению:

$$V = Q \cdot (V_c + V_m), \quad (4.3)$$

$$V = 7,3 \cdot (40 + 25) = 474 \text{ м}^3$$

где Q - мощность системы теплоснабжения, МВт;

V_c - удельный объем воды в тепловых сетях, $V_c = 40 \text{ м}^3/\text{МВт}$;

V_m - удельный объем сетевой воды в системах отопления жилых и общественных зданий, $V_m = 25 \text{ м}^3/\text{МВт}$

Подача подпиточного насоса

$$G_{nn} = 0,0075 \cdot V; \quad (4.4)$$

$$G_{nn} = 0,0075 \cdot 474 = 3,56 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Требуемый напор подпиточного насоса:

$$H_{nn} = H_{cm} - H_{\sigma} + H_{nc}; \quad (4.5)$$

$$H_{nn} = 24,0 - 3,0 + 1,0 = 22,0 \text{ м}.$$

К установке принимается подпиточный насос Grundfoss CRE 3-8 один рабочий, резервный на складе. Характеристики и описание насосов приведены в приложении 2.

5 КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Для автоматизации применяют пневматические, электрические, но чаще комбинированные электропневматические АСР (автоматические системы регулирования). Схема АСР содержит два самостоятельных контура регулирования – АСР топливосжигающего устройства (горелка) и АСР системы теплоснабжения [14].

Автоматика горелки, как правило, стабилизирующая, имеет рабочий терморегулятор, поддерживающий заданную температуру горячей воды изменением расхода топлива и воздуха. АСР горелки, работающей на газовом или жидком топливе, обеспечивают наиболее простой двух- или трёхпозиционный режим воздействием на электромагнитные топливные клапаны. Помимо терморегулятора, горелки оборудуются технологической защитой – автоматикой безопасности. В её обязанности входит немедленное прекращение подачи топлива в следующих аварийных случаях: погасание факела в топке, повышение температуры теплоносителя свыше 115°С или нарушение циркуляции в системе теплоснабжения, аварийного повышения или понижения давления газа, загазованности помещения. В качестве средств автоматизации применяют регуляторы прямого действия в сочетании с электронной автоматикой. В данном проекте применяется защитная автоматика идущая в комплекте с отопительным котлом и бойлером [15].

Во втором контуре АСР используются известные принципы регулирования отопительных систем с функционально различными регуляторами. Применяются программные устройства с суточной и недельной программами, с коррекцией по наружной температуре и температуре в обратном трубопроводе тепловой сети. В данном проекте применяется программное управление, входящее в комплекте отопительного котла – Logomatic 2107.

Цифровая система регулирования Logomatic 2107 получает данные от датчиков температур ТЕ, сравнивает эти данные с запрограммированными и

отдаёт сигнал на регулирующие вентили Р: например, при повышении или понижении температуры t_1 в котле, подаётся сигнал на закрытие или открытие клапана Р1, тем самым увеличивая или уменьшая расход топлива. Так же при получении данных о температуре в обратном трубопроводе t_0 , подаётся сигнал на клапан подачи топлива, если температура выше расчётной 70°C , то уменьшается расход газа, при этом происходит экономия топлива.

При получении данных о температуре наружного воздуха подаётся сигнал на трехходовой клапан, происходит либо увеличение, либо уменьшение расхода воды из обратной магистрали тепловой сети [16].

Для контроля за изменением температур наружного воздуха принимаем датчик температур ESM-10: диапазон температур от -30 до 50°C . Для измерения температур воды используется датчик температур ESMU: диапазон температур от 0 до 140°C .

Для регулирования отпуска тепловой энергии применен регулятор температуры фирмы "Данфосс" ECL Comfort 300 с картой C55.

Для подпиточной линии предусмотрен прессостат KPI-35 с электромагнитным соленоидным клапаном EV220B H3 dy 25.

6 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

6.1 Определение объёмов работ

Общая протяжённость проектируемой тепловой сети составляет 959 м, монтаж выполняется в одну захватку.

Для определения объёмов земляных работ определяются наружные размеры лотков каналов (таблица 6.1)

Таблица 6.1 – Типы, размеры, количество лотков каналов

тип канала	длина	Размеры наружные			количество		
		ширина А	высота В	длина L	станд.	длина	доборные
	м	м	м	м	шт	м	шт
КЛ60-45	8	0,78	0,63	3	2	2	1
КЛ60-45	5	0,78	0,63	3	1	2	1
КЛ60-45	48	0,78	0,63	3	16	0	0
КЛ60-45	312	0,78	0,63	3	104	0	0
КЛ90-45	195	1,15	0,78	3	65	0	0
КЛ90-45	221	1,15	0,78	3	73	2	1
КЛ90-45	40	1,15	0,78	3	13	1	1
КЛ90-45	8	1,15	0,78	3	2	2	1
КЛс150-90	122	1,64	0,98	3	40	2	1

Длина захватки определяется без учёта тепловых камер и компенсаторных ниш по формуле, м:

$$l = l_{\text{зах}} - l_{\text{кам}} - l_{\text{к}} \cdot n \quad (6.1)$$

где $l_{\text{кам}}$ – длина камеры, 3 м;

$l_{\text{зах}}$ – длина захватки, 959 м;

$l_{\text{к}}$ – длина компенсаторной ниши, 42 м;

n – число компенсаторных 5 ниш.

