

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

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

(институт)

**«Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»**

(кафедра)

**270800.62 (08.03.01) «Строительство»**

(код и наименование направления подготовки, специальности)

**«Теплогазоснабжение и вентиляция»**

(наименование профиля, специализации)

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему г.о. Тольятти. Особая экономическая зона. Теплоснабжение.

Студент(ка)

Н.В. Хромченков

(И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_ (личная подпись)

Руководитель

С.А. Анциферов

(И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_ (личная подпись)

Консультанты

А.В.Щипанов

(И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_ (личная подпись)

О.А.Сизенко

(И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_ (личная подпись)

Нормоконтроль

И.Ю. Амирджанова

(И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_ (личная подпись)

**Допустить к защите**

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

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

\_\_\_\_\_ (личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ Г.

Тольятти 2016

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

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

(институт)

«Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ТГВВиВ

М.Н. Кучеренко

(подпись)

(И.О. Фамилия)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение бакалаврской работы**

Студент Хромченков Никита Валерьевич

1. Тема г.о. Тольятти. Особая экономическая зона.

Теплоснабжение.

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы 01.06.2016

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе генплан объекта

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

Исходные данные, тепловые нагрузки и регулирована отпуска тепла, тепловая сеть, контроль и автоматизация, организация монтажных работ, безопасность и экологичность технического объекта.

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала

Общие данные, генплан, монтажная схема, пьезометрический график теплотрассы, продольный профиль, планы и разрезы тепловых камер.

6. Консультанты по разделам Анциферов С.А., Сизенко О.А., Щипанов А.В.

7. Дата выдачи задания « 18 » апреля 20 16 г.

Руководитель выпускной  
квалификационной работы

(подпись)

С.А. Анциферов

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

Н.В. Хромченков

(И.О. Фамилия)

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

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**

(институт)

**«Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»**

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ТГВВиВ

М.Н. Кучеренко

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН  
выполнения бакалаврской работы**

Студента Хромченкова Никиты Валерьевича  
по теме г.о. Тольятти. Особая экономическая зона. Теплоснабжение.

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Исходные данные для проектирования	21.04.2016	21.04.2016	Выполнено	
Тепловые нагрузки и регулирование тепла	25.04.2016	24.04.2016	Выполнено	
Тепловая сеть	30.04.2016	03.05.2016	Выполнено	
Контроль и автоматизация	15.05.2016	15.05.2016	Выполнено	
Организация монтажных работ	16.05.2016	16.05.2016	Выполнено	
Безопасность и экологичность технического объекта	18.05.2016	17.05.2016	Выполнено	

Руководитель выпускной  
квалификационной работы

\_\_\_\_\_  
(подпись)

С.А. Анциферов

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Н.В. Хромченков

(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

В данной бакалаврской работе была запроектирована система теплоснабжения Особой экономической зоны г.о. Тольятти. Был произведен расчет тепловых нагрузок, расчетных расходов теплоносителя, гидравлический расчет на основе которого был построен пьезометрический график и продольный профиль сети, подбор оборудования и теплоизоляции. описание системы автоматизации центрального теплового пункта по рекомендуемым видам регулирования. Оценена безопасность и эко логичность технического проекта объекта, составлена организация строительно-монтажных работ.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	6
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОВЫЕ НАГРУЗКИ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ОТПУСКА	7
2. ТЕПЛА	9
3. ТЕПЛОВАЯ СЕТЬ	18
3.1 Определение расчетных расходов теплоносителя	18
3.2 Конструирование тепловой сети, построение монтажной схемы	20
3.3 Механический расчет тепловой сети	21
3.4 Гидравлический расчет	21
3.5 Расчет и подбор тепловой изоляции	32
3.6 Расчет и подбор насосного оборудования	39
4. КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ	40
5. ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ	42
5.1 Определение объемов работ	42
5.2 Определение потребности в материалах, изделиях и оборудовании.	48
6. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	49
6.1 Технологическая характеристика объекта	49
6.2 Идентификация профессиональных рисков	49
6.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	50
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	52
ПРИЛОЖЕНИЯ	55

## ВВЕДЕНИЕ

Теплоснабжение как отрасль техники включает в себя три элемента: производство тепла, его транспортирование и его распределение между потребителями. Любое здание, любое промышленное или коммунальное предприятие, является потребителем энергии в виде тепла.

