

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

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(институт)

«Теплогасоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ТГВВиВ

М.Н. Кучеренко

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« ___ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Студент Горчаков Алексей Александрович

1. Тема: г. Набережные Челны. Участок № 4. Реконструкция теплоснабжения.
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы 1.06.2016
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе
4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов) 1. Исходные данные; 2. Расчет тепловой сети; 3 Тепловой пункт
4. Автоматизация ЦТП; 5 Организация монтажных работ; 6 Безопасность и экологичность технического объекта;
5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала: Генплан, пьезометрический график, продольный профиль, разрезы камер
6. Консультанты по разделам: Щипанов
7. Дата выдачи задания « 04 » 04 _____ 2016 г.

Руководитель выпускной
квалификационной работы

С.А. Анциферов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

А.А. Горчаков

(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 выпускной квалификационной работы

Студента: Горчаков Алексей Александрович по теме: г. Набережные Челны. Участок № 4. Реконструкция теплоснабжения.

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Исходные данные	04.04.2016	04.04.2016	выполнено	
Построение графиков	10.04.2016	12.04.2016	выполнено	
Гидравлический расчет	16.04.2016	19.04.2016	выполнено	
Построение пьезометрического графика и монтажной схемы	22.04.2016	25.04.2016	выполнено	
Автоматизация ЦТП	01.05.2016	01.05.2016	выполнено	
Организация монтажных работ системы отопления	06.05.2016	06.05.2016	выполнено	

Руководитель выпускной
квалификационной работы

(подпись)

С.А. Анциферов

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

А.А. Горчаков

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Бакалаврская работа по реконструкцию тепловых сетей города Набережные Челны, в связи с увеличением площади застройки. Были произведены необходимые расчеты, подобрано оборудование в ЦТП. Рассмотрена система автоматики ЦТП. Определены объемы работ. Рассмотрены вопросы безопасности и экологичности.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	7
1.1 Характеристика объекта, климатологические данные	7
2 РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ	9
Определение расчетных расходов сетевой воды в закрытых системах теплоснабжения	9
2.1	
2.2 Построение расчётной и монтажной схем теплопроводов	12
2.3 Гидравлический расчёт системы теплоснабжения	15
2.4 Определение эффективности теплоизоляции	26
3 ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ТЕПЛОВОЙ ПУНКТ	33
4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ЦТП	46
5 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ	48
5.1 Определения объема работ	48
5.2 Определение трудоёмкости строительных и монтажных работ	55
БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО	
6 ОБЪЕКТА	56
Список использованных источников	59
Приложения	62

ВВЕДЕНИЕ

Быстрыми темпами развивается промышленность и ведется в больших масштабах новое жилищное строительство, вытесняя устаревший жилой фонд как в городах, так и в поселках сельской местности, что приводит к росту концентрированного теплового потребления, создавая благоприятные условия для широкого развития система централизованного теплоснабжения [2].

Во многих городах тепловым сетям в настоящее время необходима реконструкция и ремонт. Причиной является - интенсивное использование и неправильная эксплуатация. В конечном итоге нормальная работа тепловых сетей обеспечивает жизнь города.

Целью выполнения бакалаврской работы является реконструкция тепловых сетей города Набережные Челны.

Задачами проектирования, которые необходимы для решения поставленной цели относятся:

- Определить исходные данные для проектирования
- Определить расходы воды в системах теплоснабжения
- Выполнить гидравлический расчет, подобрать диаметры
- Подобрать оборудование для ЦТП
- Определить объемы работ

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1.1 Характеристика объекта, климатологические данные

Исходные данные для проектирования определяется по [1].

- Город Набережные Челны

- Расчетная температура для проектирования отопления:

$$t_{p.o.} = -34^{\circ}\text{C}$$

- Расчетная температура для проектирования вентиляции:

$$t_{p.v.} = -23^{\circ}\text{C}$$

- Продолжительность отопительного периода:

$$z_o = 215 \text{ сут.}$$

Повторяемость температур наружного воздуха в часах принимается по [2].

Таблица 1 – Число часов за отопительный период со среднесуточной температурой, наружного воздуха, ч.

Число часового стояния tн	Температура наружного воздуха										
	от -40 до -35	от -35 до -30	от -30 до -25	от -25 до -20	от -20 до -15	от -15 до 10	от -10 до -5	от - 5 до 0	от 0 до +5	от +5 до+8	Σ
n	1	19	84	215	448	716	923	1052	884	723	
Σn		20	104	319	767	1483	2406	3458	4342	5065	5065

Температура воды в подающем теплопроводе тепловой сети

$$t'_{1.0} = 150^{\circ}\text{C}$$

Температура воды в обратном трубопроводе тепловой сети –

$$t'_{2.0} = 70^{\circ}\text{C}$$

Система теплоснабжения закрытая, способ прокладки тепловых сетей – канальный.

Регулирование: групповое качественное по нагрузке отопления.[4]

Расчетные расходы теплоты на отопление и горячее водоснабжение района города Набережные Челны, состоящего из 14 домов. Данные по Тех.заданию приведены в Таблице 2.

Таблица 2-Тепловые нагрузки

Адрес:	Q _о ,КВт	Q _в ,КВт	Q _{г.в} ,КВт.	ΣQ,КВт
г.Набережные Челны, ул.Куйбышева 12(9этажей)	450		210	660
г. Набережные Челны, ул.Куйбышева 14 (9 этажей)	800		196	996
г. Набережные Челны ул.Куйбышева 16	718		210	928
г. Набережные Челны, ул.Куйбышева 18 (9 этажей)	718		220	938
г. Набережные Челны, Майский проезд 7а (2этажа)	200	160	62	262
г. Набережные Челны, Майский проезд 7 (3этажа)школа	560	220	120	680
г. Набережные Челны, Майский проезд 7б	816		200	1016
г. Набережные Челны, Майский проезд 11	789,1		300	1089
г. Набережные Челны, Майский проезд 9	475		229	
г. Набережные Челны, Майский проезд 13	640		180	820
г. Набережные Челны, Майский проезд 15	640		180	820
г. Набережные Челны, Майский проезд 62	640		180	820
г. Набережные Челны, Майский проезд 64	640		180	820
г.Тольятти, Майский проезд 66	640		180	820
г.Тольятти, Майский проезд 68	640		180	820
Всего МВт	9,37	0,38	2,827	11

2 РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ

2.1 Определение расчетных расходов сетевой воды в закрытых системах теплоснабжения

Водоподогреватели горячего водоснабжения присоединены в ЦТП-70 и ЦТП-71 по двухступенчатой схеме. В тепловой сети поддерживается повышенный температурный график. Значения температур сетевой воды принять по Таблице 3.

Расчетный расход сетевой воды на отопление каждого квартала, т/ч:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot Q_o}{c \cdot (\tau'_{1,0} - \tau'_{2,0})}, \text{ кг/ч} \quad (2.20)$$

где Q_o – расчетный расход теплоты на отопление жилых и общественных зданий, кВт;

c – теплоемкость воды, равная 4,187 кДж/(кг°С).

Максимальный часовой расход на горячее водоснабжение каждого квартала, т/ч:

$$G_{ГВ}^{max} = \frac{3,6 \cdot 0,55 \cdot Q_{ГВ}^{max}}{c \cdot (\tau_{1,0} - \tau_{2,0})} \quad (2.21)$$

где $Q_{ГВ.}^{max}$ – расчетный расход теплоты на горячее водоснабжение, кВт

$$Q_{ГВ.}^{max} = 2,4 \cdot Q_{ГВ.}^{cp} \quad (2.22)$$

Среднечасовой расход сетевой воды на горячее водоснабжение кварталов, т/ч:

$$G_{ГВ}^{cp} = \frac{3,6 \cdot Q_{ГВ}^{cp}}{c \cdot (\tau_{1,0} - \tau_{2,0})} \cdot \left(\frac{64 - t_n}{65 - t_{х.з.}} + 0,2 \right) \quad (2.23)$$

где t_n – температура нагреваемой воды после подогревателя первой ступени,

$$t_n = \tau''_{2,0} - 10$$

$$t_n = 43 - 10 = 33^\circ\text{C}$$

$t_{х.з.}$ – температура холодной водопроводной воды в зимний период $t_{х.з.} = 5^\circ\text{C}$.

При регулировании отпуска теплоты по совместной нагрузке отопления и горячего водоснабжения суммарный расчетный расход воды в т/ч в магистральных трубопроводах тепловых сетей:

$$G_p = G_{ГВ}^{ср} \frac{3,6*(Q_o^{''''} + Q_v^{''''})}{c*(\tau_{1.0}^{''''} - \tau_{2.0}^{''''})} \quad (2.24)$$

Где $Q_o^{''''}$ и $Q_v^{''''}$ - Расходы теплоты на отопление и вентиляцию при температуре наружного воздуха, соответствующей точке излома графика температур воды;

$\tau_1^{''''}$ - Температура сетевой воды в подающей магистрали при $t_{н.и.}$, берется по повышенному графику температур воды (Приложение 1), $\tau_1^{''''} = 85,45$ °С

$\tau_2^{''''}$ - Температура сетевой воды в обратной магистрали при $t_{н.и.}$, берется по отопительно-бытовому графику температур воды (Приложение 1), $\tau_2^{''''} = 29,4$ °С
Расчеты сведены в таблицу и приведены в приложении 2

Построение графика температур сетевой воды

Исходные данные [1]: $t_{p.o.} = -34$ °С; $t_{p.в.} = -25$ °С; $\tau_1' = 150$ °С; $\tau_2' = 70$ °С

Методика расчета приведена в [2]

Температура воды в подающей и обратной магистралях в течение отопительного периода:

$$\tau_{1.0} = t_B + \Delta t' * \left(\frac{t_B - t_H}{t_B - t_{p.o.}} \right)^{0,8} + \left(\delta \tau' - \frac{\theta}{2} \right) * \left(\frac{t_B - t_H}{t_B - t_{p.o.}} \right), \text{ °С} \quad (2.1)$$

$$\tau_{2.0} = t_B + \Delta t' * \left(\frac{t_B - t_H}{t_B - t_{p.o.}} \right)^{0,8} - \frac{\theta'}{2} * \left(\frac{t_B - t_H}{t_B - t_{p.o.}} \right), \text{ °С} \quad (2.2)$$

$\Delta t'$ – температурный напор нагревательного прибора. При расчетной температуре воды в отопительной системе $\tau_3' = 105$ °С и $\tau_{2.0}' = 70$ °С, определяется по формуле:

$$\Delta t' = \frac{\tau_3' + \tau_{2.0}'}{2} - t_B, \text{ °С} \quad (2.3)$$

$$\Delta t' = \frac{105 - 70}{2} - 18 = 92 \text{ °С;}$$

$\delta\tau'$ – расчетный перепад температур воды в тепловой сети, определяется по формуле:

$$\delta\tau = \tau_{1,0} - \tau_{2,0} \text{ , } ^\circ\text{C} \quad (2.4)$$

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

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

θ' – расчетный перепад температур воды в местной системе отопления, определяющийся по формуле:

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

$$\theta' = 150 - 70 = 80^\circ\text{C}.$$

Задавшись различными значениями температуры наружного воздуха t_n в пределах от +8 до -34 были определены $t'_{1,0} - t'_{2,0}$ численные значения температур сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах.

Численные значения температур сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах сведены в таблицу 3.

Таблица 3 - Значения температур сетевой воды в подающем и обратном теплопроводах

t_n	8,0	5,0	0,0	-5,0	-10,0	-15,0	-20,0	-25,0	-30,0	-34,0
$\tau_{1,0}$	45,2	52,2	63,3	74,1	84,6	94,9	105,0	114,9	124,7	132,5
$\tau_{2,0}$	29,9	32,2	35,6	38,7	41,5	44,1	46,5	48,8	50,9	52,5

Пример: Для +8 $^\circ\text{C}$ по формула 2.1 и 2.2 рассчитывается, а для остальных аналогично и результат сведен в таблицу 3:

$$\tau_{1,0} = 18 + 92 * \left(\frac{18 - 8}{20 - 34}\right)^{0,8} + \left(80 - \frac{40}{2}\right) * \left(\frac{18 - 8}{18 + 34}\right) = 45,2^\circ\text{C}$$

$$\tau_{2,0} = 18 + 92 * \left(\frac{18 - 8}{18 + 34}\right)^{0,8} + \frac{35}{2} * \left(\frac{18 - 8}{18 + 34}\right) = 29,9^\circ\text{C}$$

Водоподогреватели горячего водоснабжения присоединены у абонентов по последовательной двухступенчатой схеме.

$$t_{г} = 65^{\circ}\text{C}$$

$$t_{х.з} = 5^{\circ}\text{C}$$

2.2 Построение расчётной и монтажной схем теплопроводов

Расчётная схема разбивается на участки. Участки нумеруются от начала реконструированного участка трассы по наиболее протяженной и нагруженной ветке до последнего абонента. Затем нумеруются остальные ветки. На расчётной схеме указываются расходы и длины всех участков.

Составления расчётной схемы приступают к параллельному построению монтажной схемы вместе с гидравлическим расчётом тепловых сетей. На монтажной схеме указываются: Узлы ответвления, тепловые камеры, углы поворотов, неподвижные опоры, компенсаторы температурных удлинений, переходы диаметров и задвижки.

По [2] намечаются диаметры участков. Так как нам не задали располагаемое давление от ТЭЦ, то мы принимаем удельные потери по длине в пределах 30-80 Па/м. Наметив диаметры, расставляем неподвижные опоры. Максимальное расстояние между неподвижными опорами зависит от диаметра теплопровода, на котором они устанавливаются. Между неподвижными опорами устанавливается тепловая камера с неподвижной опорой внутри и двухсторонним сальниковым компенсатором. При угле поворота 90° - 120° между неподвижными опорами, компенсатор не устанавливается, так как такие углы поворота являются самокомпенсаторами температурных удлинений. Секционные задвижки устанавливаются на расстояниях 700м - 1000м друг от друга и на врезке второстепенных веток.

На распределительных магистралях устанавливается запорная арматура - задвижки.[2]

Построение монтажной схемы позволяет закончить гидравлический расчёт.

Механический расчет тепловых сетей

Необходимо определить результирующее усилие на неподвижную опору А (рис.2) при закрытой и открытой задвижках. Теплопровод $d_n \times S = 426 \times 6$ мм. Рабочее давление теплоносителя $P=1,6$ МПа. Силу трения в сальниковых компенсаторах 1 и 2 принимаем равной, а коэффициент трения подвижных опор $\mu=0,3$.

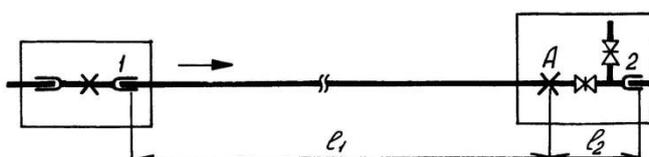


Рисунок 2 - Для расчёта неподвижной опоры

Сумма сил, действующих на опору слева (при закрытой задвижке) равна неуравновешенной силе внутреннего давления, силе трения в сальниковом компенсаторе и силе трения в подвижных опорах на расстоянии $l_1 = 84,8$ м. Сумма сил, действующих на опору справа - силе трения в сальниковом компенсаторе и силе трения в подвижных опорах. Принимая по [8, прил.23] вес 1 м подающей трубы $q = 2355$ Н, определяем результирующее усилие на неподвижную опору при закрытой задвижке (коэффициент $a=1$) по формуле:

$$N = a * P * \frac{\pi * d_6^2}{4} + \mu * q * l_1 - 0.7 * \mu * q * l_2 \quad (2.36)$$

$$N = 1 * 1,6 * 10^6 * \frac{3,14 * 0,414^2}{4} + 0,3 * 2355 * 140 - 0,7 * 0,3 * 2355 * 34 = 423,3 \text{ кН}$$

Результирующее усилие на неподвижную опору при открытой задвижке ($a=0$) определяется по формуле:

$$N = \mu * q * l_1 - 0,7 * \mu * q * l_2 \quad (2.37)$$

$$N = 0,3 * 2355 * 84,8 - 0,7 * 0,3 * 2355 * 2 = 87,6 \text{ кН}$$

Расчет Z и Г-образных компенсаторов на компенсацию тепловых удлинений участками самокомпенсации определяют такие габариты, при которых продольный изгибающие компенсационные напряжения, возникающие при упругой деформации труб, не превышают допускаемых. Методика расчета приведена в – Справочнике проектировщика «Проектирование тепловых сетей» под редакцией Николаева А.А.