$$l = 959 - 3 \cdot 10 - (2 \cdot 6,4 + 2 \cdot 12,5 + 5,8) = 885,4 \text{ м}$$

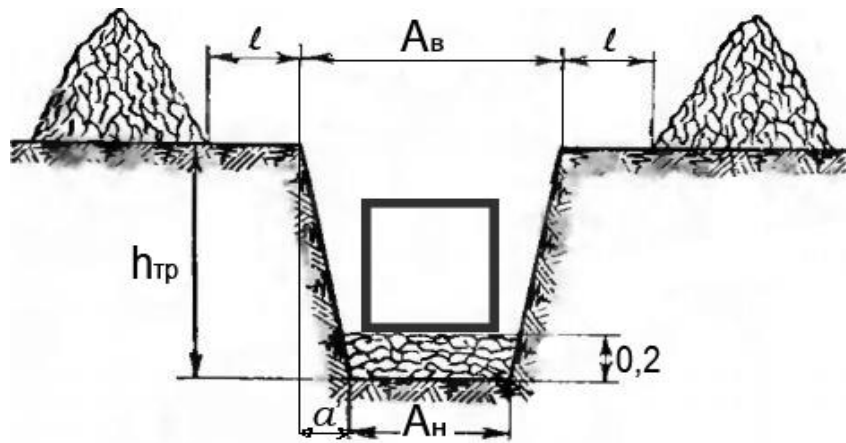


Рисунок 6.1. Монтажное расположение канала КЛ 90-60 в траншее

Средняя глубина траншеи на захватке определяется по формуле, м:

$$h_{cp} = \frac{\sum_1^n h}{n}, \quad h_{cp} = \frac{1,2 + 1,3 + 1,5}{3} = 1,33 \text{ м} \quad (6.2)$$

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

n – число сечений, определяется по участкам (характерным точкам поверхности земли), равна 0,5 м.

Объём траншеи с откосами определяется по формуле, м³:

$$V_{тр} = (h_{тр} \cdot (A_n + 0,2) + m \cdot h_{тр}^2) \cdot l, \quad (6.3)$$

где m – коэффициент крутизны откосов траншей, при данном виде грунта и глубине выемки 1,5 м равен 0,5 [15, прил.3].

Ширина траншеи по верху определяется по формуле, м:

$$A_b = A_n + 0,2 + 2 \cdot a' \quad (6.4)$$

где A_n – наружная ширина канала, м;

a' – определяется по формуле (4.5), м:

$$a' = h_{mp} \cdot m \quad (6.5)$$

где h_{mp} – глубина траншеи, с учётом наружной высота канала и подсыпки, равная 1,53 м.

$$a' = 1,53 \cdot 0,5 = 0,77 \text{ м}$$

$$A_b = 1,15 + 0,2 + 2 \cdot 0,77 = 2,88 \text{ м}$$

$$V_{TP} = (1,53 \cdot (1,15 + 0,2) + 0,5 \cdot 1,53^2) \cdot 885,4 = 3414 \text{ м}^3$$

Определяются объёмы котлованов для камер:

Длина дна котлована камеры определяется по формуле:

$$A_n = a_{\text{кам}} + 0,5 \quad (6.6)$$

Ширина дна котлована камеры определяется по формуле:

$$B_n = b_{\text{кам}} + 0,5 \quad (6.7)$$

Длина верха котлована камеры определяется по формуле:

$$A_v = A_n + 2 \cdot a' \quad (6.8)$$

Ширина верха котлована камеры определяется по формуле:

$$B_v = B_n + 2 \cdot b' \quad (6.9)$$

Площадь камеры по низу определяется по формуле:

$$F_n = A_n \cdot B_n \quad (6.10)$$

Площадь камеры по верху определяется по формуле:

$$F_v = A_v \cdot B_v \quad (6.11)$$

Объём котлована камеры определяется по формуле:

$$V_{\text{кот}} = \frac{1}{3} H_k (F_v + F_n + \sqrt{F_v \cdot F_n}) \quad (6.12)$$

где H_k – глубина заложения камеры, определяется по формуле, м:

$$H_k = h + h_{\text{кам}}^{\text{НАР}} + 0,2 \quad (6.13)$$

где h равна 0,5 м.

Так как рельеф местности не имеет значительных перепадов высот, заложение всех 10 тепловых камер находится в пределах 2,2 – 2,4 м. Размеры камер также одинаковы 3х3 м.

$$A_n = 3,2 + 0,5 = 3,7 \text{ м}$$

$$B_n = 3,2 + 0,5 = 3,7 \text{ м}$$

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

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

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

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

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

Суммарный объем 10 котлованов составляет 381 м³.

Производится расчёт компенсаторных ниш. Объем компенсаторной ниши определяется по формуле, м³:

$$V_{к.н.} = (H_{TP} \cdot A_{H+0,2} + m \cdot h_{TP}^2) l_{усл} \cdot n \quad (6.14)$$

где $l_{усл}$ – уловная длина П-образного компенсатора, зависящая от диаметра трубы, равная 4,5, согласно [21], м.

n – число компенсаторов, шт.

$$V^1_{к.н.} = (1,2 \cdot 0,98 + 0,5 \cdot 1,53^2) 6 \cdot 1 = 7,1 \text{ м}^3$$

$$V^2_{к.н.} = (1,3 \cdot 1,35 + 0,5 \cdot 1,53^2) 6 \cdot 2 = 35,1 \text{ м}^3$$

$$V^3_{к.н.} = (1,5 \cdot 1,84 + 0,5 \cdot 1,53^2) 12 \cdot 2 = 94,33 \text{ м}^3$$

Суммарный объем компенсаторных ниш составляет 136,54 м³.