В связи с возможным улучшением экономической стабильности региона за счет увеличения объемов производств и увеличения роста промышленности в Особой экономической зоне г.о Тольятти, планируется её расширение и как следствие увеличение тепловой нагрузки на внутренние сети теплоснабжения промышленных предприятий что в скором времени приведет к недостатку мощностей, заложенных в уже имеющиеся производственных котельных, и вынуждению присоединения к централизованному источнику тепла такому как ТЭЦ ВАЗа.

Цель – спроектировать двухтрубную закрытую систему теплоснабжения Особой экономической зоне г.о Тольятти согласно СНиП [1], [2], обеспечивающую бесперебойное и стабильное снабжение теплом потребителя.

Задачи:

1. Выбор метода регулирования и график регулирования отпуска тепла.
2. Определить расчетные расходы сетевой воды, потери давления в сети, и по результатам потерь давления построить пьезометрический график и подобрать насосное оборудование.
3. Определить эффективность толщины теплоизоляции применяемой в данной работе.
4. Подбор оборудования теплового пункта для определённого вида подключения абонентов.

## 1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Особая экономическая зона расположена в городе Тольятти. Координаты города 53°31' с.ш. 49°25' в.д. На территории общей площадью 660 га, на которой расположены производственные, складские, и административно бытовые корпуса, из которых состоят все 50 потребителей. Тепловые нагрузки на каждого потребителя приведены.

Потребители подключаются к тепловой сети по закрытой независимой двухтрубной схеме присоединения.

Источник тепла – ТЭЦ ВАЗа.

Вид регулирования на источнике тепла – центрально качественное регулирование разнородной нагрузки по отопительному графику.

Параметры напора в сети в точках подключения к тепловой сети:

Подающая магистраль –  $P_1 = 0,872 \text{ КПа}$ ;

Обратная магистраль –  $P_2 = 0,288 \text{ КПа}$ .

Расходы тепла потребителей Особой экономической зоны приводятся в [приложении 1].

Расчетные температуры наружного воздуха для проектирования отопления, вентиляции, а также средняя за отопительный период и средне годовая, продолжительность отопительного периода, для района строительства г. Тольятти приняты согласно [3, табл.1.3] и представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчетные температуры

Наименование населённого пункта	Температура отопительного периода, °С			Продолжительность отопительного периода, сут
	Расчетная для отопления	Расчетная для вентиляции	Средняя	
Тольятти	-29	-17	-5,4	203

Продолжительность стояния температур наружного воздуха в течении отопительного периода для г. Тольятти приняты согласно [3, табл.1.3] и представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Продолжительность стояния температур наружного воздуха

Число часов стояния тн	Температура наружного воздуха, °С									
	-40÷-35	-35÷-30	-30÷-25	-25÷-20	-20÷-15	-15÷-10	-10÷-5	-5÷0	0÷+5	+5÷+8
N, ч	1	10	101	280	478	584	844	997	968	609
ΣN, ч		11	112	392	870	1454	2298	3295	4263	4872

Тип грунта – маловлажные суглинки плотностью 1,4 т/м<sup>3</sup>, средняя годовая температура грунта по глубине берется на сайте гидрометцентра России [4] и приводится на рисунке 1.

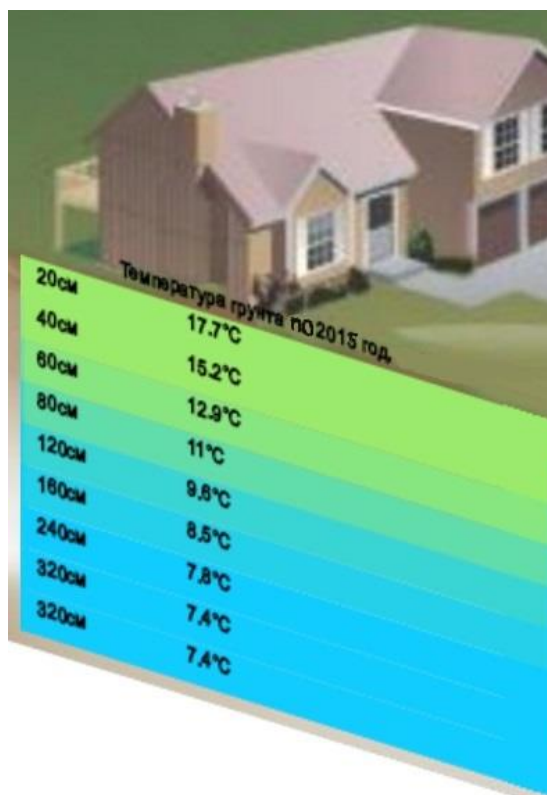


Рисунок 1 – Температура грунта

Уровень грунтовых воды отмечен на глубине 11,63 – 12,89 м, что соответствует абсолютным отметкам 54,03 – 55,29 м.