Результат расчет :

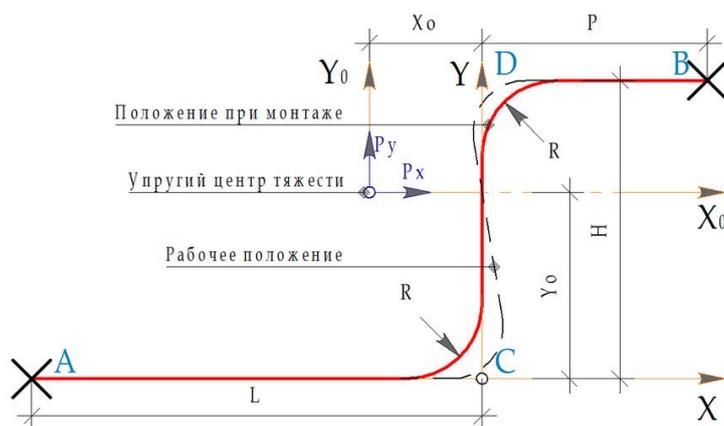


Рисунок-2-Результат расчёта Z-образного компенсатора

$dL = 263 \text{ мм}$ — прирост длины большего плеча

$dP = 96 \text{ мм}$ — прирост длины меньшего плеча

$dH = 96 \text{ мм}$ — прирост длины вылета

$P_x = 239 \text{ Н}$ — сила упругой деформации направленная по оси X

$P_y = 78 \text{ Н}$ — сила упругой деформации направленная по оси Y

Изгибающее компенсационное напряжение не должно превышать 80 МПа

$\sigma_a = -3 \text{ МПа}$ — изгибающее компенсационное напряжение в точке А

$\sigma_b = -7 \text{ МПа}$ — изгибающее компенсационное напряжение в точке В

$\sigma_c = -9 \text{ МПа}$ — изгибающее компенсационное напряжение в точке С

$\sigma_d = 11 \text{ МПа}$ — изгибающее компенсационное напряжение в точке D

Остальные участки самокомпенсации сведены в таблицу 6

Таблица 6- Компенсация тепловых удлинений

№	dL,мм	dP,мм	dH,мм	Px,Н	Py,Н	σ_a , Мпа	σ_b , Мпа	σ_c , Мпа	σ_d , Мпа
1	263	96	96	239	78	-3	-7	-9	11
2	139	53	84	312	184	-2	-10	-10	13
3	86	41	258	2	10	3	-8	-2	4
4	145	53	47	23	7	-2	-5	-6	7
5	144	122	103	6	4	2	-3	-4	4

2.3 Гидравлический расчёт системы теплоснабжения

Гидравлический расчёт в зимний период года

Гидравлический расчёт системы теплоснабжения производится для подающего теплопровода, принимая потери давления в обратном теплопроводе такими же, как и в подающем.

Гидравлический расчёт продолжается после построения монтажной схемы. Перед этим по [2] мы наметили диаметры трубопроводов, скорость движения теплоносителя, который не должен превышать значения 3,5 м/с, удельные потери давления. Далее необходимо определиться с местными сопротивлениями.

В гидравлическом расчёте системы теплоснабжения потери давления за счёт местных сопротивлений принимаются как равновеликие потери давления в теплопроводе того же диаметра длиной $l_{эКВ}$, м. Общие потери

давления считаются на приведенную длину участка, складываемую из фактической и эквивалентной длины.

$$\Delta p = R \cdot l_{пр} = R \cdot (l_{ф} + l_{э}) \text{ , Па} \quad (2.25)$$

Эквивалентная длина определяется по [2].

Определяются суммарные потери давления на участках, производится увязка с второстепенной веткой, при условии разности потерь давления друг от друга в пределах 10%.

Гидравлический расчет приведен в таблице и вынесен в Приложение 3.

Гидравлический расчет в летний период года

Цель гидравлического расчета в летний период - определить потери давления на расчетных участках сетей при известных диаметрах теплопроводов, определенных для холодного периода, и летних расчетных расходах теплоносителя. Это необходимо для подбора насосов меньшей мощности в теплый период.

В летний период года из всех теплопотребителей остаётся только один - система горячего водоснабжения.

Максимальный часовой расход теплоты за отопительный период на горячее водоснабжение определяется по формуле:

$$Q_{Г.В.}^{max} = 2,4 * Q_{Г.В.}^{cp} \text{ , Вт} \quad (2.26)$$

В летнее время максимальная тепловая нагрузка на ГВС снижается в связи с повышением температуры холодной воды до 15°C:

$$Q_{Г.В.}^л = Q_{Г.В.}^{max} * \left(\frac{65 - t_{х.л.}}{65 - t_{х.з}} \right) \text{ , Вт} \quad (2.27)$$

Максимальный часовой расход сетевой воды на ГВС в летний период для каждого квартала, определяем независимо от схемы присоединения водоподогревателей по формуле:

$$G_{Г.В.}^{max.л} = \frac{3,6 \cdot Q_{Г.В.}^л}{c \cdot (\tau_1 - \tau_3)}, \text{ кг/ч} \quad (2.28)$$

где τ_1 – температура сетевой воды в подающем теплопроводе в летний период, $\tau_1 = 70^\circ\text{C}$;

τ_3 – температура сетевой воды после водоподогревателя, $\tau_3 = 30^\circ\text{C}$

Расчётный часовой расход воды в двухтрубных водяных тепловых сетях, в летний период определяется с учетом снижения расхода воды в летнее время:

$$G_p^л = \beta * G_{Г.В.}^{max.л}, \text{ кг/ч} \quad (2.29)$$

где β – коэффициент, учитывающий снижения расхода воды в летний период по отношению к отопительному, принимается равным 0,8.

Пример для дома г. Набережные Челны, ул. Куйбышева 12 (9 этажей):

$$1) Q_{Г.В.}^{max} = 2,4 * 210 = 504 \text{ Т/ч}$$

$$2) Q_{Г.В.}^л = 504 * \left(\frac{65-15}{65-5} \right) = 420 \text{ кВт}$$

$$3) G_{Г.В.}^{max.л} = \frac{3,6 * 420}{4,187 * (70-30)} = 9 \text{ Т/ч}$$

$$4) G_p^л = 0,8 * 9 = 7.2 \text{ Т/ч}$$

Расчёт сведен в таблицу и вынесен в Приложение 4

Зная расчетные расходы воды и потери напора по участкам для зимнего периода, определяем сопротивление каждого участка сети по формуле:

$$S = \frac{H}{G_p^2}, \text{ м} * \text{ч}^2 / \text{м}^6 \quad (2.30)$$

где H – потери напора на участке в зимний период, м (Приложение 3) расчета;

G_p - расчетный расход воды на участке для отопительного периода, $\text{м}^3 / \text{ч}$ (таблица 4) расчета.

Аналогично находим сопротивления других участков. Зная S и летние расчетные расходы воды по участкам, определяем потери напора на участках для летнего периода, м, по формуле:

$$H_{л} = S \cdot (G_{р}^{л})^2, \text{ м} \quad (2.31)$$

Также рассчитываем потери напора для других участков и данные заносим в таблицу 4

Таблицу 4- Гидравлический расчет в летний период

№	Гл	Гз	Нз	S	Нл	ΣН
1	95,5	226	0,023	4,42E-07	0,004	0,004
2	30,8	61,6	0,006	1,62E-06	0,002	0,006
3	64,7	164	0,016	6,10E-07	0,003	0,008
4	57,8	144	0,014	6,94E-07	0,002	0,010
5	51,6	122,2	0,012	8,18E-07	0,002	0,013
6	6,9	8,8	0,001	1,14E-05	0,001	0,013
7	6,2	22,5	0,002	4,44E-06	0,000	0,013
8	12,4	13,8	0,001	7,25E-06	0,001	0,014
9	6,2	6,9	0,001	1,45E-05	0,001	0,015
10	6,2	6,9	0,001	1,45E-05	0,001	0,016
11	21,6	19,3	0,002	5,18E-06	0,002	0,018
12	11,3	10,8	0,001	9,26E-06	0,001	0,019
13	7,2	4,8	0,000	2,08E-05	0,001	0,020
14	10,3	8,5	0,001	1,176E-05	0,001	0,021
15	4,1	6	0,001	1,67E-05	0,000	0,022
16	23,6	26,1	0,003	3,831E-06	0,002	0,024
17	21,5	24	0,002	4,17E-06	0,002	0,026
18	12,4	13,8	0,001	7,25E-06	0,001	0,027
16	23,6	6,9	0,001	1,45E-05	0,008	0,035
17	21,5	6,9	0,001	1,45E-05	0,007	0,042
18	12,4	13,8	0,001	7,25E-06	0,001	0,043
19	6,2	6,9	0,001	1,45E-05	0,001	0,043
20	6,2	6,9	0,001	1,45E-05	0,001	0,044
21	12,4	13,8	0,001	7,25E-06	0,001	0,045
22	6,2	6,9	0,001	1,45E-05	0,001	0,046
23	6,2	6,9	0,001	1,45E-05	0,001	0,046
24	2,1	2,1	0,000	4,76E-05	0,000	0,046

Для участков которые идет после ЦТП-70 и ЦТП-71 проведены гидравлические расчеты подающей трубопровода ГВС (Т3, приведен в Приложении 4) и циркуляционного (Т4).

Выбор схемы присоединения системы ГВС к тепловым сетям

Схему присоединения системы ГВС к тепловым сетям принимаем исходя из соотношения максимального потока теплоты на горячее водоснабжение $Q_{ГВС}^{cp}$ к максимальному потоку теплоты на отопление Q_o :

если $\frac{Q_{ГВС}^{cp}}{Q_o} \leq 0,2$, то выбирается одноступенчатая предвключённая схема присоединения;

если $\frac{Q_{ГВС}^{cp}}{Q_o} \geq 1$, то выбирается одноступенчатая параллельная схема присоединения;

если $0,6 < \frac{Q_{ГВС}^{cp}}{Q_o} < 1$, то выбирается двухступенчатая смешанная схема присоединения;

если $0,2 < \frac{Q_{ГВС}^{cp}}{Q_o} < 0,6$, то выбирается двухступенчатая последовательная схема присоединения;

$$\frac{Q_{ГВС}^{cp}}{Q_o} = \frac{2827}{9366} = 0,3$$

$0,2 < 0,3 < 0,6$ – двухступенчатая последовательная

Исходя из значения выше приведённого соотношения, выбрана двухступенчатая последовательная схема присоединения системы ГВС к тепловым сетям.

Расчет циркуляционных трубопроводов (Т4)

Требуемый циркуляционный расход воды в системе горячего водоснабжения q^{cir} , кг/ч рассчитывается по формуле:

$$q^{cir} = \beta * \frac{\Sigma Q^o * 3600}{c * \Delta t} \quad (2.32)$$

где $\sum Q^o$ – суммарные теплотери всеми подающими трубопроводами, Вт;

Δt – разность температур горячей воды в подающих трубопроводах на выходе из водоподогревателя и у самой удалённой водоразборной точки, °С, рассчитывается по формуле:

$$\Delta t = t_n - t_k, \quad (2.33)$$

Таблица 5 - Расходы циркуляционной воды

№ участка	G т/ч
18	5,90
19	2,95
20	2,95
21	5,90
22	2,95
23	2,95
8	5,90
9	2,95
10	2,95
11	11,63
12	6,72
13	3,44
14	4,91
15	3,28
16	11,27
18	10,25
17	1,016

Гидравлический расчет сведен в таблицу и вынесен в приложение 5

Построение пьезометрического графика

Распределение давлений в тепловых сетях удобно изображать в виде пьезометрического графика, который даёт наглядное представление о давлении или напоре в любой точке тепловой сети и поэтому обеспечивает большие возможности учета многочисленных факторов (рельеф местности, высота зданий, особенности абонентских систем и т.д.) при выборе оптимального гидравлического режима.

Пьезометрический график строят для статического и динамического режимов работы системы теплоснабжения. При построении графика за начало координат принимаем отметку оси сетевых насосов 10, условно считая, что она совпадает с отметкой земли на выходе теплопроводов от источника теплоты. По оси координат откладываем значения напоров в подающей и обратной магистралях тепловой сети, отметки рельефа местности и длины расчётных участков сети. Высота одного этажа зданий принимается равной 3 м. Ввиду небольшого заглубления теплопроводов (около 1,5 м) ось теплотрассы принимаем совпадающей с отметкой рельефа местности.

При построении линии статического напора необходимо исходить из условия заполнения всех потребителей сетевой воды и создания у них избыточного напора порядка 5 м. В нашем случае наибольшую отметку здания имеет 66, у которого полный статический напор составит:

$$H_{\text{ст}}^{66} = H_{\text{кв}} + Z_{66}, \text{ м} \quad (2.34)$$

Величина полного статического напора для все системы тогда определяется по формуле:

$$H_{\text{ст}} = H_{\text{ст}}^{66} + 5, \text{ м} \quad (2.35)$$

При этом необходимо помнить, что для зависимых схем присоединения потребителей максимальный пьезометрический статический напор не должен превышать 60 м из условия механической прочности чугунных радиаторов .[3]

Построение пьезометрического графика при гидродинамическом режиме, когда циркуляция теплоносителя в тепловой сети осуществляется сетевыми насосами начинается с построения пьезометрической линии обратной магистрали. Напор на всасывающей патрубке сетевых насосов $H_{св}$ принимаем равным 20 м (точка A_1). Зная потери напора на расчётных участках, определяем значения полных напоров в обратной магистрали. Располагаемый напор для последнего дома принимаем равный $H_{дома} = 48$ м. Затем аналогично построению обратной магистрали строим подающую линию от дальнего квартала до источника теплоты. Так же учитывая напор на нагнетательной патрубке сетевого насоса, который принимаем как $H_{ит} = 10$ м.

С помощью построенного пьезометрического графика определяем схему присоединения к тепловым сетям ЦТП [3].

Определим полный статический напор в местных системах дома № 66 по формуле (2.34):

$$H_{ст}^{66} = 16 * 3 + 3 = 52 \text{ м}$$

Величина полного статического напора всей системы определим по формуле (2.35):

$$H_{ст} = 52 + 5 = 57 \text{ м}$$

Определим значения полных напоров в обратной магистрали исходя из (Приложения 3) и принятых нами ранее условий и строим ломанную линию $A_1 - B_1$:

$$H_1 = 20 + 0,029 = 20,029 \text{ м}$$

$$H_2 = 20,029 + 0,053 = 20,082 \text{ м}$$

От точки B_1 откладываем вверх располагаемый напор на ЦТП-71, равный 47 м и строим пьезометрический график подающей магистрали тепловой сети аналогичным способом, как для обратной магистрали.

$$H_2 = 71,106 + 0,029 = 71,135 \text{ м}$$

$$H_2 = 71,135 + 0,053 = 71,164 \text{ м}$$

Значение 71,164 м характеризует напор на коллекторе подающей магистрали тепловой сети. Откладываем от этой точки вверх потери в теплоподготовительной установке источника теплоснабжения $H_{ит}=20$ м. Полученная точка 91,164 м, характеризует напор на нагнетательном патрубке сетевого насоса, что не превышает допустимого значения 160 м из условия прочности стальных трубопроводов и арматур. Напор развиваемый сетевыми насосами равен $H_{ст}=71,164$ м. Минимальный пьезометрический напор в подающем теплопроводе в ЦТП-71, равен 68,106, что превышает минимальный допустимый пьезометрический напор 40 м из условия нескипания теплоносителя с температурой 150°C.