$$V_{кол} = 3,14 \cdot 1,7^2 / 4 \cdot 2 = 4,54 \text{ м}^3$$

Суммарный объем дренажных колодцев составляет 4,54 м³

Определяются объёмы существующих коммуникаций:

$$V'_{1КАН} = (0,78 \cdot 0,63) \cdot 373 = 183,3 \text{ м}^3$$

$$V'_{2КАН} = (1,15 \cdot 0,78) \cdot 464 = 416,2 \text{ м}^3$$

$$V'_{3КАН} = (1,64 \cdot 0,98) \cdot 122 = 196,1 \text{ м}^3$$

$$V'_{1КАМ} = (3,2 \cdot 3,2 \cdot 2,4) \cdot 10 = 245,6 \text{ м}^3$$

$$V'_{1КОММ} = (0,78 \cdot 0,63) \cdot 3 = 1,47 \text{ м}^3$$

$$V'_{2КОММ} = (1,15 \cdot 0,78) \cdot 12 = 10,77 \text{ м}^3$$

$$V'_{3КОММ} = (1,64 \cdot 0,98) \cdot 24 = 38,57 \text{ м}^3$$

$$V'_{КОЛ} = 3,14 \cdot 1,5^2 / 4 \cdot 2 = 3,54 \text{ м}^3$$

Объем обратной засыпки определяется по формуле:

$$V_{обр}^{зас} = (V_o - V_k) \cdot K_p \quad (6.15)$$

где V_o – объем отвала, определяется по формуле, м³:

$$V_o = V_{TP} + V_{КОТЛ} + V_{кол} + V_{Коом} \quad (6.16)$$

где «\`» означает, что это объёмы существующих коммуникаций.

Объём избыточного грунта определяется по формуле, м³:

$$V_{ИЗБ} = V_o \cdot K_p - V_{обр}^{зас} \quad (6.17)$$

где K_p – коэффициент разрыхления грунта, равный, согласно 1,24 [16].

$$V_o = 3414 + 381 + 136,5 + 4,5 = 3936 \text{ м}^3$$

$$V_{обр}^{зас} = (3936 - 1095,44) \cdot 1,24 = 3408 \text{ м}^3$$

$$V_{ИЗБ} = 3936 \cdot 1,24 - 3408 = 527,4 \text{ м}^3$$

Площадь планировки определяется по формуле (4.19), м²:

$$F_{пл} = (A_{ср} + 4)l_{зах} \quad (6.18)$$

где $A_{ср}$ – средняя длина конструкции, определяется по формуле (4.20), м;

$l_{зах}$ – длина захватки, м.

$$A_{ср} = \frac{A_B^{TP} + A_B^{КОТЛ}}{2} \quad (6.19)$$

где A_B^{TP} – длина траншеи по верху, м;

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

1 захватка:

$$A_{ср} = \frac{5,24 + 1,27}{2} = 3,25 \text{ м}$$

$$F_{пл} = (3,25 + 4) \cdot 959 = 6952 \text{ м}^2$$

Площадь вскрытия и восстановления дорожного полотна определяется по формуле, м²:

$$F_{\delta} = (A_{\delta}^{TP} + 0,2)l_{дор} \cdot n \quad (6.20)$$

где $l_{дор}$ – длина дорожного покрытия, равная 10м;

n – количество транспортных коммуникаций, шт.

$$F_{\delta} = (5,24 + 0,2) \cdot 27,6 = 150,14 \text{ м}^2$$

Результаты расчётов сводятся в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 – Ведомость земляных работ

№ захватки	Общий V_0 , м ³	Объем конструкций, V_k , м ³	Объем обратной засыпки, $V_{обр}$, м ³	Объем избыточного грунта, $V_{изб}$, м ³	Площадь планировки, Фпл, м ²	Площадь вскрытия и восстановления дорожного покр., Фдор, м ²
I	3936,00	1095,4	3408,00	527,40	6952	150,14

Далее составляется спецификация плетей трубопроводов, которая приведена в приложении 4.

6.2 Определение трудоёмкости строительных и монтажных работ

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

Трудоёмкость работ определяется по формуле, чел-дн, маш-см:

$$T_p = \frac{H_{BP} \cdot V}{8,2} \quad (6.21)$$

где H_{BP} – норма времени на единицу объёма работ, чел-час, маш-час;

V – объём работ, т, шт, м, м², м³;

8,2 – продолжительность смены в часах.

Кроме определения трудоёмкости основных строительно-монтажных работ, необходимо учесть затраты труда на необъёмные работы, выполненные за счёт накладных расходов, а также на подготовительные работы, размеры которых принимаются в процентах от суммарной трудоёмкости основных работ. Результаты расчётов заносятся в ведомость трудоёмкости работ (приложение 5).

7 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

7.1 Технологическая характеристика объекта

Проектом разрабатывается монтаж системы теплоснабжения. Участок территории, на которой осуществляется трудовая деятельность рабочего или бригады, выполняющих строительный процесс, оснащенная необходимыми средствами и предметами труда, называется рабочим местом. При монтаже системы теплоснабжения рабочими местами считаются все участки, где на данном этапе производится монтаж этой системы.

В таком процессе значительный объём занимают такелажные работы – доставка, строповка, подъем, ориентирование, установка и крепление оборудования системы теплоснабжения (трубопровод и его элементы).

Вредный производственный фактор – это такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности.

Опасный производственный фактор – это такой производственный фактор, который при нарушении правил безопасности работ работающим, в определенных условиях приводит к травме или к другому внезапному резкому ухудшению здоровья.