## 2 ТЕПЛОВЫЕ НАГРУЗКИ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ОТПУСКА ТЕПЛА

Центральное регулирование разнородной тепловой нагрузки на ТЭЦ ВАЗа происходит по отопительной нагрузке.

Методика расчета приведена в [5]

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

$$\tau_{1.0} = t_B + \Delta t' \cdot \left( \frac{t_B - t_H}{t_B - t_{H.O.}} \right)^{0.8} + \left( \delta \tau' - \frac{\theta'}{2} \right) \cdot \frac{t_B - t_H}{t_B - t_{H.O.}}; ^\circ C \quad (2.1)$$

$$\tau_{2.0} = t_B + \Delta t' \cdot \left( \frac{t_B - t_H}{t_B - t_{H.O.}} \right)^{0.8} + \frac{\theta'}{2} \cdot \frac{t_B - t_H}{t_B - t_{H.O.}}; ^\circ C \quad (2.2)$$

$\Delta t'$  – температурный напор нагревательного прибора. При расчетной температуре воды в отопительной системе  $\tau'_3 = 95^\circ C$  и  $\tau'_{2.0} = 70^\circ C$ .

$$\Delta t' = \frac{\tau'_3 + \tau'_{2.0}}{2} - t_B; ^\circ C \quad (2.3)$$

$$\Delta t' = \frac{150 + 70}{2} - 16 = 62,5^\circ C$$

$\delta \tau'_0$  – расчетный перепад температур воды в тепловой сети.

$$\delta \tau'_0 = \tau_{1.0} - \tau_{2.0}; ^\circ C \quad (2.4)$$

$$\delta \tau'_0 = 150 - 70 = 80^\circ C$$

$t_H$  – текущая температура наружного воздуха,  $^\circ C$ ;

$\theta'$  – расчетный перепад температур воды в местной системе отопления.

$$\theta' = \tau'_3 - \tau'_{2.0}; ^\circ C \quad (2.5)$$

$$\theta' = 95 - 70 = 25^\circ C$$

$\Delta t'$  – температурный напор нагревательного прибора [принимается по заданию калорифер]. При расчетной температуре воды в системе вентиляции  $\tau'_3 = 150^\circ C$  и  $\tau'_{2.0} = 70^\circ C$ .

$$\Delta t' = \frac{\tau'_{3} + \tau'_{2,0}}{2} - t_{\text{в}}; ^{\circ}\text{C} \quad (2.6)$$

$$\Delta t' = \frac{150 + 70}{2} - 20 = 90^{\circ}\text{C}$$

$\delta\tau'$  – расчетный перепад температур воды в тепловой сети.

$$\delta\tau_0 = \tau_{1,0} - \tau_{2,0}; ^{\circ}\text{C} \quad (2.7)$$

$$\delta\tau_0 = 150 - 70 = 80^{\circ}\text{C}$$

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

$\theta'$  – расчетный перепад температур воды в местной системе отопления.

$$\theta' = \tau'_{3} - \tau'_{2,0}; ^{\circ}\text{C} \quad (2.8)$$

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

Задаваясь различными значениями температуры наружного воздуха  $t_{\text{н}}$  в пределах от  $+8$  до  $-29^{\circ}\text{C}$  определяем  $\tau_{1,0}$  и  $\tau_{2,0}$  численные значения температур сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах сводим в табл.3

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

	Температура сетевой воды при $t_{\text{н}}$ , $^{\circ}\text{C}$								
	+8	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-29
$\tau_{1,0}$	44,70	54,05	69,08	83,64	97,88	111,86	125,63	139,23	150,00
$\tau_{2,0}$	30,48	34,49	40,63	46,31	51,66	56,75	61,63	66,34	70,00

По полученным значениям  $\tau_{1,0}$  и  $\tau_{2,0}$  строим график температур воды в подающей и обратной магистралях тепловой сети рисунок 2.