Выводы: Все обязательные условия выполняются. Таким образом, разработанный для статического и гидродинамического режимов пьезометрический график обеспечивает возможность присоединения всех абонентов по зависимой схеме.

Аналогично строится график для домов 66 и 68.

Построение продольного профиля тепловой сети

Для построения продольного профиля необходимо вычертить план трассы теплопровода с указанием камер, неподвижных опор, расстояний между ними, углов поворотов трассы, а так же продольный профиль земли (по отметкам). Тепловые сети стараемся прокладывать параллельно профилю земли. Уклон водяных тепловых сетей, независимо от направления движения теплоносителя, должен быть не менее 0,002. Высоту камер, отметки потолка и дна канала, марки каналов определяем по зависимости от диаметров теплопровода и установленной арматуры. Найдём для примера отметки дна камеры, потолка и пола канала для камеры УТ 1, в которой установлены задвижки диаметром 500 мм.

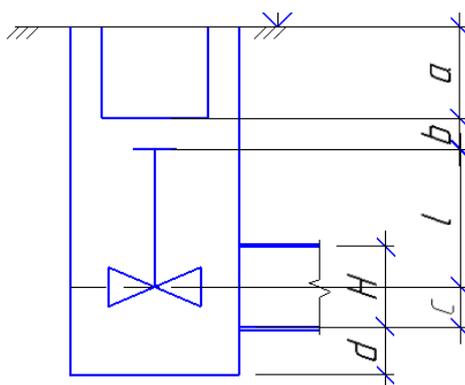


Рисунок 1 – Тепловая камера в разрезе

По рисунку 1 видно:

a – расстояние от поверхности земли до верха перекрытия камеры, согласно [4] принимаем $a=0,3$ м;

b – расстояние от перекрытия до маховика задвижки, принимаем $b=0,5$ м;

l – высота шарового крана, для $d_y = 426$ мм (КШ211х400 в исп. 1 с электроприводом) - $l= 0,735$ м;

c – расстояние от оси теплопровода до пола канала, определяющееся по формуле:

$$c = h + \frac{d_H}{2} \quad (2.35)$$

h – расстояние от низа трубы до пола канала согласно [2] для $d_y = 426$ мм с учётом толщины теплоизоляции – $h=0,503$ м. Канал принят по [2] марки КС210-90.

$$c = 0,503 + \frac{0,438}{2} = 0,72 \text{ м}$$

H - высота канала; $H=0,9$ м;

d - расстояние от пола канала до дна камеры, принимаем равным $0,5$ м.

Зная все расстояния, рассчитываем следующие отметки:

Отметка пола канала:

$$67 - a - b - l - c$$

$$48,5 - 0,3 - 0,5 - 0,735 - 0,72 = 64,74 \text{ м}$$

Отметка потолка канала:

$$64,74 + H$$

$$64,74 + 0,9 = 65,64 \text{ м}$$

Отметка дна камеры:

$$64,74 - d = 64,74 - 0,5 = 64,14 \text{ м}$$

Отметка потолка канала задается, как отметка рельефа местности с вычетом $0,5$ м и высчитывается необходимый для этого уклон:

$$i = 0,003$$

Отметка пола канала считается по определённому ранее уклону:

$$64,74 + 0,003 * 449 = 66,08 \text{ м}$$

Аналогично определяем отметки канала и дна камер для последующих участков сети. В нижних точках тепловой сети (УТ1) предусматриваем

штуцера с запорной арматурой для спуска воды (дренаж). Диаметр штуцера и запорной арматуры спускных устройств определяем по [4]. В высших точках тепловой сети предусматриваем штуцера с запорной арматурой для выпуска воздуха.

2.4 Определение эффективности теплоизоляции

Определим эффективность изоляционной конструкции двухтрубной тепловой сети $d_n = 426 \times 8$, проложенной в каналах типа КС210-90.

Подготавливаем исходные данные для расчёта:

Материал теплоизоляции -маты и вата из супертонкого базальтового волокна без связующего, принятый по [5,прил. Б]. Средняя плотность конструкции $\rho=80$ кг/м³; для подачи - $\lambda_{из} = 0,25 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$, температура применения от -180°С до +600°С; группа горючести - негорючие.

Материал покровного слоя - Стеклотекстолит покровный листовой СТПЛ, ТУ 36-1583-88, марки: СТПЛ-СБ, принятый по [6]. Толщина покровного слоя $\delta=0,0003$ м; $\lambda_{пс} = 0,3 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$; группа горючести – трудногорючий.

Толщина тепловой изоляции $\delta_{из Т1} = 0,2503$ м для подающей магистрали.

Расстояние между осями теплопроводов по горизонтали $a=0,1$ м (рис.). Размеры канала КС210-90: наружные 2,58 x 1,18 , внутренние: 2,1 x 0,9 м.

Глубина заложения канала $h=2,12$ м

Определяем среднюю температуру в подающем теплопроводе за год по формуле:

$$\tau_{\text{ср}}^1 = \frac{\tau * n_{-25} + \tau * n_{-20} + \dots + \tau * n_0 + 70 * (n_{+5} + n_8 + (8400 - n_{\text{от}}))}{8400}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.38)$$

Аналогично находится средняя температура в обратном теплопроводе:

$$\tau_{\text{ср}}^2 = \frac{\tau * n_{-25} + \tau * n_{-20} + \dots + \tau * n_0 + 70 * (n_{+5} + n_8 + (8400 - n_{\text{от}}))}{8400}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2.39)$$

Где τ - температура теплоносителя в теплопроводе, при определенной температуре наружного воздуха, $^\circ\text{C}$;

n - количество часов стояния какой-либо температуры наружного воздуха, ч;

$n_{\text{от}}$ - количество часов за отопительный период, ч.

Тип грунта - глинистые и суглинки, $\lambda_{\text{гр}} = 1,74 \frac{\text{Вт}}{\text{м} * ^\circ\text{C}}$, принятый по [2, табл. 13.3].

Среднегодовая температура грунта на глубине заложения теплотрассы принимается равной $t_{\text{гр}} = 7,1^\circ\text{C}$, по [2].

Определим средние температуры теплоносителя в подающем и обратном теплопроводах по формулам (2.36) и (2.37):

$$\tau_{\text{ср}}^1 = 78^\circ\text{C}$$

$$\tau_{\text{ср}}^2 = 49^\circ\text{C}$$

Определяем эффективности теплоизоляции на участке "1" тепловой сети. Эффективность заключается в разности теплотерь неизолированной и изолированной трубой. Нормативные потери теплоты составляют 15%. Если эффективность меньше, то либо толщина теплоизоляции, либо сам материал не отвечает нормам.

Определяются эквивалентные наружный и внутренний диаметры канала:

$$d_{н.э.} = \frac{4 \cdot F}{P} \quad (2.38)$$

$$d_{н.э.} = \frac{4 \cdot (2,58 \cdot 1,18)}{2 \cdot (2,58 + 1,18)} = 1,62 \text{ м}^2$$

$$d_{в.э.} = \frac{4 \cdot F}{P} \quad (2.39)$$

$$d_{в.э.} = \frac{4 \cdot (2,1 \cdot 0,9)}{2 \cdot (2,1 + 0,9)} = 1,26 \text{ м}^2$$

Коэффициент теплопроводности на внутренней и наружной поверхности канала принимается $\lambda = 8,1 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{С}}$ [2, стр.263]

Термическое сопротивление на внутренней поверхности канала:

$$R_{п.к.} = \frac{1}{\pi \cdot d_{в.э.} \cdot \lambda} \quad (2.39)$$

$$R_{п.к.} = \frac{1}{3,14 \cdot 1,26 \cdot 8,1} = 0,031 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Вт}}$$

Приняв коэффициент теплопроводности канала $\lambda_k = 2,04 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{С}}$, [5] находим термическое сопротивление стенок канала:

$$R_k = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_k} \cdot \ln \frac{d_{н.э.}}{d_{в.э.}}, \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Вт}} \quad (2.40)$$

$$R_k = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,04} \cdot \ln \frac{1,62}{1,26} = 0,02 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Вт}}$$

Определим термическое сопротивление грунта:

$$R_{гр} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{гр}} \cdot \ln \frac{4 \cdot h}{d_{н.э.}} \quad (2.41)$$

$$R_{гр} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,74} \cdot \ln \frac{4 \cdot 2,12}{1,62} = 0,15 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Вт}}$$

Общее термическое сопротивление канала и грунта:

$$R_0 = R_k + R_{п.к.} + R_{гр}$$

$$R_0 = 0,031 + 0,02 + 0,15 = 0,2 \frac{м^2 * °C}{Вт}$$

При одинаковых диаметрах подающего и обратного теплопроводов и одинаковой толщине слоя изоляции термическое сопротивление основного слоя изоляции для каждой трубы:

$$R_{и}^1 = \frac{1}{2 * \pi * \lambda_{из}} * \ln \frac{d_{и}}{d_{н}} \quad (2.42)$$

$$R_{и}^1 = \frac{1}{2 * 3,14 * 0,05} * \ln \frac{0,926}{0,426} = 2,47 \frac{м^2 * °C}{Вт}$$

Где $d_{и} = 0,926 м$ – наружный диаметр подающего и обратного трубопроводов с учетом слоя изоляции.

Термическое сопротивление покровного слоя для каждой трубы:

$$R_{пс}^{1,2} = \frac{1}{2 * \pi * \lambda_{пс}} * \ln \frac{d_{пс}}{d_{и}} \quad (2.43)$$

$$R_{пс}^1 = \frac{1}{2 * 3,14 * 0,3} * \ln \frac{0,939}{0,926} = 0,0007 \approx 0 \frac{м^2 * °C}{Вт}$$

Где $d_{пс} = 0,939 м$ – наружный диаметр подающего и обратного трубопроводов с учетом покровного слоя.

Термическое сопротивление поверхности стеклотекстолитного покрытия для каждой трубы:

$$R_{пп}^{1,2} = \frac{1}{\pi * d_{пс} * \lambda} \quad (2.43)$$

$$R_{пп}^1 = \frac{1}{3,14 * 0,939 * 8,1} = 0,04 \frac{м^2 * °C}{Вт}$$

Суммарное термическое сопротивление каждой трубы:

$$\sum R^1 = R_{и} + R_{п.с.} + R_{пп} \quad (2.44)$$

$$\sum R^1 = 2,47 + 0 + 0,04 = 2,52 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Температура воздуха в канале:

$$t_{\text{к}} = \frac{\frac{\tau_{\text{ср}}^1}{\sum R^1} + \frac{\tau_{\text{ср}}^2}{\sum R^2} + \frac{t_{\text{гр}}}{R_0}}{\frac{1}{\sum R^1} + \frac{1}{\sum R^2} + \frac{1}{R_0}} \quad (2.45)$$

$$t_{\text{к}} = \frac{\frac{78}{2,52} + \frac{49}{2,52} + \frac{7,1}{0,13}}{\frac{1}{2,52} + \frac{1}{2,52} + \frac{1}{0,13}} = 12,05 \text{°C}$$

Удельные теплотери изолированными подающими и обратными теплопроводами:

$$q_1 = \frac{\tau_{\text{ср}}^1 - t_{\text{к}}}{\sum R^1} \quad (2.46)$$

$$q_2 = \frac{\tau_{\text{ср}}^2 - t_{\text{к}}}{\sum R^2} \quad (2.47)$$

$$q_1 = \frac{78 - 12,05}{2,52} = 25,96 \frac{\text{Вт}}{\text{м}};$$

$$q_2 = \frac{49 - 12,05}{2,52} = 14,21 \frac{\text{Вт}}{\text{м}}$$

Суммарные удельные теплотери изолированных теплопроводов:

$$q^{\text{и}} = q_1 + q_2 \quad (2.48)$$

$$q^{\text{и}} = 25,96 + 14,21 = 40,18 \frac{\text{Вт}}{\text{м}}$$

Термическое сопротивление на поверхности неизолированного теплопровода:

$$R_H = \frac{1}{\pi * d_H * \lambda} \quad (2.49)$$

$$R_H = \frac{1}{3,14 * 0,426 * 8,1} = 0,09 \frac{\text{м}^2 * \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Температура воздуха в канале при неизолированных теплопроводах:

$$t'_k = \frac{\frac{78}{0,09} + \frac{49}{0,09} + \frac{7,1}{0,13}}{\frac{1}{0,09} + \frac{1}{0,09} + \frac{1}{0,13}} = 49,09\text{°C}$$

Удельные теплотери неизолированных подающего и обратного теплопроводов по формулам (45) и (46):

$$q_1^H = \frac{78 - 49,09}{0,09} = 313 \frac{\text{Вт}}{\text{м}};$$

$$q_2^H = \frac{49 - 49,09}{0,09} = -1 \frac{\text{Вт}}{\text{м}}.$$

Суммарные теплотери неизолированных теплопроводов:

$$q^H = q_1^H + q_2^H \quad (2.51)$$

$$q^H = 313 + (-1) = 312 \text{ Вт/м}$$

Эффективность тепловой изоляции:

$$\eta = \frac{q^H - q^H_i}{q^H} * 100\% \quad (2.52)$$

$$\eta = \frac{312 - 40,09}{312} * 100\% = 87\%$$

Эффективность изоляции высокая, поэтому оставляем ранее принятую толщину основного слоя изоляции.

Аналогично рассчитана теплоизоляция для других диаметров и приведена в таблице 10

Таблица 6 – Эффективность теплоизоляции и её необходимый объем-

Ди	Тип канала	Толщина δ , м	Эффект ивност ь%	макс δ	$V_{из}$ м ³
426	КЛ 210-90	0,2503	87	0,8	663,8557
325	КЛс 150-90	0,2503	88	0,7	198,9363
273	КЛс 150-90	0,2503	88	0,6	838,2707
108	КЛ 90-45	0,2503	96	0,4	917,4012
89	КЛ 60-45	0,2503	97	0,35	17,54632
76	КЛ 60-45	0,2503	97	0,35	432,2775
57	КЛ 60-45	0,2503	97	0,35	544,476
				Общий V	3613

3 ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ТЕПЛОВОЙ ПУНКТ

Главные цели тепловых пунктов – это распределение теплоносителя и защита теплосетей от утечек и гидравлических ударов. В тепловых пунктах предусматривается размещение оборудования, арматуры, приборов контроля, управления и автоматизации, посредством которых осуществляется:

преобразование вида теплоносителя или его параметров; контроль параметров теплоносителя; регулирование расхода теплоносителя и распределение его по системам потребления теплоты; отключение систем потребления теплоты; защита местных систем от аварийного повышения параметров теплоносителя; заполнение и подпитка систем потребления теплоты; учет тепловых потоков и расходов теплоносителя и конденсата; сбор, охлаждение, возврат конденсата и контроль его качества; аккумулирование теплоты; водоподготовка для систем горячего водоснабжения.[11]

В тепловом пункте в зависимости от его назначения и конкретных условий присоединения потребителей могут осуществляться все перечисленные функции или только их часть.