Таблица 7.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Земляные работы	Рытье траншей	Механизатор, рабочий	Экскаватор, лопата штыковая, лопата совковая, лом.	Грунт
2	Подвозка железобетонных лотков и выгрузка их, на место установки	Заготовительные работы	Водитель, Стропальщик.	Грузовой автомобиль, Автокран, чалочные приспособления	ЖБ конструкции
3	Подготовительные работы	Обмазка лотков, снаружи, горячим битумом	Рабочий	Печь, для разогрева битума, кисть для обмазки.	Битум
4	Монтажно-сборочные работы	Установка и соединение железобетонных лотков	Монтажник ЖБК	Автокран, чалочные приспособления	ЖБ конструкции
5	Подвозка оборудования системы теплоснабжения (трубопровод и его элементы) и выгрузка их, на место установки	Заготовительные работы	Водитель, Стропальщик.	Грузовой автомобиль, Автокран	Трубопровод и его элементы
6	Монтажно-сварочные работы	Монтажные работы, Электросварка	Стропальщик, Слесарь-монтажник, Электросварщик	Автокран, чалочные приспособления, Аппарат электросварочный	Трубопровод и его элементы
7	Монтажно-сборочные работы	Закрытие железобетонных лотков плитами	Монтажник ЖБК	Автокран, чалочные приспособления	ЖБ конструкции
8	Подготовительные работы	Обмазка лотков, снаружи, горячим битумом и герметизация стыков цементно-песчаным раствором	Рабочий	Печь, для разогрева битума, кисть для обмазки. Грузовой автомобиль для доставки цементно-песчаного раствора	Битум, цементно-песчаный раствор
9	Земляные работы	Засыпка траншей	Механизатор, рабочий	Экскаватор или бульдозер, лопата штыковая, лопата совковая.	Грунт

7.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 7.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№ п/п	Технологическая операция, вид выполняемых работ ¹	Опасный и вредный производственный фактор ²	Источник опасного и вредного производственного фактора ³
1	Земляные работы	Движущиеся механизмы, опасность обрушения грунта	Экскаватор, траншея
2	Погрузочно-разгрузочные работы	Опасность ущемления грузом, рабочего	Автокран, грузовой автомобиль
3	Подготовительные работы (обмазка горячим битумом ЖБ изделий)	Работа с горячими и горючими веществами (ожог, пожар)	Печь, для разогрева битума
4	Выполнение электросварочных работ	Опасность поражения электротоком	Аппарат электросварочный
5	Все строительномонтажные работы	Повышенная запылённость, шум, недостаточная освещённость	Все механизмы

7.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Таблица 7.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и вредный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения, устранения опасного и вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Движущиеся механизмы, опасность обрушения грунта	Соблюдение правил техники безопасности, при работе с движущимися механизмами, при разработке грунта. Быть внимательным	Каска, спецодежда, спец-обувь, рукавицы
Работа с горячими и горючими веществами	Соблюдение правил пожарной безопасности, использование СИЗ, иметь средства пожаротушения	Спецодежда, спец-обувь, рукавицы. Огнетушитель, кошма, запас воды
Опасность поражения электротоком	Ограничение доступа посторонних к электроаппаратуре, обеспечение надёжного заземления электроаппаратуры, использование СИЗ	Спецодежда, спец-обувь, рукавицы, очки или щиток с затемнёнными стёклами для защиты зрения
Повышенная запылённость, шум, недостаточная освещённость	Использование СИЗ, использование искусственного освещения	Спецодежда, спец-обувь, рукавицы, очки для защиты зрения, наушники или беруши, применение искусственного освещения

7.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Таблица 7.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные Факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Котельная	котел	Класс Д	Повышенная температура окружающей среды	При возникновении пожара, уже в самой его начальной стадии, человеку угрожает опасность в результате того, что пожар сопровождается выделением теплоты, продуктов полного и неполного сгорания, токсических веществ, обрушением конструкций, что, так или иначе, угрожает здоровью и даже жизни человека. Поэтому при проектировании здания принимаем меры, чтобы процесс эвакуации мог бы завершиться в необходимое время и безопасно. Обеспечение безопасности движения людей связано с проектированием эвакуационных выходов и путей, отвечающих установленным требованиям..

Таблица 7.5 – Средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Установки пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Огнетушитель, песок, вода	Пожарные автомобили, механическая лопата	Пожарные гидранты	Дренчер	Огнетушители, пожарный водопровод, насос	Защита органов дыхания. Пути эвакуации.	Лом, топор, ведро, клещи, лопата, багор	01 или сот.112

Таблица 7.6 – Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, вид объекта	Наименование видов работ	Требования по обеспечению пожарной безопасности
Монтаж	Монтаж труб	Работать в специально отведенном месте, выполнение требований пожарной безопасности

7.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.

Таблица 7.7 – Идентификация экологических факторов

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (здания по функциональному назначению, технологические операции, оборудование)	Воздействие объекта на атмосферу (выбросы в окружающую среду)	Воздействие объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
котельная	монтаж	Не предусмотрено	Не предусмотрено	Не предусмотрено

Таблица 7.8 – Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Монтаж инженерных систем
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на атмосферу	Мусорные отходы (обрезки трубы V класса) собираются в контейнеры и затем сдаются в пункт приема или вывозятся на городскую санкционированную свалку
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на гидросферу	Не предусмотрено
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на литосферу	Не предусмотрено