Рекомендации по методу и месту регулирования

Рекомендации даны в соответствии с [6]

При одновременном подаче тепла по двухтрубным тепловым сетям для разнородных потребителей центральное регулирование, выполняемое по преобладающей нагрузке, должно быть дополнено местным регулированием.

При этом температура воды в подающем трубопроводе не должна понижаться ниже  $70^{\circ}\text{C}$ , так как при более низких температурах нагрев водопроводной воды в теплообменнике до  $60-65^{\circ}\text{C}$  будет невозможен.

По рисунку 3 видно, что это требование изменяет график температур воды в подающем трубопроводе. График приобретает вид ломаной линии с точкой излома при минимальной допустимой температурой сетевой воды.

#### Регулирование расходов тепла и сетевой воды на отопление

Температура наружного воздуха, соответствующая точке излома графика обозначается  $-t_{\text{ни}}$ .

При температурах наружного воздуха выше центральное регулирование сезонной нагрузки во избежание перегрева помещений дополняется местным регулированием.

При комбинированном регулировании отопительной нагрузки точка излома  $-t_{\text{ни}}$  делит отопительный период на два диапазона:

I – в интервале наружных температур от  $t_{\text{н}} = 8^{\circ}\text{C}$  до  $t_{\text{ни}} = -0,31^{\circ}\text{C}$ .

В этом интервале при постоянной температуре воды в подающем трубопроводе регулирование отопительной нагрузки осуществляется обычно местными пропусками. Периодическое отключение систем отопления предотвращает перегрев помещений. В связи с этим общий расход воды в сети сокращается по мере повышения температуры наружного воздуха. Температуру для обратной воды для этого диапазона принимают постоянной и равной  $\tau''_{2,0}$ .

Регулирование местными пропусками, осуществляется местным автоматическим количественным регулированием, так как оно является наиболее целесообразным поскольку не возникает колебания температуры воздуха в помещениях и к перерасхода тепла.

По мере повышения температуры наружного воздуха расход сетевой воды на отопление сокращается. Смесительные насосы, установленные в ЦТП после подогревателей горячего водоснабжения, увеличивают расход

подмешиваемой воды из обратной линии для поддержания гидравлического и теплового режима системы отопления.

II – в интервале наружных температур от  $t_{\text{ни}} = -0,31^\circ\text{C}$  до  $t_{\text{но}} = -29^\circ\text{C}$ .

В этом интервале осуществляется центрально качественное регулирование.

При центральном качественном регулировании по отопительной нагрузке расход воды в системах отопления остается постоянным в течении всего отопительного сезона.