Кроме рабочих насосов на отопления и ГВС обязательно должны присутствовать резервные насосы. При длительном выключении электроэнергии или в случае возникновения ЧП жители не останутся надолго без горячей воды и отопления.[9]

В двухступенчатой последовательной схеме обе ступени подогревателя ГВС включены последовательно с системой отопления: 1 ступень - после системы отопления, вторая - до системы отопления. Регулятор расхода, установленный параллельно второй ступени подогревателя, чтобы поддерживать постоянный суммарный расход сетевой воды для абонентского ввода независимо от расхода сетевой воды на вторую ступень подогревателя. В часы максимальных нагрузок ГВС вся или большая часть сетевой воды проходит через вторую ступень подогревателя, охлаждается в ней и

поступает в систему отопления с температурой, ниже требуемой. При этом система отопления недополучает теплоту. Этот недоотпуск теплоты в систему отопления компенсируется в часы малых нагрузок горячего

горячего водоснабжения, когда температура сетевой воды, поступающей в систему отопления, выше требуемой при этой наружной температуре. Для этого теплоснабжающим организациям пришлось разработать и ввести в практику регулирования так называемый повышенный температурный график отпуска теплоты по совмещенной нагрузке отопления и горячего водоснабжения. Схема приведена в приложении

Двухступенчатая последовательная схема присоединения ВВП ГВС с зависимым присоединением систем отопления при отсутствии регуляторов расхода теплоты на отопление в ЦТП представлена в Приложении 8. 1 - ВВП; 2 - повысительно-циркуляционный насос ГВС (пунктиром - циркуляционный насос); 3 - регулирующий клапан с электроприводом; 4 - регулятор перепада давлений (прямого действия); 5 - водомер холодной воды; 6 - регулятор подачи теплоты на отопление, ГВС и ограничения максимального расхода сетевой воды на ввод; 7 - обратный клапан; 8 - корректирующий подмешивающий насос; 9 - теплосчетчик; 10 - датчик температуры; 11 - датчик расхода воды; 12 - сигнал ограничения максимального расхода воды из тепловой сети на ввод; 13 - датчик давления воды в трубопроводе; 14 - регулятор ограничения максимального расхода воды на ввод (прямого действия); 14а - датчик расхода воды, а виде сужающего устройства (камерная диафрагма); 15 - регулятор подачи теплоты на отопление; 16 - задвижка, нормально закрытая; 17 - регулятор подачи теплоты на ГВС (прямого действия); 21 - водомер горячеводный; А и Б - задвижки переключений В закрытых системах теплоснабжения рекомендуется предусматривать один ЦТП на микрорайон или группу зданий .[10]

Расчет водоподогревателя двухступенчатой схемы присоединения

Ниже приведен расчет водоподогревательных установок для систем горячего водоснабжения ЦТП-71 и ЦТП-70 на 14 домов, оборудованную водоподогревателями, состоящими из секций кожухотрубного типа с трубной системой из прямых гладких трубок и блоками опорных перегородок по [11]

Водоподогреватели присоединены к тепловой сети по двухступенчатой последовательной схеме с ограничением максимального расхода воды из тепловой сети на ввод.

Система отопления присоединена к тепловым сетям по зависимой схеме с автоматическим регулированием подачи теплоты.

Баки-аккумуляторы нагреваемой воды как в ЦТП, так и у потребителей отсутствуют.

Исходные данные для водоподогревательной установки ЦТП-71

1. Регулирование отпуска теплоты в системе централизованного теплоснабжения принято центральное, качественное по совмещенной нагрузке отопления и горячего водоснабжения.

2. Температура теплоносителя (греющей воды) в тепловой сети в соответствии с принятым для данной системы теплоснабжения графиком изменения температуры воды в зависимости от температуры наружного воздуха принята:

при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления $t_0 = -34 \text{ }^\circ\text{C}$:

в подающем трубопроводе $\tau_1 = 150 \text{ }^\circ\text{C}$;

в обратном трубопроводе $\tau_2 = 70 \text{ }^\circ\text{C}$;

в точке излома графика температуры $t'_H = 0,92$ °С;

в подающем трубопроводе $\tau'_1 = 78$ °С;

в обратном трубопроводе $\tau'_2 = 49$ °С.

3. Температура холодной водопроводной (нагреваемой) воды в отопительный период, поступающей в водоподогреватель I ступени, $t_c = 5$ °С.

4. Температура воды, поступающей в систему горячего водоснабжения на выходе из II ступени водоподогревателя $t_h = 65$ °С.

5. Максимальный тепловой поток на отопление потребителей, присоединенных к ЦТП-71, $Q_{\text{max}} = 720$ кВт.

6. Расчетная тепловая производительность водоподогревателей $Q^{\text{SP}}_h = 720$ кВт.

7. Максимальный расчетный секундный расход воды на горячее водоснабжение $g_h = 1,368$ л/с.

ЦТП-71

1. Максимальный расход сетевой воды на отопление. Берем значения из таблицы 1

$$G_{do} = \frac{3,6 \cdot Q_{0 \max}}{c(\tau_1 - \tau_2)} \quad (3.1)$$

$$G_{do} = 27,6 \text{ т/ч.}$$

2. Максимальный расход греющей воды на горячее водоснабжение

$$G_{dh \max} = \frac{3,6 \cdot 0,55 \cdot Q_{h \max}}{c(\tau'_1 - \tau'_2)} \quad (3.2)$$

$$G_{dh \max} = \frac{3,6 \cdot 0,55 \cdot 720}{4,2 \cdot (78 - 49)} = 11,7 \text{ т/ч.}$$

3. Для ограничения максимального расхода сетевой воды на ЦТП в качестве расчетного принимается больший из двух расходов, полученных по пунктам 1 и 2

$$G_d = G_{dh \max} = 27,6 \text{ т/ч.}$$

4. Максимальный расход нагреваемой воды через I и II ступени водоподогревателя

$$G_{h \max} = \frac{3,6 \cdot Q_{h \max}}{c(t_h - t_c)} \quad (3.3)$$

$$G_{h \max} = \frac{3,6 \cdot 720}{4,2 \cdot (65 - 5)} = 10,28 \text{ т/ч.}$$

5. Температура нагреваемой воды за водоподогревателем I ступени

$$t_h^I = \tau_1' - 5^\circ\text{C} \quad (3.4)$$

$$t_h^I = 43 - 5 = 37^\circ\text{C.}$$

6. Расчетная производительность водоподогревателя I ступени

$$Q_h^{SPI} = G_{h \max} \cdot (t_h^I - t_c) \cdot \left(\frac{c}{3,6}\right) \quad (3.5)$$

$$Q_h^{SPI} = 10,28 \cdot (37 - 5) \cdot \left(\frac{4,2}{3,6}\right) = 396 \text{ кВт.}$$

7. Расчетная производительность водоподогревателя II ступени

$$Q_h^{SPII} = Q_h^{SP} - Q_h^{SPI} \quad (3.6)$$

$$Q_h^{SPII} = 720 - 396 = 324 \text{ кВт}$$

8. Температура греющей воды на выходе из водоподогревателя II ступени τ_1^{II} и на входе в водоподогреватель I ступени τ_1^I .

$$\tau_1^{II} = \tau_1^I = \tau_1' - \frac{3,6 \cdot Q_h^{SPII}}{c \cdot G_d} \quad (3.7)$$

$$\tau_1^{II} = 78 - \frac{3,6 \cdot 324}{4,2 \cdot 27,6} = 67,9^\circ\text{C.}$$

9. Температура греющей воды на выходе из водоподогревателя I ступени была принята 15°C , согласно требованиям [11]

$$\tau_2^I = \tau_1' - \frac{3,6 \cdot Q_h^{SP}}{c \cdot G_d} \quad (3.8)$$

$$\tau_2^I = 78 - \frac{3,6 \cdot 720}{4,2 \cdot 27,6} = 55,3^\circ\text{C}.$$

Так как $\tau_2^I < 15^\circ\text{C}$, то принимаем $\tau_2^I = 15^\circ\text{C}$ и пересчитываем пункты 4, 8 и 9.

$$G_{dh \max} = \frac{3,6 \cdot 720}{4,2 \cdot (78 - 15)} = 9,8 \text{ т/ч}.$$

$$\tau_1^{II} = 78 - \frac{3,6 \cdot 324}{4,2 \cdot 9,8} = 49,66^\circ\text{C}.$$

$$\tau_2^I = 78 - \frac{3,6 \cdot 720}{4,2 \cdot 9,8} = 15^\circ\text{C}.$$

10. Среднелогарифмическая разность температур между греющей и нагреваемой водой для I ступени водоподогревателя.

$$\Delta\tau_{\text{ср}}^I = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_M}{2,3 \lg \frac{\Delta t_6}{\Delta t_M}} \quad (3.9)$$

$$\Delta\tau_{\text{ср}}^I = \frac{(49 - 37) - (15 - 5)}{2,3 \lg \frac{12}{10}} = 11,5^\circ\text{C}$$

11. Среднелогарифмическая разность температур между греющей и нагреваемой водой для II ступени водоподогревателя

$$\Delta\tau_{\text{ср}}^{II} = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_M}{2,3 \lg \frac{\Delta t_6}{\Delta t_M}} \quad (3.10)$$

$$\Delta\tau_{\text{ср}}^{II} = \frac{(78 - 65) - (49 - 37)}{2,3 \lg \frac{15}{12}} = 14^\circ\text{C}$$

12. Определяем необходимое сечение трубок водоподогревателя при скорости воды в трубках $W_{\text{тр}} = 1 \text{ м/с}$ и двухпоточной схеме включения

$$f_{\text{усл}}^{\text{тр}} = \frac{G_{h \max}}{2 \cdot 3600 \cdot W_{\text{тр}} \cdot \rho} \quad (3.11)$$

$$f_{\text{усл}}^{\text{тр}} = \frac{10280}{2 \cdot 3600 \cdot 1 \cdot 10^3} = 0,001 \text{ м}^2.$$

По табл. 1 [11] и полученной величине $f_{\text{усл}}^{mp}$ подбираем тип водоподогревателя со следующими характеристиками:

$$f_{\text{тр}} = 0,00154 \text{ м}^2;$$

$$D_H = 89 \text{ мм};$$

$$f_{\text{мтр}} = 0,00327 \text{ м}^2;$$

$$d_{\text{экв}} = 0,0172 \text{ м};$$

$$f_{\text{сек}} = 1,88 \text{ м}^2 \text{ (при длине секции 4 м);}$$

13. Скорость воды в трубках при двухпоточной компоновке

$$W_{\text{тр}} = \frac{G_{h \text{ max}}}{2 \cdot 3600 \cdot f_{\text{тр}} \cdot \rho} \quad (3.12)$$

$$W_{\text{тр}} = \frac{10280}{2 \cdot 3600 \cdot 0,00154 \cdot 10^3} = 1 \text{ м/с.}$$

14. Скорость воды в межтрубном пространстве при двухпоточной компоновке

$$W_{\text{мтр}} = \frac{G_d}{2 \cdot 3600 \cdot f_{\text{мтр}} \cdot \rho} \quad (3.13)$$

$$W_{\text{мтр}} = \frac{10280}{2 \cdot 3600 \cdot 0,00327 \cdot 10^3} = 0,53 \text{ м/с.}$$

15. Расчет водоподогревателя I ступени:

а) средняя температура греющей воды

$$t_{\text{ср}}^{\text{гр}} = \frac{t_{\text{вх}}^{\text{гр}} + t_{\text{вых}}^{\text{гр}}}{2} \quad (3.14)$$

$$t_{\text{ср}}^{\text{гр}} = \frac{49 + 15}{2} = 32,5^\circ\text{C}$$

б) средняя температура нагреваемой воды

$$t_{\text{ср}}^{\text{н}} = \frac{t_{\text{вх}}^{\text{н}} + t_{\text{вых}}^{\text{н}}}{2} \quad (3.15)$$

$$t_{\text{cp}}^{\text{H}} = \frac{5+37}{2} = 21^{\circ}\text{C}.$$

в) коэффициент теплопередачи от греющей воды к стенке трубки

$$\alpha_1 = 1,16 \cdot \left[1210 + 18 \cdot t_{\text{cp}}^{\text{H}} - 0,038 \cdot (t_{\text{cp}}^{\text{H}})^2 \right] \cdot \frac{W_{\text{тр}}^{0,8}}{d_{\text{эКВ}}^{0,2}} \quad (3.16)$$

$$\alpha_1 = 1,16 \cdot [1210 + 18 \cdot 32,5 - 0,038 \cdot 32,5^2] \cdot \frac{0,53^{0,8}}{0,0172^{0,2}} = 2760 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}$$

г) коэффициент теплоотдачи от стенки трубки к нагреваемой воде

$$\alpha_2 = 1,16 \cdot \left[1210 + 18 \cdot t_{\text{cp}}^{\text{H}} - 0,038 \cdot (t_{\text{cp}}^{\text{H}})^2 \right] \cdot \frac{W_{\text{тр}}^{0,8}}{d_{\text{эКВ}}^{0,2}} \quad (3.16)$$

$$\alpha_2 = 1,16 \cdot [1210 + 18 \cdot 21 - 0,038 \cdot 21^2] \cdot \frac{1^{0,8}}{0,0172^{0,2}} = 4107 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}$$

д) коэффициент теплопередачи при $\beta = 0,95$

$$k^I = \frac{\Psi \cdot \beta}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\lambda_{\text{ост}}}{\lambda_{\text{ст}}}} \quad (3.17)$$

$$k^I = \frac{1,2 \cdot 0,95}{\frac{1}{2760} + \frac{1}{4107} + \frac{0,001}{105}} = 1852 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}$$

Коэффициент ψ принят равным 1,2 для шероховатых трубок;

е) требуемая поверхность нагрева водоподогревателя I ступени

$$F_{\text{тр}}^I = \frac{Q_h^{SPI}}{k^I \cdot \Delta t_{\text{cp}}^I} \quad (3.18)$$

$$F_{\text{тр}}^I = \frac{396000}{1852 \cdot 11,5} = 18,59 \text{ м}^2.$$

ж) число секций водоподогревателя I ступени при длине секции 4 м

$$N^I = \frac{F^I}{2 \cdot f_{\text{сек}}} \quad (3.19)$$

$$N^I = \frac{18,59}{2 \cdot 1,88} = 4,94 \text{ секции.}$$

Принимаем 5 секций в одном потоке; действительная поверхность нагрева

$$F^I = 2 \cdot f_{\text{сек}} \cdot N^I \quad (3.20)$$

$$F^I = 2 \cdot 1,88 \cdot 5 = 18,8 \text{ м}^2.$$

16. Расчет водоподогревателя II ступени (аналогичен расчету I ступени):

а) средняя температура греющей воды

$$t_{\text{ср}}^{\text{гр}} = \frac{79+49}{2} = 65^\circ\text{C}.$$

б) средняя температура нагреваемой воды

$$t_{\text{ср}}^{\text{н}} = \frac{37+65}{2} = 51^\circ\text{C}.$$

в) коэффициент теплопередачи от греющей воды к стенке трубки

$$\alpha_1 = 1,16 \cdot [1210 + 18 \cdot 65 - 0,038 \cdot 65^2] \cdot \frac{0,53^{0,8}}{0,0172^{0,2}} = 3491 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}.$$

г) коэффициент теплоотдачи от стенки трубки к нагреваемой воде

$$\alpha_2 = 1,16 \cdot [1210 + 18 \cdot 51 - 0,038 \cdot 51^2] \cdot \frac{1^{0,8}}{0,0172^{0,2}} = 5304 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}.$$

д) коэффициент теплопередачи при $\beta = 0,95$

$$k^{II} = \frac{1,2 \cdot 0,95}{\frac{1}{3491} + \frac{1}{5304} + \frac{0,001}{105}} = 2352 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}.$$

Коэффициент ψ принят равным 1,2 для шероховатых трубок;

е) требуемая поверхность нагрева водоподогревателя II ступени

$$F_{\text{тр}}^{II} = \frac{324000}{2352 \cdot 1,2} = 9,8 \text{ м}^2.$$

ж) число секций водоподогревателя II ступени при длине секции 4 м

$$N^{II} = \frac{9,8}{2 \cdot 1,88} = 2,6 \text{ секции.}$$

Принимаем 3 секции в одном потоке; действительная поверхность нагрева

$$F^{II} = 2 \cdot 1,88 \cdot 3 = 11,28 \text{ м}^2$$

В результате расчета получилось 3 секции в водоподогревателе II ступени и 5 в водоподогревателе I ступени суммарной поверхностью нагрева 30,08 м².

17. Потери давления в водоподогревателях для воды, проходящей в трубках (с учетом $\varphi = 2$)

$$\Delta P_{\text{н}} = \varphi \cdot 5 \cdot \left(\frac{g_{\text{н}}}{f_{\text{тр}} \cdot \rho} \right)^2 \cdot N \quad (3.21)$$

$$\Delta P_{\text{н}} = 2 \cdot 5 \cdot \left(\frac{1,368}{2 \cdot 0,00154 \cdot 10^3} \right)^2 \cdot 10 = 84,27 \text{ кПа}$$

для воды, проходящей в межтрубном пространстве

$$\Delta P_{\text{гр}} = B \cdot W_{\text{мтр}}^2 \cdot N \quad (3.22)$$

$$\Delta P_{\text{гр}} = 30 \cdot 0,53^2 \cdot 10 = 115,34 \text{ кПа}$$

Коэффициент B принимается по табл. 3 [5].