ЛИТЕРАТУРА

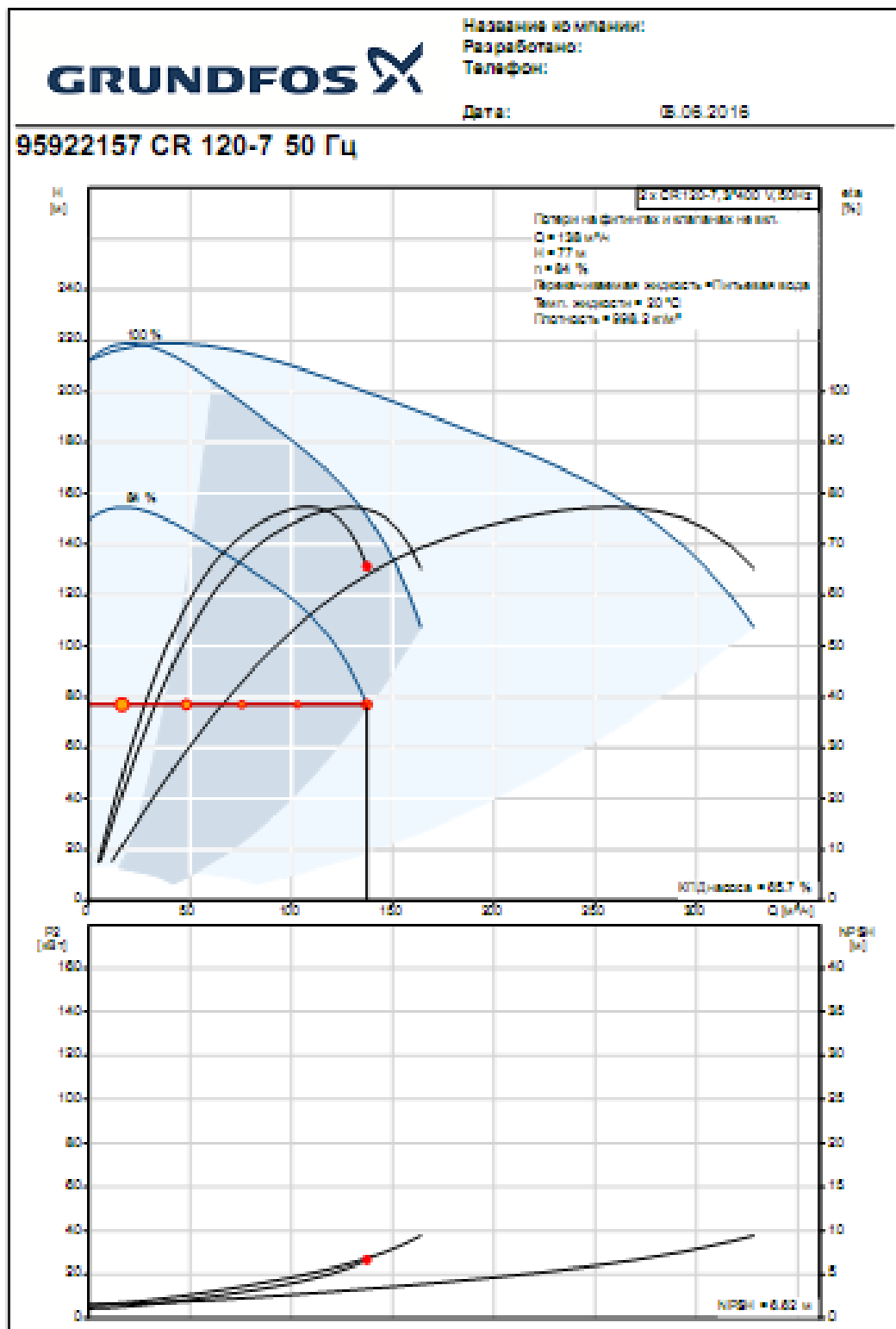
1. СП 124.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003. Тепловые сети / Госстрой СССР-М: ЦНТП, 2013. - 59 с.
2. СП 131.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 23.01-99*. Строительная климатология / М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2012. - 72 с.
3. СП 61.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов / Госстрой России. - М.: ГУП ЦПП, 2013. - 38 с.
4. СП 77.13330.2011 Актуализированная редакция СНиП 3.05.07-85 Системы автоматизации / Госстрой России. - М.: ГУП ЦПП, 2012. - 24 с.
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. - 12 с.
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. Водяные тепловые сети: Справочное пособие по проектированию. / Под ред. Н.К.Громова, Е.П.Шубина. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 315с.
9. Справочник монтажника сетей теплогазоснабжения / Под ред. Мельникова О.Н., Ежова В.Т. 2-е изд. - Л.: Стройиздат, 1980. - 208с.
- 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.Зингер Н.М. Гидравлические и тепловые режимы теплофикационных сетей. - М.: Энергоатомиздат, 1986, - 319 с.
- 13.Козин В.Е. Теплоснабжение. Уч.пособие. - М.: Высшая школа, 1980. - 408 с.
- 14.Мухин О.А. Автоматизация систем теплогазоснабжения: Учебное пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1986.-304 с.

15. Пырков В. В. Современные тепловые пункты. Автоматика и регулирование. – К.: И ДП «Такі справи», 2007. – 252 с.
16. 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.
17. СП 12-135-2002 «Безопасность труда в строительстве. Отраслевые инструкции по охране труда»
18. Андреев С. В., Ефимова О. С. Охрана труда. – М.: Альфа-Пресс, 2003. – 288 с.
19. Справочник мастера строителя / П. Котов, А. П., Новак и др.; Под ред. Д. В. Коротеева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1989.
20. Белецкий Б. Ф. Технология прокладки трубопроводов и коллекторов различного назначения. – М.: Стройиздат, 1992. – 336 с.
21. Организация работ по монтажу систем вентиляции: Методические указания / Сост. Маслова Н. В. – Тольятти: ТолПИ, 1995.
22. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е1. Земляные работы Выпуск 1 Механизированные и ручные земляные работы / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2013.
23. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е2. Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Наружные сети и сооружения / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2013.
24. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е22. Сварочные работы. Выпуск 1 Конструкции зданий и промышленных сооружений / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2013.
25. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е9. Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации Выпуск 1 Санитарно-техническое оборудование зданий и сооружений. / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2013.

26. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Сборник Е11. изоляционные работы / Госстрой России. - М.: ГУП ЦПП, 2013.
27. Приложение к методическим указаниям по выполнению курсовой работы. Строительство систем теплоснабжения. Тепловые сети. Тольятти, 1988. (С-30).
28. Расчет трубопроводов на прочность. Справочная книга. Камерштейн А.Г., Рождественский В.В., Ручимский Н.Н. Изд. 2, перераб. и доп. М., изд-во «Недра», 1989. – 440 с., ил.
29. Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения МДК 4-05.2004.
30. Инструкция 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
31. Нормы проектирования тепловой изоляции для трубопроводов и оборудования электростанций и тепловых сетей. – М.: Государственное энергетическое издательство, 2009.
32. Оборудование фирмы «Danfoss» для систем инженерного обеспечения зданий. Москва. Каталог 2002 г.

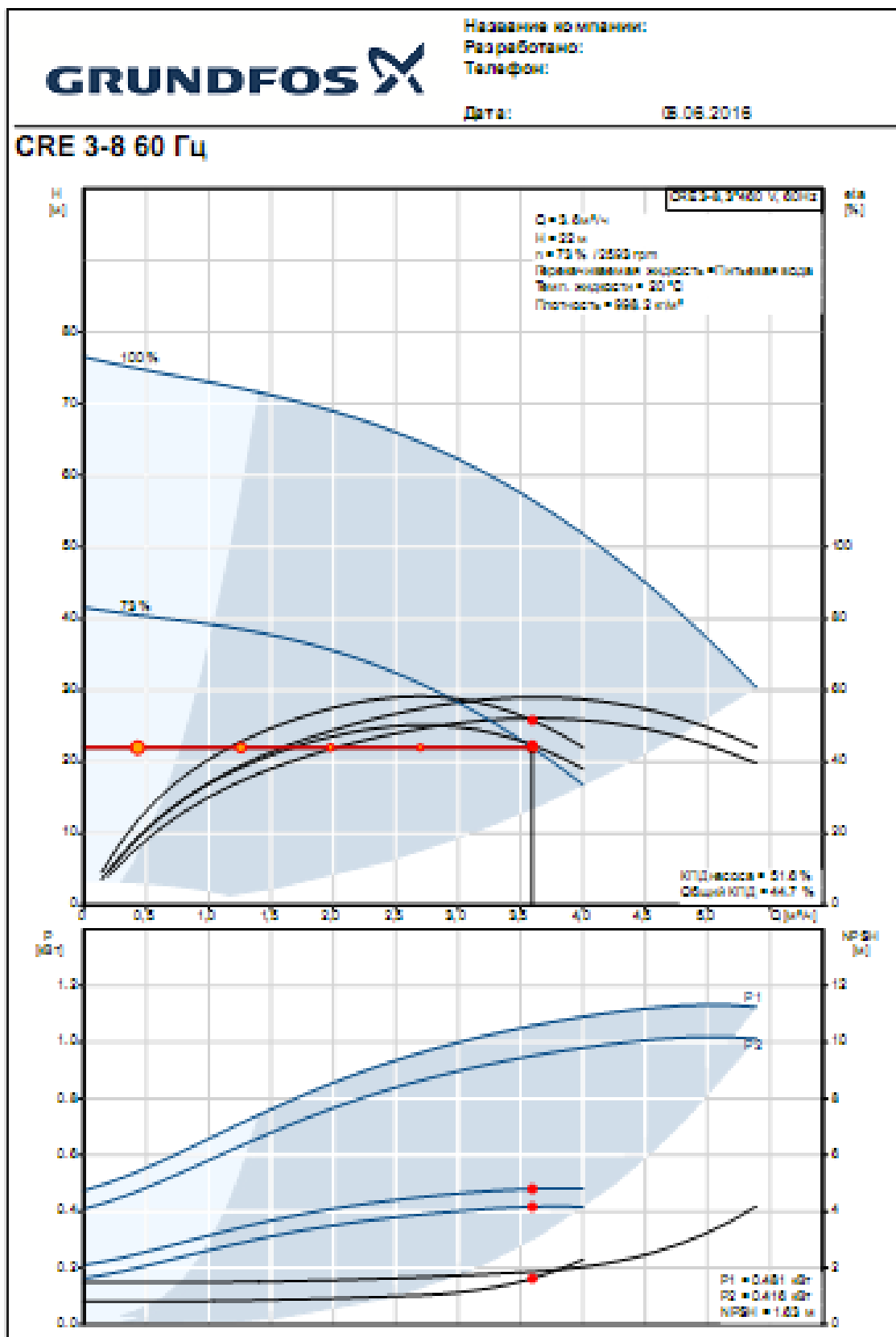
Приложение 1

Характеристика сетевых насосов 120-7



Приложение 2

Характеристика подпиточных насосов CR64



Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	14
											0,08
11	0,64	0,025	0,0004906	8	5,1	13,1	0,36	131,4	1721,17	0,17	1721,17
12	7,02	0,05	0,0019625	16	1,3	17,3	0,99	319,0	5519,40	0,55	5519,40
16	9,32	0,05	0,0019625	40	1,2	41,2	1,32	523,7	21575,87	2,16	21575,87
17	7,12	0,05	0,0019625	21	1,2	22,2	1,01	327,1	7260,61	0,73	7260,61
18	21,15	0,1	0,00785	47	1,8	48,8	0,75	81,6	3984,07	0,40	3984,07
19	14,08	0,08	0,005024	37	4,2	41,2	0,78	115,7	4765,88	0,48	4765,88
20	17,26	0,08	0,005024	29	3,7	32,7	0,95	165,1	5399,69	0,54	5399,69
21	8,81	0,05	0,0019625	13	1,7	14,7	1,25	474,3	6972,47	0,70	6972,47
22	5,46	0,05	0,0019625	12	7,2	19,2	0,77	205,5	3944,90	0,39	3944,90
23	1,96	0,032	0,000803	5	5,1	10,1	0,68	284,9	2877,81	0,29	2877,81