Исходные данные для водоподогревательной установки ЦТП-70

1. Регулирование отпуска теплоты в системе централизованного теплоснабжения принято центральное, качественное по совмещенной нагрузке отопления и горячего водоснабжения.

2. Температура теплоносителя (греющей воды) в тепловой сети в соответствии с принятым для данной системы теплоснабжения графиком

изменения температуры воды в зависимости от температуры наружного воздуха принята:

при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления $t_0 = -34 \text{ }^\circ\text{C}$:

в подающем трубопроводе $\tau_1 = 150 \text{ }^\circ\text{C}$;

в обратном трубопроводе $\tau_2 = 70 \text{ }^\circ\text{C}$;

в точке излома графика температуры $t'_H = 0,92 \text{ }^\circ\text{C}$;

в подающем трубопроводе $\tau'_1 = 78 \text{ }^\circ\text{C}$;

в обратном трубопроводе $\tau'_2 = 49 \text{ }^\circ\text{C}$.

3. Температура холодной водопроводной (нагреваемой) воды в отопительный период, поступающей в водоподогреватель I ступени, $t_c = 5 \text{ }^\circ\text{C}$.

4. Температура воды, поступающей в систему горячего водоснабжения на выходе из II ступени водоподогревателя $t_h = 65 \text{ }^\circ\text{C}$.

5. Максимальный тепловой поток на отопление потребителей, присоединенных к ЦТП-70, $Q_{\text{max}} = 2058 \text{ кВт}$.

6. Расчетная тепловая производительность водоподогревателей $Q^{\text{SP}}_h = 2058 \text{ кВт}$.

7. Максимальный расчетный секундный расход воды на горячее водоснабжение $g_h = 1,76 \text{ л/с}$.

Расчет водоподогревателя для ЦТП-70 производится аналогично результаты приведены ниже:

Количество секций: 1 ступень-6 секций; 2я ступень-3 секции

Общая площадь: $125,64 \text{ м}^2$

Потери давления: 72,14 кПа

Подбор насосов

Для закрытых систем теплоснабжения требуемый напор $H_{тр}$ в водопроводе перед системой горячего водоснабжения определяется по формуле:

$$H_{тр} = \Delta H_{сч} + \Delta H_{п} + \Delta H_{вп} + \Delta H_{г} + H_{св} \quad (3.23)$$

где $\Delta H_{п}$ - потери напора в подающем трубопроводе системы горячего водоснабжения, принимаем согласно гидравлическому расчету (Приложение 4):

$$\Delta H_{п} = 0.026 \text{ м};$$

$\Delta H_{вп}$ - потери напора в водоподогревателе, принимаем согласно расчету водоподогревателя:

$$\Delta H_{вп} = 8,427 \text{ м};$$

$H_{св}$ - свободный напор, принимаем по [1]. Для ванны со смесителем:

$$H_{св} = 3 \text{ м};$$

$\Delta H_{г}$ - геометрическая высота подъема воды: расстояние по вертикали от ввода водопровода до верхнего водоразборного прибора:

$$\Delta H_{г} = 45 \text{ м}.$$

$\Delta H_{сч}$ - потери напора в счётчиках расхода воды: принимаем 0 т.к. устанавливается ультразвуковой расходомер US-800 предназначен для измерения и учета текущего расхода и накопления объема жидкости (температурой до 200 град), протекающей под давлением (до 25 МПа) в трубопроводе диаметром от 15 до 2000 мм, а также фиксации этих величин в глубоких архивах (часовых до 2880 значений, сут, мес), вывод информации по цифровым каналам связи, на ПК, по GSM-модему. [17]

$$H_{тр} = 0 + 0.026 + 8,427 + 45 = 53,026 \text{ м} = 530,026 \text{ кПа}.$$

Напор на вводе $H_{вв} = 10 + (9 * 4) = 460 \text{ кПа}$ Согласно СНиП 2.04.02-84 п. 2.26. Минимальный свободный напор в сети водопровода населенного пункта при максимальном хозяйственно-питьевом водопотреблении на вводе

в здание над поверхностью земли должен приниматься при одноэтажной застройке не менее 10 м, при большей этажности на каждый этаж следует добавлять 4 м.

$$(530,026 \text{ кПа} > 460 \text{ кПа}) \rightarrow H_{\text{тр}} < H_{\text{вв}}$$

Напор на вводе меньше требуемого напора, устанавливаем циркуляционно-повысительный насос.

Циркуляционно-повысительный насос подбирается по каталогу[12]: grundfos MAGNA3 40-150 F N - 97924352

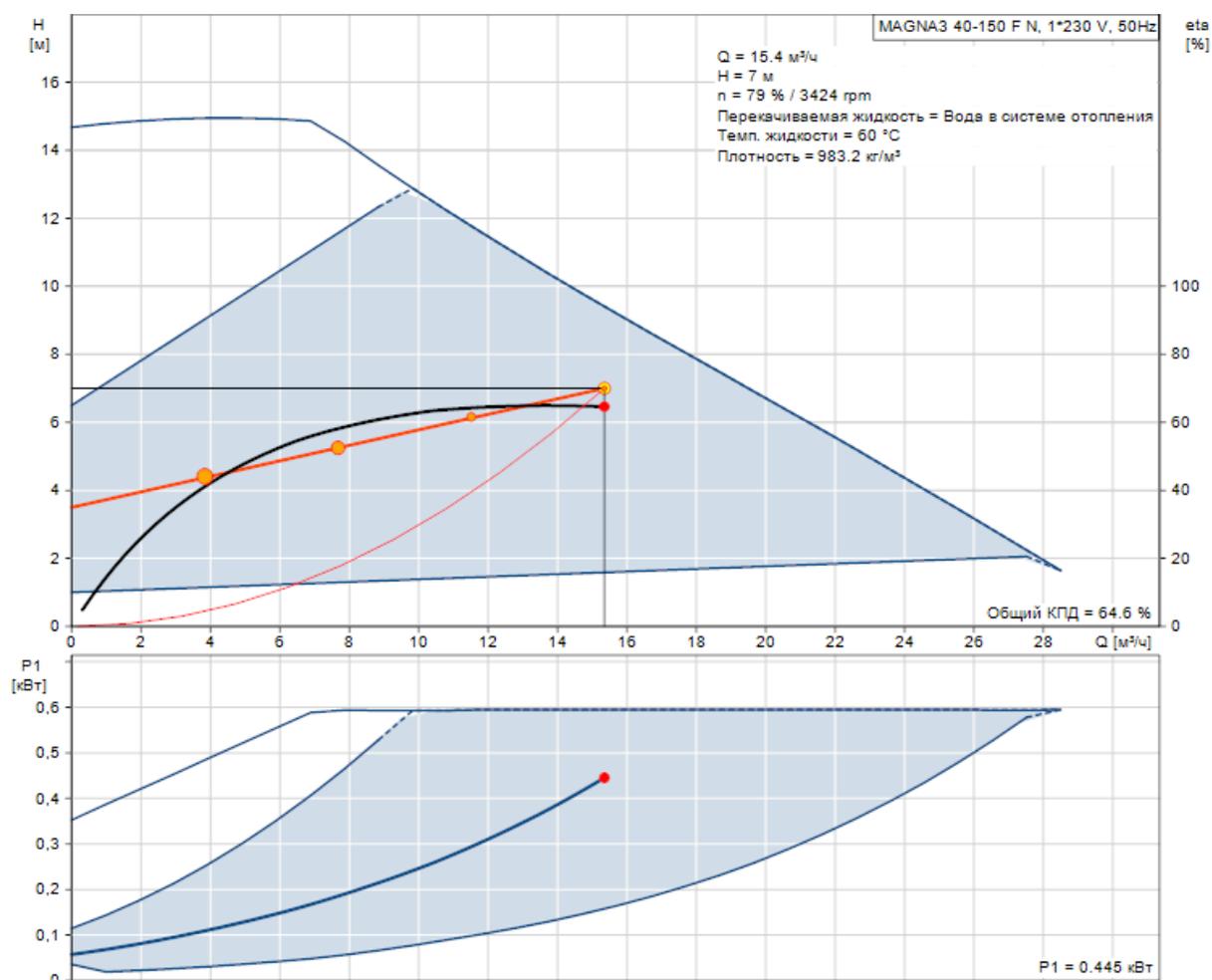


Рисунок 3-Характеристика циркуляционно-повысительного насоса

Т.к. Давление в подаче основной магистрали равно 80 м, а давление на реконструированном участке 71,106м, то необходимо установка регулятора давления «до себя» фирмы Dunfoss

4 АВТОМАТИЗАЦИЯ ЦТП

Начиная с 80-х годов, из-за начала строительства зданий большой этажности (12 этажей и больше) и ужесточением требований к надежности теплоснабжения получили толчок к развитию изолированные схемы присоединения систем отопления с помощью водо-водяных подогревателей. [10]

В системах отопления закрытого типа циркуляция воды осуществляется циркуляционным насосом, а гидравлический режим становится изолированным от режима в тепловой сети. Ограничение максимально допустимого в обратной линии теплосети пьезометрического напора в 0,6 МПа (60 м вод. ст.) при этом снимается, что увеличивает надежность системы. [10]

Подпитку такой системы производят за счет сетевой воды под давлением в трубопроводах тепловой сети. Статический режим ее в этом случае поддерживается благодаря закрытому расширительному сосуду системы отопления. [10]

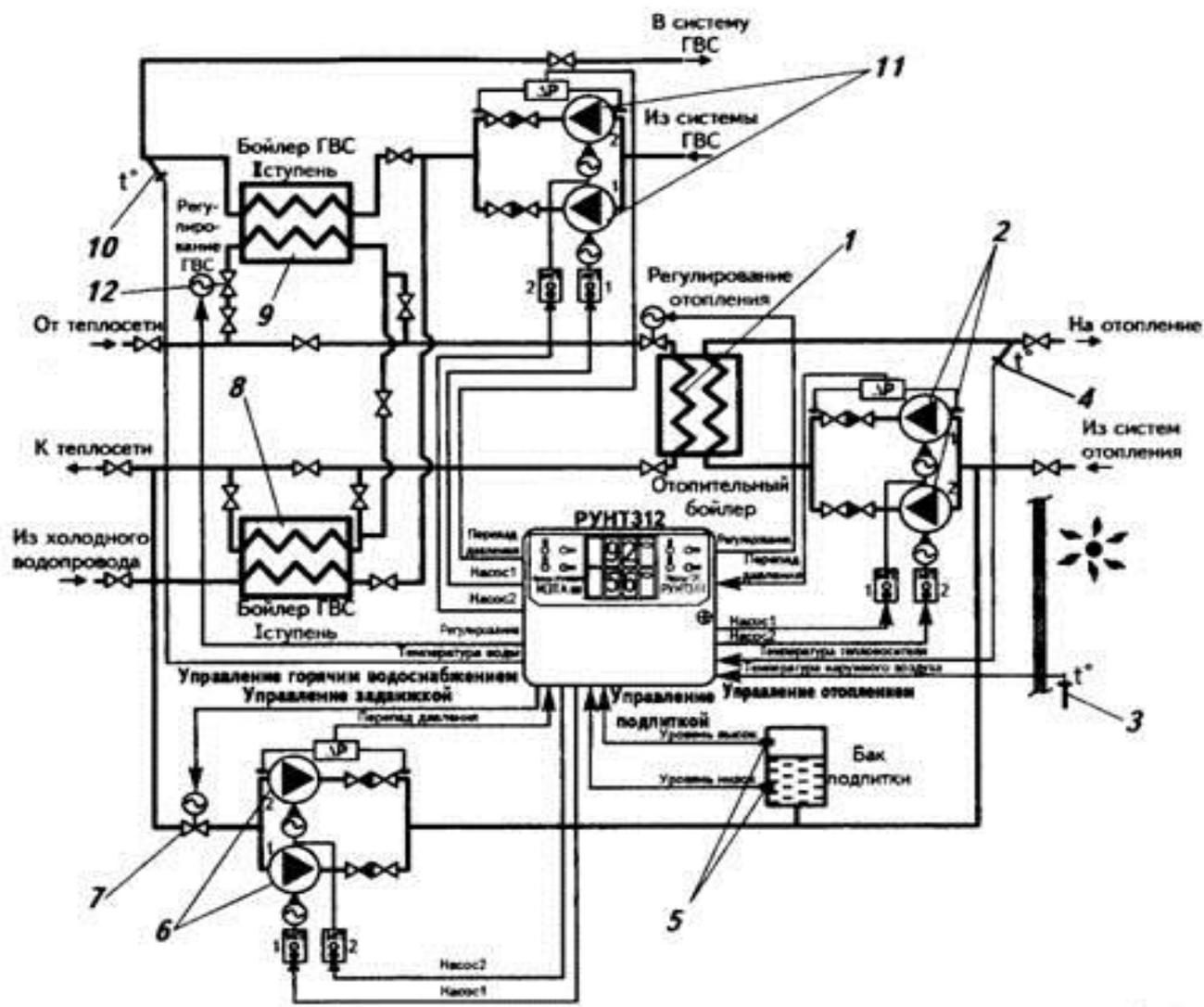


Рисунок 2.- Принципиальная схема применения автоматического регулятора РУНТ 312 в ЦТП для теплоснабжения систем отопления и горячего водоснабжения зданий:

Описание:

1 - водо-водяной теплообменник для нагрева циркуляционной воды в системе отопления здания; 2 - два циркуляционных насоса (один запасной) с электронным управлением частоты вращения для системы отопления; 3 - датчик контроля температуры наружного воздуха; 4 - датчик контроля начальной температуры воды в системе отопления; 5 - датчик контроля уровня воды в системе отопления; 6 - два подпиточных насоса (один резервный) подачи воды из системы теплоснабжения для подпитки контура

циркуляции системы отопления; 7 - автоматический запорный клапан на трубопроводе забора подпиточной воды из обратного трубопровода системы централизованного теплоснабжения; 8 - водо-водяной теплообменник первой ступени нагрева водопроводной воды на горячее водоснабжение здания; 9 - водо-водяной теплообменник второй ступени нагрева водопроводной воды на горячее водоснабжение здания; 10 - датчик контроля температуры воды горячего водоснабжения на уровне 60 °С; 11 - насосы (один резервный) циркуляции воды в системе горячего водоснабжения здания; 12 - автоматический вентиль на трубопроводе подачи горячей воды из подающего трубопровода сети теплоснабжения [10]

5 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

5.1. Определение объёмов работ

Общая протяжённость проектируемой тепловой сети составляет 2100 м, монтаж выполняется в шесть захваток.

Для определения объёмов земляных работ определяются наружные размеры лотков каналов (таблица 7)

Таблица 7 – Типы, размеры, количество лотков каналов

тип канала	длина	Размеры наружные			количество		
		ширина А	высота В	длина L	длина Lд	станд.	доборные
	м	м	м	м	м	шт	шт
КЛ60-45	720	0,78	0,63	3	2	187	1
КЛ90-45	319	1,15	0,78	3	2	224	0
КЛс150-90	644	1,74	1,07	3	2	149	1
КС 210-90	417	2,580	1,180	3	2	139	0

Длина захватки определяется без учёта тепловых камер и колодцев по формуле (4.1), м: Захватка 1 участок 1,2,3,4,5,6,7

$$l = l_{\text{ЗАХ}} - l_{\text{КАМ}} - l_{\text{К}} \cdot n \quad (5.1)$$

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

$l_{\text{зах}}$ – длина захватки, м;

$l_{\text{к}}$ – диаметр колодцев, м;

n – число колодцев.

Захватка: $l = 1061,4 - 2,85 - 1,5 * 5 = 1051,05 \text{ м}$

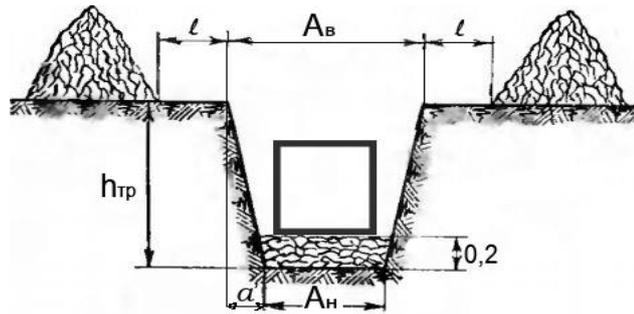


Рисунок 3. Монтажное расположение канала КЛ 210-90 в траншее

Средняя глубина траншеи на захватке (заглубление) определяется по формуле (4.2), м:

$$h_{cp} = \frac{\sum_1^n h}{n}, \quad h_{cp} = \frac{1,1 + 1,5 + 2}{3} = 1,33 \text{ м} \quad (5.2)$$

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

n – число сечений, определяется по участкам, где разность отметок поверхности земли, равна 0,5 м.

Объём траншеи с откосами определяется по формуле (4.3), м³:

$$V_{тр} = (h_{тр} \cdot (A_n + 0,2) + m \cdot h_{тр}^2) \cdot l, \quad (5.3)$$

где m – коэффициент крутизны откосов траншей, при данном виде грунта и глубине выемки 1,5 м равен 0 (глинистые) [Методичка прил.2].

Ширина траншеи по верху определяется по формуле (4.4), м:

$$A_b = A_n + 0,2 + 2 \cdot a' \quad (5.4)$$

где A_n – наружная ширина канала, м;

a' – определяется по формуле (5.4;5.5), м:

$$a' = h_{mp} \cdot m \quad (5.5)$$

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

$$a' = 1,53 \cdot 0 = 0 \text{ м}$$

$$Aв = 2,58 + 0,2 + 2 \cdot 0 = 2,78 \text{ м}$$

$$V_{TP} = (1,53 \cdot (2,58 + 0,2) + 0 \cdot 1,53^2) \cdot 1051,05 = 4470,53 \text{ м}^3$$

Определяются объёмы котлованов для камер:

Длина дна котлована камеры определяется по формуле (5.4;5.6):

$$Aн = a_{кам} + 0,5 \quad (5.6)$$

Ширина дна котлована камеры определяется по формуле (4.7):

$$Bн = b_{кам} + 0,5 \quad (5.7)$$

Длина верха котлована камеры определяется по формуле (4.8):

$$Aв = Aн + 2 \cdot a' \quad (5.8)$$

Ширина верха котлована камеры определяется по формуле (4.9):

$$Bв = Bн + 2 \cdot b' \quad (5.9)$$

Площадь камеры по низу определяется по формуле (4.10):

$$Fн = Aн \cdot Bн \quad (5.10)$$

Площадь камеры по верху определяется по формуле (4.11):

$$Fв = Aв \cdot Bв \quad (5.11)$$

Объём котлована камеры определяется по формуле (4.12):

$$V_{КОТ} = \frac{1}{3} Hк (Fв + Fн + \sqrt{Fв + Fн}) \quad (5.12)$$

где H_k – глубина заложения камеры, определяется по формуле (4.13), м:

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

где h равна 0,5 м.

Размеры камеры 3х3 м.

$$A_n = 3,2 + 0,5 = 3,7 м$$

$$B_n = 3,2 + 0,5 = 3,7 м$$

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

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

$$F_n = 3,7 \cdot 3,7 = 13,69 м^2$$

$$F_v = 5,24 \cdot 5,24 = 27,46 м^2$$

$$H_k = 0,5 + 2,31 + 0,2 = 3,01$$

$$V_{КОТ} = \frac{1}{3} \cdot 3,01 \cdot (27,46 + 13,69 + \sqrt{27,46 + 13,69}) = 382,43 м^3$$

Объем 1 котлована составляет 382,43 м³.

Объем дренажных колодцев:

$$V_{КОЛ} = 3,14 \cdot 1,5^2 / 4 \cdot 10 = 19,1 м^3$$

Суммарный объём дренажных колодцев составляет 1,91 м³

Определяются объёмы существующих коммуникаций:

$$V_{1КАН}' = (2,58 \cdot 1,18) \cdot 417 = 1269 м^3$$

$$V_{1КАН}' = (1,74 \cdot 1,07) \cdot 644 = 1198 м^3$$

$$V_{1КАМ}' = (3,2 \cdot 3,2 \cdot 2,4) \cdot 1 = 24,5 м^3$$

$$V_{\text{Колдр}}' = 3,14 \cdot 1,5^2 / 4 \cdot 1 = 1,77 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{Колкомн}}' = 3,14 \cdot 1,5^2 / 4 \cdot 5 = 8,85 \text{ м}^3$$

Объём обратной засыпки определяется по формуле (4.16):

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

где V_o – объём отвала, определяется по формуле (4.17), м^3 :

$$V_o = V_{\text{ТР}} + V_{\text{КОТЛ}} + V_{\text{кол}} + V_{\text{КООМ}} \quad (5.15)$$

где «'» означает, что это объёмы существующих коммуникаций.

Объём избыточного грунта определяется по формуле (4.18), м^3 :

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

где K_p – коэффициент разрыхления грунта, равный, согласно 1,24

$$V_o = 4470 + 42,5 + 1,77 = 4514 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{обр}}^{\text{зас}} = \frac{(4514,27 - 2502,12)}{1,24} = 1622 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{ИЗБ}} = 4514 \cdot 1,24 - 1622 = 3102,36 \text{ м}^3$$

Площадь планировки определяется по формуле (4.19), м^2 :

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

где $A_{\text{ср}}$ – средняя величина между шириной по верху траншеи и котлована захватке, определяется по формуле (4.20), м;

$l_{\text{зах}}$ – длина захватки, м.

$$A_{\text{ср}} = \frac{A_{\text{В}}^{\text{ТР}} + A_{\text{В}}^{\text{КОТЛ}}}{2} \quad (5.18)$$

где $A_{в}^{TP}$ – длина траншеи по верху, м;

$A_{в}^{котл}$ – длина котлована по верху, м.

1 захватка:

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

$$F_{пл} = (3,25 + 4) \cdot 1061,4 = 7695,15 м^2$$

Площадь вскрытия и восстановления дорожного полотна определяется по формуле (4.21), м²:

$$F_{\delta} = (A_{с}^{TP} + 0,2) l_{дор} \cdot n \quad (5.19)$$

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

n – количество транспортных коммуникаций, шт.

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

Данные расчётов сводятся в таблицу 8.

Таблица 8-Ведомость земляных работ

№ захватки	Общий $V_{о}, м^3$	Объем конструкций, $V_{к}, м^3$	Объем обратной засыпки, $V_{обр}, м^3$	Объем избыточного грунта, $V_{изб}, м^3$	Площадь планировки, $F_{пл}, м^2$	Площадь дорожного покр., $F_{дор}, м^2$
I	4514	2502,12	2495	3102,36	7695,15	150,14
II	1215	146	960	546	1219	50
III	1015	116	799	460	917	25
IV	1316	161	1042	590	1371	61
V	2096	278	1670	928	2545	126
VI	1581	201	1255	705	1770	101

Далее составляется спецификация плетей трубопроводов, которая приведена в Приложении 6

5.2 Определение трудоёмкости строительных и монтажных работ

Расчёт трудоёмкости СМР производится согласно [13,14] по ранее подсчитанным объёмам работ.

Трудоёмкость работ определяется по формуле (5.20), чел-дн, маш-см:

$$T_p = \frac{H_{BP} \cdot V}{8,2} \quad (5.20)$$

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.

Расчет приведен в Приложении 7

6. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Монтаж теплопроводов систем теплоснабжения должен производиться в соответствии с требованиями безопасности, санитарии и гигиены, которые установлены строительными нормами и правилами по безопасности труда в строительстве.

Работа монтажников санитарно-технических систем в монтаже системы теплоснабжения

6.1. Технологическая характеристика объекта

1.1. г. Набережные челны. Участок № 4. Реконструкция теплоснабжения.

Таблица 9 - 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	Соединение труб	Сварка стальных труб	Газосварщик 11620	Газосварочный аппарат	Газовый баллон, шлифовальная машинка

6.2. Идентификация профессиональных рисков

Оценка производственных рисков - система мероприятий, направленных на выявление факторов способных нанести вред здоровью или жизни человека на рабочем месте. В результате выполнения технологического процесса, согласно [ГОСТ 12.0.003-74] на рабочего воздействуют производственные факторы, которые представлены в таблице 2

Таблица 2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
1	Соединение труб газовой сваркой	Повышенный уровень вибрации и шума на рабочем месте	При работе с газовой горелкой
2		Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	При попадании пыли флюсов, подгорания масла
3		Излишняя яркость	УФ и ИК радиация
4		Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Пламя горелки
6		Поступление в зону дыхания сварочных аэрозолей, содержащих в составе твердой фазы оксиды различных металлов	При нагреве поверхностей

6.3. Методы и средства снижения профессиональных рисков

Методы по снижению и устранению вредного фактора представлены в таблице 3. Средства выбраны в соответствии с нормами

Таблица 3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№п/п	Опасный и вредный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения, устранения опасного и вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Повышенный уровень вибрации и шума на рабочем месте	Статическая и динамическая балансировка прибора	Противочумный наушник, беруши, перчатки краги
2	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Гигиеническое нормирование содержание аэрозолей в воздухе рабочей зоны	Респираторы, маски и полумаски фильтрующие
3	Излишняя яркость	Экранирование участка сварочных работ	Защитные щитки для сварщика с крепление на каске
4	Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Экранирование участка сварочных работ	Костюм сварщика брезентовый, перчатки краги, ботинки сварщика
5	Поступление в зону дыхания сварочных аэрозолей, содержащих в составе твердой фазы оксиды различных металлов	Гигиеническое нормирование содержание аэрозолей в воздухе рабочей зоны	Респираторы, маски и полумаски фильтрующие

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

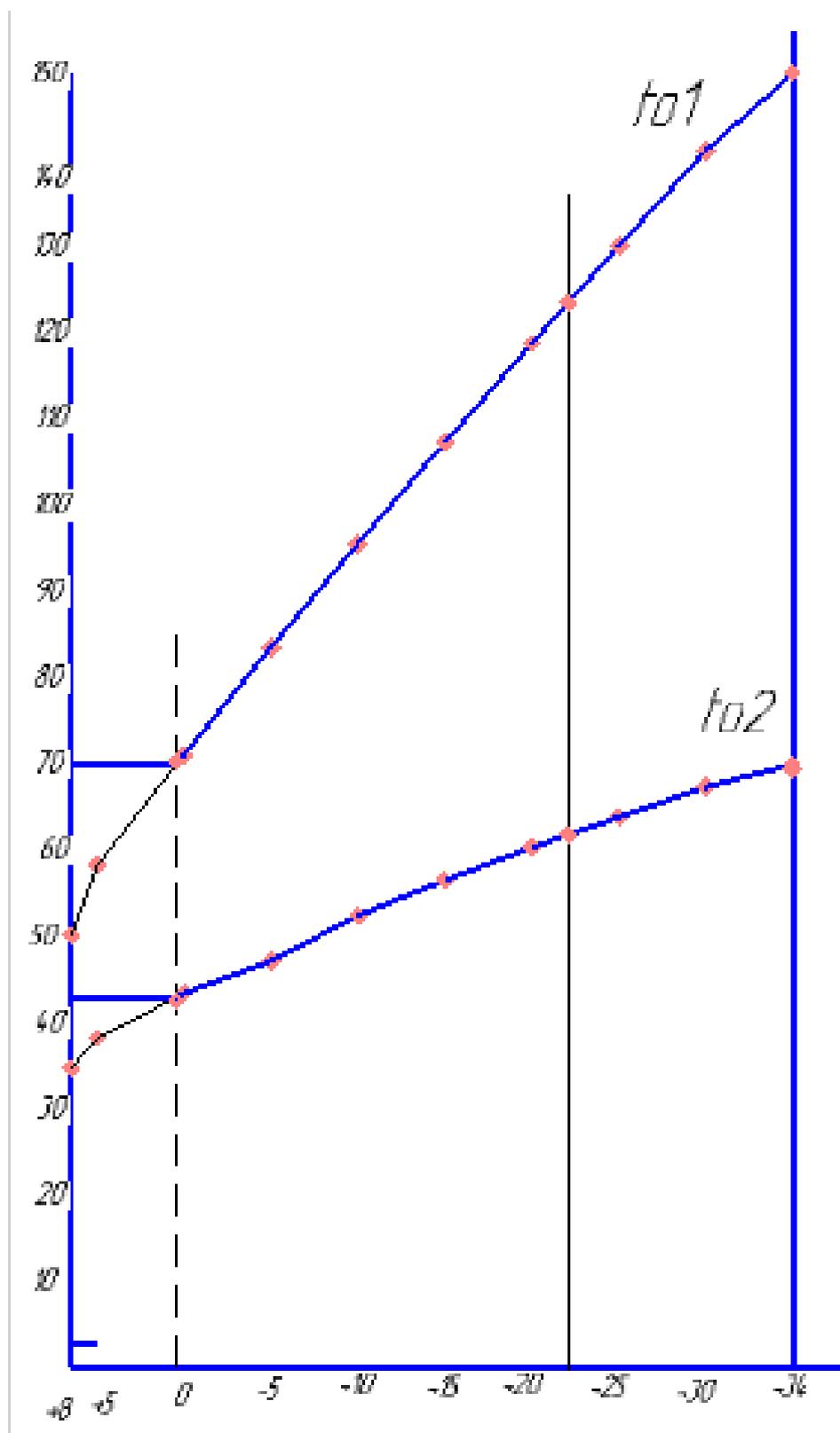
1. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2013. - 426 с.
2. Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей / под ред. инж. А. А. Николаева. — М.: Стройиздат, 1965г. — 360с.
3. Учебное пособие для вузов. Теплоснабжение / под ред. В.Е. Козина, М.: Высш. школа, 1980. - 408 с.
4. СНиП 41-02-2003. Тепловые сети / Госстрой России. - М.: ГП ЦПП, 2003. - 48 с.
5. СП 61.13330.2012. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов / Госстрой России.- М.: ГУП ЦПП, 2012. - 52 с.
6. СНиП 2.04.14-88*. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов / Госстрой России.- М.: ГП ЦПП, 1997. - 49 с.
7. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей: Справочник / В.И. Манюк [и др.]. 3-е изд., перераб. и доп. – М.:Стройиздат, 1988. – 432 с.
8. Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учеб. для вузов. 6-е изд., перераб./ Е.Я. Соколов. - М.: Издательство МЭИ, 1999 - 472 с.
9. Центральный тепловой пункт // <http://www.stm-m.ru/produktsiya/teplovye-punkty/> (дата обращения: 25.05.2016).
10. Принципиальные схемы тепловых пунктов (ЦТП) // http://www.baurum.ru/_library/?cat=heat-consumption&id=4018 (дата обращения: 25.05.2016).
11. СП 41-101-95 "Проектирование тепловых пунктов" // <http://files.stroyinf.ru/data1/4/4920/#i286702> (дата обращения: 18.05.2016).
12. Подбор насосов <http://ru.grundfos.com/documentation/gpc.html> (дата обращения: 20.05.2016).
13. ЕНиР Сборник Е2. Земляные работы. Выпуск 1. Механизированные и ручные земляные работы (Докипедия: ЕНиР Сборник Е2. Земляные работы. Выпуск 1. Механизированные и ручные земляные работы)

- [Электронный ресурс] Режим доступа:
[//http://dikipedia.ru/document/3904045](http://dikipedia.ru/document/3904045) (дата обращения: 20.05.2016).
14. ЕНиР Сборник Е22. Сварочные работы. Выпуск 2. Трубопроводы
[Электронный ресурс] Режим доступа:
[// http://docs.cntd.ru/document/1200001107](http://docs.cntd.ru/document/1200001107) (дата обращения: 20.05.2016).
15. ГОСТ 12.1.040-83* "ССБТ. Лазерная безопасность. Общие положения"
Правила по охране труда при термической обработке металлов ПОТ Р М
005-97" от 1998-08-01 [Электронный ресурс] Режим доступа:
<http://www.docload.ru/Basesdoc/7/7574/index.htm>
16. ГОСТ 12.2.008-75* ССБТ. Оборудование и аппаратура для
газопламенной обработки металлов и термического напыления
покрытий. Требования безопасности"[Электронный ресурс] Введ. 1977
-01 - 01 – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200008311>
17. Расходомеры // <http://www.kipexpert.ru/component/alphacontent/11-datchiki-rashoda-rashodomery-schetchiki.html?start=30> (дата обращения
25.06.2016)
18. Водяные тепловые сети: справочное пособие по В 62 проектированию
/И.В. Беляйкина, В.П. Витальев, Н.К. Громов и др.; Под ред. Н.К.
Громова, Е.П. Шубина. М.:Стройиздат, 1985.-265 с.
19. ГОСТ 12.2.007.8-75. ССБТ. Система стандартов безопасности труда.
Устройства электросварочные и для плазменной обработки. Требования
безопасности [Электронный ресурс]. - Введ. 1978.- 01.- 01. -Режим
доступа: http://www.znaytovar.ru/gost/1/GOST_122007875.html
20. Программа подбора насоса Grundfos – WinCAPSver 2013.01.087
RU_DVD
21. Материалы для инженеров, проектировщиков, конструкторов,
архитекторов, пользователей САПР <http://www.dwg.ru/>
22. Зингер, Н.М. Гидравлические и тепловые режимы теплофикационных
систем. 2-е изд./Н.М. Зингер. – М.: Энергоаомиздат, 1986 – 335 с.