Приложение 4

Спецификация плетей трубопроводов

Диаметр труб du, мм	Состав плети						Отводы кол- во	Арматура		Компенсаторы		Число свар- ных стыков			
	секции труб		стандартные		неполномерные			наиме- нова- ние	кол- во	наиме- нова- ние	кол- во	пово- рот- ных	непо- ворот- ных		
	длина, L, м	кол-во, шт	длина, L, м	кол-во, шт	длина, L, м	кол- во, шт									
Ø 32x2,5	8	2			8	2		кран шаро- вой сталь- ной	2	К5					
Ø 38x2,5	5	2			5	2			2						
Ø 45x2,5	48	8	10,2	8	7,2	2	4						4	8	
Ø 57x3,5	312	60	10,2	60	6	2	12		14		1		8	26	
Ø 89x4	195	22	10,2	22			4		4				4	6	
Ø 108x4	221	14	10,2	28	1,2	2	2		2		2	К3, К4	2	6	8
Ø 133x4	40	8	10,2	8					2				2	2	
Ø 157x4,5	8	2			8	2									
Ø 219x6	122	24	10,2	24						К1, К2	2	6	6		

Приложение 5

Ведомость трудоемкости работ

Наименование работ	Ед. изм.	ЕНиР	Норма времени		Трудоемкость		
			чел.ч	маш.ч	объем работ	чел-дн	маш- см
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Отрывка траншей и котлованов экскаватором:		E2-1-10					
с погрузкой на транспорт	100м ³		3,6	3,6	6,8737	14,37	6,31
на вымет			2,9	2,9	32,727	2,43	0,86
Состав бригады: машинист бр-2							
2. Устройство песчаного основания	1м ³	E9-2-32	0,9		749	82,21	
<i>Состав бригады: монтажник наружных трубопроводов 5р-1, 4р-2, 3р-2, 2р-1</i>							
3. Монтаж ж/б лотков каналов	1м	E9-2-25	0,55		885	59,36	
<i>Состав бригады: монтажник наружных трубопроводов 5р-1, 4р-2, 3р-2, 2р-1</i>							
4. Устройство днищ камер и дрен.колодцы	1шт	E9-2-28	0,3		10	0,37	
<i>Состав бригады: монтажник наружных трубопроводов 5р-1, 4р-2 3р-2</i>							
5. Устройство стен камер	1м ³	E9-2-28	3		5,6	2,06	
<i>Состав бригады: каменщики 4р-1, 2р-1</i>							

продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
6. Сборка труб в секции на бровке траншей	1м	E9-2-1					
Ø 32x2,5			0,01		16	0,08	
Ø 38x2,5			0,01		10	0,04	
Ø 45x2,5			0,01		96	0,23	
Ø 57x3,5			0,01		624	1,52	
Ø 89x4			0,02		390	1,43	
Ø 108x4			0,02		442	1,62	
Ø 133x4			0,03		80	0,29	
Ø 157x4,5			0,03		16	0,06	
Ø 219x6			0,04		244	1,19	
<i>Состав бригады: монтажник наружных трубопроводов 5р-1, 4р-2, 3р-2</i>							
7. Поворотная сварка труб	1стык	E22-2-2					
Ø 45x2,5			0,08		4	0,0049	
Ø 57x3,5			0,1		8	0,0098	
Ø 89x4			0,2		4	0,0049	
Ø 108x4			0,26		6	0,0073	
Ø 133x4			0,29		2	0,0024	
Ø 219x6			0,7		6	0,0146	
<i>Состав бригады: электросварщик 5р-1</i>							

продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
8. Укладка бетонных подушек под подвижные опоры	1 шт	Е9-2-28					
Ø 32x2,5			0,03		4	0,0154	
Ø 38x2,5			0,03		2	0,0068	
Ø 45x2,5			0,03		16	0,0585	
Ø 57x3,5			0,05		82	0,5006	
Ø 89x4			0,05		37	0,2243	
Ø 108x4			0,06		35	0,2527	
Ø 133x4			0,06		5	0,0396	
Ø 157x4,5			0,06		1	0,0073	
Ø 219x6			0,06		12	0,0911	
<i>Состав бригады: монтажник наружных трубопроводов 4р-1, 3р-2</i>							
9. Устройство подвижных опор	1 шт	Е9-2-18					
Ø 32x2,5			0,05		4	0,056	
Ø 38x2,5			0,05		2	0,011	
Ø 45x2,5			0,05		16	0,098	
Ø 57x3,5			0,05		82	0,501	
Ø 89x4			0,07		37	0,314	
Ø 108x4			0,07		35	0,295	
Ø 133x4			0,07		5	0,046	
Ø 157x4,5			0,07		1	0,009	
Ø 219x6			0,11		12	0,167	
<i>Состав бригады: монтажник наружных трубопроводов 5р-1, 3р-1</i>							

продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
10. Устройство неподвижных опор	1 шт	E9-2-18					
Ø 32x2,5			0,11		1	0,013	
Ø 38x2,5			0,11			0,000	
Ø 45x2,5			0,11		1	0,013	
Ø 57x3,5			0,11		6	0,080	
Ø 89x4			0,11		5	0,067	
Ø 108x4			0,11		1	0,013	
Ø 133x4			0,13		0	0,000	
Ø 157x4,5			0,17		1	0,021	
Ø 219x6			0,2		2	0,049	
<i>Состав бригады: монтажник наружных трубопроводов 5р-1, 3р-1</i>							
11. Укладка труб в каналы	1 м	E9-2-1					
Ø 32x2,5			0,05		16	0,10	
Ø 38x2,5			0,05		10	0,10	
Ø 45x2,5			0,05		96	0,94	
Ø 57x3,5			0,08		624	6,09	
Ø 89x4			0,08		390	3,80	
Ø 108x4			0,08		442	5,39	
Ø 133x4			0,08		80	1,76	
Ø 157x4,5			0,1		16	0,20	
Ø 219x6			0,18		244	1,49	
<i>Состав бригады: монтажник наружных трубопроводов 5р-1, 4р-2, 3р-2, 2р-1</i>							

продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
12. Монтаж фасонных частей:	1шт	Е9-2-14					
отводы 45x2,5			0,42		4	0,04	
Ø 57x3,5			0,42		12	0,12	
Ø 89x4			0,42		4	0,05	
Ø 108x4			0,63		2	0,04	
переходы			0,49		6	0,36	
тройники более dy100			1,1		8	1,07	
тройники менее dy100			0,56		16	1,09	
<i>Состав бригады: монтажник 4р-1, 3р-2</i>							
13. Монтаж арматуры	1шт	Е9-2-16					
Ø 38x2,5			1,2		2	0,29	
Ø 57x3,5			1,2		14	2,05	
Ø 89x4			1,4		4	0,68	
Ø 108x4			1,4		2	0,34	
Ø 133x4			1,9		2	0,46	
<i>Состав бригады: монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1</i>							
14. Неповоротная сварка труб	1стык	Е22-2-2					
Ø 45x2,5			0,16		8	0,16	
Ø 57x3,5			0,18		26	0,57	
Ø 89x4			0,22		6	0,16	
Ø 108x4			0,29		8	0,28	
Ø 133x4			0,54		2	0,13	
Ø 219x6			0,79		6	0,58	
<i>Состав бригады: электросварщик 5р-1</i>							

продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
15. Первичное гидравлическое испытание на прочность	1м	Е9-2-9					
до dy100			0,1		1136	13,85	
до dy200			0,12		782	11,44	
<i>Состав бригады: монтажник наружных трубопроводов 5р-1, 4р-2, 3р-2</i>							
16. Гидроизоляция сварных стыков	1стык	Е9-2-12					
до dy100			0,27		58	1,91	
до dy200			0,3		16	0,59	
<i>Состав бригады: изолировщик на термоизоляцию 4р-2, 3р-2</i>							
17. Тепловая изоляция трубопроводов	1м	Е9-2-13					
Ø 32x2,5			0,08		16	0,16	
Ø 38x2,5			0,08		10	0,10	
Ø 45x2,5			0,08		96	0,94	
Ø 57x3,5			0,1		624	7,61	
Ø 89x4			0,1		390	4,76	
Ø 108x4			0,1		442	5,39	
Ø 133x4			0,12		80	1,17	
Ø 157x4,5			0,12		16	0,23	
Ø 219x6			0,12		244	3,57	
<i>Состав бригады: изолировщик на термоизоляцию 4р-1, 2р-1</i>							
18. Укладка плит перекрытия каналов	1м	Е9-2-24	0,95		885	102,53	
<i>Состав бригады: монтажник наружных трубопроводов 5р-1, 4р-2, 3р-2, 2р-1</i>							

продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
19. Укладка плит перекрытий камер	1шт	E9-2-28	0,3		10	0,37	
<i>Состав бригады: монтажник наружных трубопроводов 4р-1, 3р-2</i>							
20. Устройство гидроизоляции каналов	100м ²	E9-2-24	0,28		12,64	0,43	
<i>Состав бригады: изолировщик на гидроизоляцию 4р-1, 3р-1, 2р-1</i>							
21. Устройство гидроизоляции перекрытий камер	100м ²	E11-37	11,5		2,46	3,45	
<i>Состав бригады: гидроизолировщик 4р-1</i>							
22. Обратная засыпка траншей и котлованов бульдозером	100м ³	E2-1-34	0,66	0,66	34,10	2,74	0,22
<i>Состав бригады: машинист бр-1</i>							
23. Окончательное испытание трубопроводов	1м	E9-2-9					
до dy100			0,1		1136	13,85	
до dy200			0,12		782	11,44	
<i>Состав бригады: монтажник наружных трубопроводов 5р-1, 4р-1, 3р-2</i>							
24. Промывка и хлорирование трубопроводов	1м	E9-2-9					
до dy100			0,05		1136	6,93	
до dy200			0,06		782	5,72	
<i>Состав бригады: монтажник наружных трубопроводов 4р-1, 3р-2, 2р-1</i>							
25. Планирование площадей бульдозером	1000м ²	E2-1-36	0,49	0,49	5,95	0,36	0,36
<i>Состав бригады: машинист бр-1</i>							

продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
Всего:						398,41	7,74
Затраты труда на необъемные работы, выполняемые засчет накладных расходов, принимаемые 16% от суммарной трудоемкости основных работ						63,7456	
Затраты труда на подготовительные работы, принимаемые 8% от суммарной трудоемкости						824,82	
						31,8728	