23. ГОСТ 12.2.007.0-75. ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности [Электронный ресурс]. - Введ. 1978.- 01.- 01. - Режим доступа: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/6/6884/
24. Лямин, А.А. Проектирование и расчет конструкций тепловых сетей. 2-е изд./А.А. Лямин, А.А. Скворцов. – М.: Стройиздат,1965.-215 с.
25. Авдолимов, Е.М. Водяные тепловые сети. / Е.М. Авдолимов, А.П. Шольков.-М.:Стройиздат, 1984.-288 с.
26. Проектирование теплоснабжения: Уч. Пособие для вузов / Н.И.Пешехонов.-Киев: Высшая школа. Головное изд-во,1982.-328 с.
27. Тепловая изоляция: Справочник строителя / под ред. Кузнецова. 4-е изд. – М.: Стройиздат, 1985.-135 с.
28. Мельников, О.И. Справочник монтажника сетей теплогазоснабжения. 2-е изд. / О.И. Мельников [и др.] - Л.: Стройиздат. 1980.-207 с.
29. Захаренко, С.Е. Справочник строителя тепловых сетей / С.Е. Захаренко [и др.] - М.: Энергоиздат, 1984.-184 с.
30. Бабенков, В.И. Теплоснабжение (по курсовому и дипломному проектированию): Уч. пособие. / В.И. Бабеков, Г.М. Кравченко, А.Л. Тихомиров, С.В. Шкробко. – Ростов н/Д: Рост.гос.строит. Ун-т,2002. – 179 с. С ил.

Приложение 1

График-температур воды



Приложение 2

Расходы воды

№ квартала	G_o	G_b	$G_{гвс, ср}$	$G_p = G_o = o + G_b$	Q_o	Q_b	G_p т/ч
г.Набережные Челны, ул.Куйбышева 12(9этажей)	4,8	0,0	2,4	4,8	148	0	10,9
г.Набережные Челны, ул.Куйбышева 14 (9 этажей)	8,6	0,0	2,2	8,6	263	0	19,3
г.Набережные Челны, ул.Куйбышева 16 (9 этажей)	7,7	0,0	2,4	7,7	236	0	17,3
г.Набережные Челны, ул.Куйбышева 18 (9 этажей)	7,7	0,0	2,5	7,7	236	0	17,3
г.Набережные Челны, Майский проезд 7а (2этажа административное)	2,1	1,5	0,7	3,7	66	71	10,0
г.Набережные Челны, Майский проезд 7 (3этажа)школа	6,0	2,1	1,4	8,1	184	98	20,7
г.Набережные Челны, Майский проезд 7б(10 этажей)	8,8	0,0	2,3	8,8	268	0	19,7
г.Набережные Челны, Майский проезд 9	8,5	0,0	3,4	8,5	259	0	19,0
г.Набережные Челны, Майский проезд 11	5,1		2,6	5,1	156		11,5
г. Набережные Челны, Майский проезд 13	6,9	0,0	2,0	6,9	210	0	15,4
г.Набережные Челны, Майский проезд 15	6,9	0,0	2,0	6,9	210	0	15,4
г.Набережные Челны, Майский проезд 62	6,9	0,0	2,0	6,9	210	0	15,4
г.Набережные Челны, Майский проезд 64	6,9	0,0	2,0	6,9	210	0	15,4
г.Набережные Челны, Майский проезд 66	6,9	0,0	2,0	6,9	210	0	15,4
г.Набережные Челны, Майский проезд 68	6,9	0,0	2,0	6,9	210	0	15,4
Всего т/ч	100,6		31,8	100,6		169	225,9

Приложение 3-Гидравлический расчет для отопительного периода

№	G	Ду	Дн х S	L	ξ	кш, м	Re	λ	Lэ	Lпр	ω	R	ΔP	H	ΣRL
На отопление 2х трубка															
1	226	0,414	426х6	417	3,46	0,0005	463680	0,021	67,881	484,881	0,50	0,59	286,080	0,029	0,029
2	61,6	0,257	273х8	449	2,85	0,0005	287840	0,024	30,809	479,809	0,34	0,50	239,905	0,024	0,053
3	164	0,257	273х8	54,0	1,750	0,0005	287840	0,024	18,918	72,918	0,920	6,700	488,551	0,049	0,049
Увязываем 2 и 3 участка (0,057-0,05)/0,057*100=10%															
4	144,7	0,309	325х8	123,5	1,140	0,0005	346080	0,023	15,516	139,016	0,560	0,600	83,409	0,008	0,057
5	122,2	0,257	273х8	17,4	0,000	0,0005	287840	0,024	0,000	17,400	0,700	0,300	5,220	0,001	0,058
6	8,80	0,07	76х3,5	11,00	1,75	0,0005	77280,00	0,03	3,66	14,66	0,60	35,00	512,964	0,05	0,05
Увязываем 4 и 6 участки (0,034-0,03)/0,043*100=8%															
7	5,1	0,05	57х35	28,33	1,14	0,0005	56000	0,0358	1,592353	29,92235	0,81	18	538,602	0,0539	0,0539
Увязываем 5 и 7 участки (0,058-0,053)/0,058*100=6,6%															
Участки после ЦТП-70															
8	13,8	0,1	108х4	64	0	0,0005	112000	0,0301	0	64	0,52	3,96	253,440	0,0253	0,0253
9	6,9	0,1	108х4	76	3,46	0,0005	112000	0,0301	11,49471	87,49471	0,54	1,5	131,242	0,0131	0,0385
10	6,9	0,069	76х3,5	52	0,57	0,0005	77280	0,03303	1,190853	53,19085	0,54	12,1	378,000	0,0378	0,0378
Увязываем 9 и 10 участки (0,0385-0,0378)/0,0385*100=2%															
11	19,3	0,1	108х4	25	1,75	0,0005	112000	0,0301	5,813798	30,8138	0,7	7,29	224,633	0,0225	0,0225
12	10,8	0,1	108х4	86	1,75	0,0005	112000	0,0301	5,813798	91,8138	0,4	2,78	255,242	0,0255	0,048
13	4,8	0,069	76х3,5	50	1,75	0,0005	77280	0,03303	3,656127	53,65613	0,71	18,6	998,004	0,0998	0,1478
14	8,5	0,069	76х3,5	40	0,57	0,0005	77280	0,03303	1,190853	41,19085	0,66	10,5	432,504	0,0433	0,0433
Увязываем 12и 14 участки (0,048-0,043)/0,048*100=9%															
15	6	0,05	57х35	82	0,57	0,0005	56000	0,0358	0,796176	82,79618	0,89	16,3	1349,578	0,135	0,135
Увязываем 15и 13 участки (0,1478-0,135)/0,1478*100=8,6%															
16	26,1	0,1	108х4	186	1,71	0,0005	112000	0,0301	5,680911	191,6809	0,96	13,6	2606,860	0,2607	0,2607
17	24	0,125	133х4	44	4,6	0,0005	140000	0,02847	20,19841	64,19841	0,57	3,57	229,188	0,0229	0,2836
17.1	2,1	0,033	38х2,5	17	1,75	0,0005	36960	0,03971	1,454127	18,45413	0,71	89	2538,000	0,2538	0,2538

Продолжение Приложение 3															
Увязываем 17.1 и 17 участки (0,28-0,2538)/0,28*100=10%															
Участки после ЦТП-71															
18	13,8	0,1	108x4	49	2,89	0,0005	112000	0,0301	9,601073	58,60107	0,52	3,96	232,060	0,0232	0,0232
19	6,9	0,069	76x3,5	90	1,75	0,0005	77280	0,03303	3,656127	93,65613	0,54	7,1	664,959	0,0665	0,0897
20	6,9	0,05	57x35	9	2,32	0,0005	56000	0,0358	3,240577	12,24058	1,33	65,3	799,310	0,0799	0,0799
Увязываем 19 и 20 участки (0,089-0,079)/0,089*100=11%															
21	13,8	0,1	108x4	72	1,14	0,0005	112000	0,0301	3,787274	75,78727	0,52	3,96	300,118	0,03	0,03
22	6,9	0,1	108x4	37	1,75	0,0005	112000	0,0301	5,813798	42,8138	0,25	1,5	64,221	0,0064	0,0364
23	6,9	0,069	76x3,5	20,35	1,75	0,0005	77280	0,03303	3,656127	24,00613	0,54	12,1	321,000	0,0321	0,0321
Увязываем 23 и 22 участки (0,0364-0,0321)/0,0364*100=11%															

Приложение 4-Расходы воды летом

№ квартала	QГв ср	QГв макс	QГв л	Gmax г.в.	Gр л
г.Набережные Челны, ул.Куйбышева 12(9этажей)	210,0	504,0	420,0	9,0	7,2
г.Набережные Челны, ул.Куйбышева 14 (9 этажей)	196,0	470,4	392,0	8,4	6,7
г.Набережные Челны, ул.Куйбышева 16 (9 этажей)	210,0	504,0	420,0	9,0	7,2
г.Набережные Челны, ул.Куйбышева 18 (9 этажей)	220,0	528,0	440,0	9,5	7,6
г.Набережные Челны, Майский проезд 7а (2этажа административное)	62,0	148,8	124,0	2,7	2,1
г.Набережные Челны, Майский проезд 7 (3этажа)школа	120,0	288,0	240,0	5,2	4,1
г.Набережные Челны, Майский проезд 7б(10 этажей)	200,0	480,0	400,0	8,6	6,9
г.Набережные Челны, Майский проезд 9	300,0	720,0	600,0	12,9	10,3
г.Набережные Челны, Майский проезд 11	180,0	432,0	360,0	7,7	6,2
г. Набережные Челны, Майский проезд 13	180,0	432,0	360,0	7,7	6,2
г.Набережные Челны, Майский проезд 15	180,0	432,0	360,0	7,7	6,2
г.Набережные Челны, Майский проезд 62	180,0	432,0	360,0	7,7	6,2
г.Набережные Челны, Майский проезд 64	180,0	432,0	360,0	7,7	6,2
г.Набережные Челны, Майский проезд 66	180,0	432,0	360,0	7,7	6,2
г.Набережные Челны, Майский проезд 68	180,0	432,0	360,0	7,7	6,2

Приложение 5.1- Гидравлический расчет ТЗ

№	G	Ду	Дн x S	L	ξ	кш, м	Re	λ	Lэ	Lпр	ω	R	ΔP	H	ΣRL
Участки после ЦТП-70															
8	15,4	0,1	108x4	64	0	0,0005	112000	0,03	0	64	0,55	4,24	271,36	0,03	0,03
9	7,7	0,1	108x4	76	3,46	0,0005	112000	0,03	11,49	87,495	0,29	1,15	100,62	0,01	0,04
10	7,7	0,07	76x3,5	52	0,57	0,0005	77280	0,033	1,191	53,191	0,54	6,9	367,02	0,04	0,04
Увязываем 9 и 10 участки (0,0371-0,0367)/0,0371*100=1,3%															
11	26,5	0,1	108x4	25	1,75	0,0005	112000	0,03	5,814	30,814	1	14,7	452,96	0,05	0,05
12	13,6	0,1	108x4	86	1,75	0,0005	112000	0,03	5,814	91,814	0,85	2,5	229,53	0,02	0,07
13	8,4	0,1	108x4	50	1,75	0,0005	112000	0,03	5,814	55,814	0,31	1,46	81,49	0,01	0,08
14	12,9	0,07	76x3,5	40	0,57	0,0005	77280	0,033	1,191	41,191	0,5	15	617,86	0,06	0,06
Увязываем 12и 14 участки (0,068-0,061)/0,068*100=9%															
15	5,2	0,07	76x3,5	82	0,57	0,0005	77280	0,033	1,191	83,191	0,6	6,9	574,02	0,06	0,06
Увязываем 15и 13 участки (0,076-0,057)/0,076*100=7%															
16	30,2	0,13	133x4	186	1,71	0,0005	140000	0,028	7,509	193,51	0,71	5,57	1077,843	0,108	0,108
17	27,5	0,13	133x4	44	4,6	0,0005	140000	0,028	20,2	64,198	0,64	4,51	289,535	0,029	0,137
17.1	2,7	0,03	38x2,5	17	1,75	0,0005	36960	0,04	1,454	18,454	0,71	66,2	1221,663	0,122	0,122
Увязываем 17.1 и 17 участки (0,13-0,122)/0,13*100=10%															
Участки после ЦТП-71															
18	15,4	0,1	108x4	49	2,89	0,0005	112000	0,03	9,601	58,601	0,52	3,96	232,060	0,023	0,023
19	7,7	0,1	108x4	90	1,75	0,0005	112000	0,03	5,814	95,814	0,29	0,6	57,488	0,006	0,029
20	7,7	0,07	76x3,5	9	2,32	0,0005	77280	0,033	4,847	13,847	0,54	18,9	261,708	0,026	0,026
Увязываем 19 и 20 участки (0,028-0,026)/0,028*100=9,6%															
21	15,4	0,1	108x4	72	1,14	0,0005	112000	0,03	3,787	75,787	0,52	3,96	300,1176	0,0300	0,0300
22	7,7	0,1	108x4	37	1,75	0,0005	112000	0,03	5,814	42,814	0,29	0,6	25,6883	0,0026	0,0326
23	7,7	0,07	76x3,5	20,4	1,75	0,0005	77280	0,033	3,656	24,006	0,54	18,9	301,0000	0,0301	0,0301
Увязываем 22 и 23 участки (0,032-0,0301)/0,032*100=7%															

Приложение 5.2 Гидравлический расчет Т4

№	G	Ду	Дн x S	L	ξ	кш, м	Re	λ	Lэ	Lпр	ω	R	ΔP	H	ΣRL
Участки после ЦТП-70															
8	5,9	0,07	76x3,5	64	0	0,0005	78400	0,033	0	64	0,47	6,6	422,40	0,04	0,04
9	2,9	0,05	57x3,5	76	3,46	0,0005	56000	0,036	4,833	80,833	0,43	8,7	703,25	0,07	0,11
10	2,9	0,04	45x2,5	52	0,57	0,0005	44800	0,038	0,602	52,602	0,87	20,1	1057,31	0,11	0,11
Увязываем 9 и 10 участки (0,11-0,11)/0,11*100=0%															
11	11,63	0,1	108x4	25	1,75	0,0005	112000	0,03	5,814	30,814	0,4	3,3	101,69	0,010	0,010
12	6,7	0,07	76x3,5	86	1,75	0,0005	78400	0,033	3,722	89,722	0,53	8,48	760,85	0,076	0,086
13	3,4	0,07	76x3,5	50	1,75	0,0005	78400	0,033	3,722	53,722	0,27	2,25	120,88	0,012	0,098
14	4,9	0,05	57x3,5	40	0,57	0,0005	56000	0,036	0,796	40,796	0,5	21,2	864,88	0,086	0,086
Увязываем 12и 14 участки (0,086-0,086)/0,086*100=0%															
15	3,27	0,07	76x3,5	82	0,57	0,0005	3662400	0,013	148,1	230,07	0,3	3,8	874,28	0,087	0,087
Увязываем 15и 13 участки (0,098-0,087)/0,098*100=10%															
16	11,27	0,07	76x3,5	186	1,71	0,0005	78400	0,033	3,637	189,64	0,86	2,9	549,948	0,055	0,055
17	10,25	0,07	76x3,5	44	4,6	0,0005	78400	0,033	9,785	53,785	0,78	3	161,354	0,016	0,071
17.1	1	0,03	32x2,5	17	1,75	0,0005	30240	0,042	1,132	18,132	0,71	35,1	636,417	0,064	0,064
Увязываем 17.1 и 17 участки (0,071-0,064)/0,071*100=10%															
Участки после ЦТП-71															
18	5,9	0,07	76x3,5	49	2,89	0,0005	78400	0,033	6,147	55,147	0,47	6,6	363,973	0,036	0,036
19	2,9	0,05	57x3,5	90	1,75	0,0005	56000	0,036	2,444	92,444	0,43	8,7	804,266	0,080	0,117
20	2,9	0,03	38,5x2,5	9	2,32	0,0005	36960	0,04	1,928	10,928	0,69	89	972,570	0,097	0,097
Увязываем 19 и 20 участки (0,117-0,097)/0,117*100=10%															
21	5,9	0,07	76x3,5	72	1,14	0,0005	78400	0,033	2,425	74,425	0,47	6,6	491,2045	0,0491	0,0491
22	2,9	0,05	57x3,5	37	1,75	0,0005	56000	0,036	2,444	39,444	0,43	1,1	43,3888	0,0043	0,0535

23	2,9	0,04	45x2,5	20,4	1,75	0,0005	44800	0,038	1,849	22,199	0,87	20,1	446,2083	0,0446	0,0446
Увязываем 22 и 23 участки (0,0535-0,0446)/0,0535*100=10%															

Приложение 6 Спецификация плетей трубопровода

№ захватки	Диаметр	Состав плети						Отводы		Арматура		Компенсаторы		Число свар-	
	трубы, мм	секции труб		стандартные трубы		неполномерные трубы		наименование	количество	Наименование	количество	наименование	кол-во	поворотных	неповоротных
		длина,	кол-во,	длина,	кол-во,	длина,	кол-во,								
		L, м	шт	L, м	шт	L, м	шт								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	426x8	417	46	6	278	0	0	120°	1	кран шаровый	2	сальниковый	6	93	52
	325x8	124	14	6	82	0	0	90°	2		0	сальниковый	1	27	20

	273 x 8	520	58	6	34 7	0	0	90°	5	кран шаровый	4	сальнико вый	1	116	64
	108 x 4	28,3	3	6	19	0	0			кран шаровый	2		0	6	9
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	89x4	11	1	6	7	0	0	90°	2	кран шаровый	2			2	7
2	108x4	162	18	6	10 8	0	0	90°	1	кран шаровый	4		2	36	24
	57x3, 5	9	1	6	6	0	0			кран шаровый	4			2	7
	76x3, 5	90	10	6	60	0	0	90°	1	кран шаровый	4			20	16
3	108x4	109	12	6	73	0	1	90°	4	кран шаровый	4			24	18
	76x3, 5	20,4	2	6	14	0	2			кран шаровый	4			5	8

4	108x4	64	7	6	43	0	3			кран шаровый	4			14	13
	57x3, 5	128	14	6	85	0	4	90	1	кран шаровый	4			28	20
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	108x4	25	3	6	17	0	5			кран шаровый	4			6	9
	76x3, 5	161	18	6	10 7	0	6	115	4	кран шаровый	4			36	24
	57x3, 5	203	23	6	13 5	0	7			кран шаровый	4			45	29
6	108x4	186	21	6	12 4	0	8	90	12	кран шаровый	4			41	27
	133x4	44	5	6	29	0	9			кран шаровый				10	11

Приложение 7 – Трудоемкость и объемы работ

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Обоснование (ЕНиР, ГЭСН)	Нормы времени чел-час	Трудоемкость												Состав бригады
					Захватка I		Захватка II		Захватка III		Захватка IV		Захватка V		Захватка VI		
					объем работ	чел.-дни.	объем работ	чел.-дни.	объем работ	чел.-дни.	объем работ	чел.-дни.	объем работ	чел.-дни.	объем работ	чел.-дни.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19
1	Установка бортовых досок и маячных колышков	1	Е9-2-24	1,5	106 1	19 4	171	31	129, 4	24	192	35	354	65	247	45	Монтажник и наружных трубопроводов 5 разр. - 1 4 " - 1; 3 " - 2; 2 " - 1
2	устройство песчаного основания с подаче песка в траншею, разравниваем и уплотняем	1	Е9-2-24	1,5	106 1	19 4	171	31	129, 4	24	192	35	354	65	247	45	Монтажник и наружных трубопроводов 5 разр. - 1 4 " - 1; 3 " - 2; 2 " - 1

Продолжение Приложения 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19
3	Установка лотковых днищ со строповкой и опусканием в тианшею и выверкой	1	E9-2-24	1,5	106 1	19 4	171	404 7	129, 4	24	192	35	354	65	247	45	Монтажник и наружных трубопроводов 5 разр. - 1 4 " - 1; 3 " - 2; 2 " - 1
4	Заделка швов между лотками	1	E9-2-24	1,5	106 1	19 4	171	404 7	129, 4	24	192	35	354	65	247	45	Монтажник и наружных трубопроводов 5 разр. - 1 4 " - 1; 3 " - 2; 2 " - 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19
5	Укладка Ж/б опорных плит под трубопровод с разметкой и очисткой мест укладки, подачей и расстилением цем. Раствора, строповкой и опусканием в траншею и выверкой	1	E9-2-24	1,5	106 1	19 4	171	404 7	129, 4	24	192	35	354	65	247	45	Монтажник и наружных трубопроводов 5 разр. - 1 4 " - 1; 3 " - 2; 2 " - 1
6	Установка стеновых железобетонных блоков коллекторов, каналов и камер при площади блоков, м2, до 2	1	E9-2-28	0,53	42,5	3	42,5	14	129, 4	8	192	12	354	23	247	16	Монтажник и наружных трубопроводов 5 разр. - 1 3 " - 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19
7	Укладка железобетонных плит перекрытия и днища коллекторов, каналов и камер при площади плит, м2, до 2	1	E9-2-28	0,24	42,5	1	42,5	6	129,4	4	192	6	354	10	247	7	Монтажник и наружных трубопроводов 5 разр. - 1 3 " - 2
8	Устройство гидроизоляции стыков коллекторов и каналов из двух слоев гидроизола на битуме при ширине шва, см, до 30	1	E9-2-28	0,16	42,5	1	42,5	4	129,4	3	192	4	354	7	247	5	Изолировщики на гидроизоляции 4 разр. - 1 3 " - 1 2 " - 1
9	ПРИ СБОРКЕ ТРУБ В ЗВЕНЬЯ НА БРОВКЕ ТРАНШЕИ		E9-2-1														Монтажников наружных трубопроводов; 5 разр. - 1; 3 " - 1
	426x8	1		0,9	417	46											

Продолжение Приложения 7																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
325x8	1		0,6	123, 5	9											
273 x 8	1		0,5	520, 4	32											
108 x 4	1		0,2	28,3	1	162	4	109	3	64	2	25	1	186	5	
89x4	1		0,2	11	0											
76x3,5	1		0,2			90	2	20,4	0	0	0	161	4	0	0	
57x3,5	1		0,2			9	0	0	0	128	3	203	5	0	0	
Поворотная сварка. Вертикальные стыки	1	E22														Газосварщи к Зрз
426x8	1		0,6	92,6 7	7											
325x8	1		0,6	27,4 4	2											
273 x 8	1		0,6	115, 6	8											
108 x 4	1		0,4	6,28 9	0	36	2	24	1	14	1	2,4	0	16,4	1	
89x4	1		0,29	2,44 4	0											
76x3,5	1		0,29			20,0 0	0,7 1	5,00	0,1 8	0,00	0,0 0	10,4 4	0,3 7	0,00	0,0 0	
57x3,5	1		0,29			2,00	0,0 7	0,00	0,0 0	28,0 0	3,4 1	13,0 5	0,4 6	0,00	0,0 0	

11	Установка опор и кронштейнов под трубопроводы	1	E9-2-18														Монтажник наружных трубопроводов 5 разр. - 1
	426x8	1		3,8	417	19 3											
	325x8	1		2,1	123, 5	32											
	273 x 8	1		2,7	520, 4	17 1											
	108 x 4	1		0,82	28,3	3	162	16	109	11	64	6	25	3	186	19	
	89x4	1		0,82	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	76x3,5	1		0,82			90,0 0	9,0 0	20,4 0	2,0 4	0,00	0,0 0	161, 00	## #	0,00	0,0 0	
	57x3,5	1		0,82													
12	Укладка звеньев труб в траншею		E9-2-1		0	0											Монтажников наружных трубопроводов; 5 разр. - 1; 3 " - 1
	426x8	1		0,24	106 1	31											
	325x8	1		0,18	106 1	23											
	273 x 8	1		0,16	106 1	21											
	108 x 4	1		0,1	106 1	13	24,0	0,3	18,0	0,2	24,0	0,3	24,0	0,3	24,0	0,3	

Продолжение Приложения 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19
	89x4	1		0,1	106 1	13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	76x3,5	1		0,1			16,0	0,2	8,0	0,1	0,0	0,0	24,0	0,3	0,0	0,0	
	57x3,5	1		0,1			7,0	0,1	0,0	0,0	20,0	0,2	29,0	0,4	0,0	0,0	
13	Установка фасонных частей		Е9-2-14		0	0											Монтажник наружных трубопроводов 4рз
	426x8	10		4,2	10	5											
	325x8	2		3,2	2	1											
	273 x 8	10		2,6	10	3											
	108 x 4	1		0,42	1	0	1,0	0,1	4,0	0,2		0,0		0,0	12,0	0,6	
	89x4	1		0,42	1	0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
	76x3,5	1		0,42			1,0	0,1	0,0	0,0		0,0	4,0	0,2		0,0	
	57x3,5	1		0,42				0		0		0		0		0	
12	Монтаж арматуры		Е9-2-16														Монтажник наружных трубопроводов 4рз-2
	426x8	1		7,2	1	1											
	325x8	0			0	0											
	273 x 8	4		3,7	4	2											
	108 x 4	2		1,4	2	0	8,0	1,4	8,0	1,4	8,0	1,4	8,0	1,4	8,0	1,4	
	89x4	2		1,4	2	0											
	76x3,5	4		1,4			8,0	1,4	8,0	1,4	8,0	1,4	8,0	1,4	0,0	0,0	

Продолжение Приложения 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19
	57x3,5	4		1,4			8,0	1,4	8,0	1,4	8,0	1,4	8,0	1,4	0,0	0,0	
13	Установка компенсаторов																Монтажник наружных трубопроводов 4рз
	426x8	6		9	6	7											
	273 x 8	4		3,9	4	2											
14	Неповоротная сварка. Вертикальные стыки		E22														газосварщик 3рз
	426x8	1		1,3	52	8											
	325x8	1		0,98	20	2											
	273 x 8	1		0,89	64	7											
	108 x 4	1		0,79	9	1	24,0	2,3	18,0	1,7	24,0	2,3	24,0	2,3	24,0	2,3	
	89x4	1		0,46	7	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	76x3,5	1		0,46			16,0	0,9	3,7	0,2	0,0	0,0	11,0	0,6	0,0	0,0	
	57x3,5	1		0,46			7,0	0,4	0,0	0,0	20,0	1,1	29,0	1,6	0,0	0,0	
15	Испытание трубопроводов		E9-2-9														Монтажник наружных трубопроводов 6рз
	426x8	1		0,53	417	27											
	325x8	1		0,45	123,5	7											
	273 x 8	1		0,38	520,4	24											

Продолжение Приложения 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19
	108 х 4	1		0,33	28,3	1	162,00	6,52	109,00	4,39	64,00	2,58	25,00	1,01	186,00	7,49	
	89х4	1		0,33	11	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	76х3,5	1		0,33			90,00	3,62	20,40	0,82	0,00	0,00	161,00	6,48	0,00	0,00	
	57х3,5	1		0,33			9,00	0,36	0,00	0,00	128,00	5,15	203,00	8,17	0,00	0,00	
16	Антикоррозионная изоляция стыков стальных трубопроводов		Е9-2-12.														Изолировщик на термоизоляции 4 разр. - 1
	426х8	1		0,42	145	7											
	325х8	1		0,34	47	2											
	273 х 8	1		0,3	179	7											
	108 х 4	1		0,27	15	1	162,00	5,33	109,00	3,59	64,00	2,11	25,00	0,82	186,00	6,12	
	89х4	1		0,27	10	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	76х3,5	1		0,27			90,00	2,96	20,40	0,67	0,00	0,00	161,00	5,30	0,00	0,00	
	57х3,5	1		0,27			9,00	0,30	0,00	0,00	128,00	4,21	203,00	6,68	0,00	0,00	
17	Тепловая изоляция стальных трубопроводов		Е9-2-13														Изолировщик на термоизоляции 4 разр. - 1

Продолжение Приложения 7																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19
	426x8	1		1,2	139 8	20 5											
	325x8	1		0,96	335, 8	39											
	273 x 8	1		0,82	124 5	12 5											
	108 x 4	1		0,43	38,3 9	2	162	8	109	6	64	3	25	1	186	10	
	89x4	1		0,43	13,6 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	76x3,5	1		0,43			90	4,7	20,4	1,1	0,0	0,0	161, 0	8,4	0	0	
	57x3,5	1		0,43			9	0,5	0,0	0,0	128, 0	6,7	203, 0	10, 6	0	0	
18	Установка лотковых перекрыти с подачей и расстиланеим цементного раствора, строповкой и опусканием в траншею выверкой.	1	E9-2-24	1,5	106 1	19 4	171	31	129, 4	24	192	35	354	65	247	45	Монтажник и наружных трубопроводов 5 разр. - 1 4 " - 1; 3 " - 2; 2 " - 1

Продолжение Приложения 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19
19	Заделка швов между лотковыми перекрытиями, между плитами днища и лотковыми перекрытиями цементным раствором с устройством и разборкой опалубки и затиркой поверхности.	1	E9-2-24	1,5	106 1	19 4	171	31	129, 4	24	192	35	354	65	247	45	Монтажник и наружных трубопроводов 5 разр. - 1 4 " - 1; 3 " - 2; 2 " - 1
20	Устройство выравнивающего слоя по перекрытию из цементного раствора с заглаживанием поверхности.	1	E9-2-24	1,5	106 1	19 4	171	31	129, 4	24	192	35	354	65	247	45	Монтажник и наружных трубопроводов 5 разр. - 1 4 " - 1; 3 " - 2; 2 " - 1

Продолжение Приложения 7																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	
21	Устройство гидроизоляции перекрытия из двух слоев гидроизола на битуме с заготовкой материалов	1	E9-2-24	0,35	106 1	45	171	7	129, 4	6	192	8	354	15	247	11	Изолировщ ики на гидроизоляц ии 4 разр. - 1; 3 " - 1; 2 " - 1	
2 1	Устройство защитного слоя по гидроизоляции перекрытия из цементного раствора с заглаживанием поверхности	1	E9-2-24	0,34	106 1	44	171	7	129, 4	5	192	8	354	15	247	10	Изолировщ ики на гидроизоляц ии 3 разр. - 1; 2 " - 1	

Приложение 8 Схема ЦТП