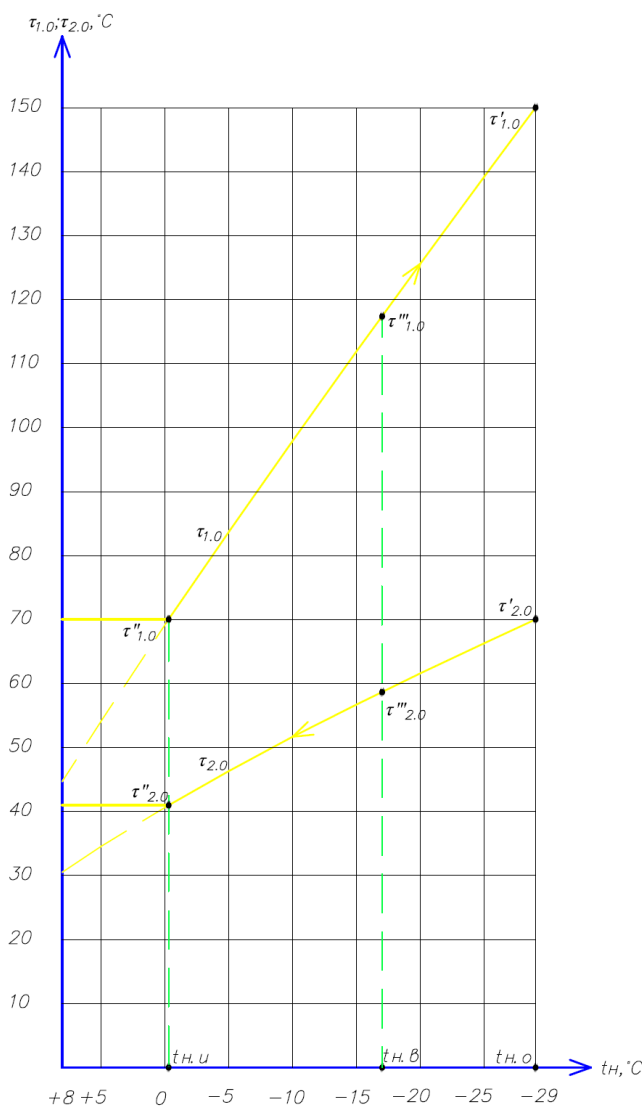


Рисунок 2 - График температуры сетевой воды при центральном качественном регулировании закрытых систем по отопительной нагрузке

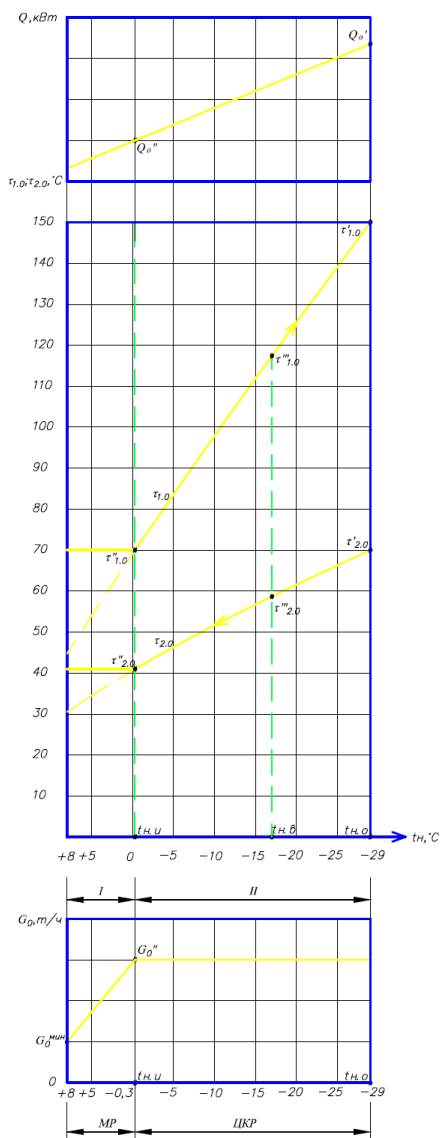


Рисунок 3 – График температур, расходов тепла и сетевой воды при комбинированном регулировании отопительной нагрузки

Расход сетевой воды на горячее водоснабжение и вентиляцию является величиной переменной и устанавливается групповыми или местными регуляторами, для выполнения этих условий присоединение потребителей к тепловой сети происходит по параллельной или двухступенчатой смешанной схеме.

#### Регулирование расходов тепла и сетевой воды на вентиляцию.

При центральном качественном регулировании по отопительной нагрузке температура воды в подающем трубопроводе в диапазоне от  $t_{\text{но}}$  до  $t_{\text{ни}}$  изменяется в зависимости от температуры воды и расхода тепла на вентиляцию отопительный период делится на три диапазона что отображено на рисунке 4.

I – в интервале наружных температур от  $t_{\text{н}} = 8^{\circ}\text{C}$  до  $t_{\text{ни}} = -0,31^{\circ}\text{C}$ . При переменной вентиляционной нагрузке температура в подающей линии постоянна.

Осуществляется местное количественное регулирование изменением расхода сетевой воды или расхода нагреваемого воздуха.

В данном диапазоне с увеличением вентиляционной нагрузки возрастает расход воды, что приводит к сокращению времени пребывания воды в калорифере и росту температуры обратной воды.

Регулирование расхода воды осуществляется с помощью регулировочного клапана по импульсу от температуры воздуха за калорифером.

Регулирование расходом воздуха. Рост вентиляционной нагрузки при постоянной температуре в подающем трубопроводе и постоянном расходе воды приводит к увеличению перепада температур сетевой воды.

II – в интервале наружных температур от  $t_{\text{ни}} = -0,31^{\circ}\text{C}$  до  $t_{\text{нв}} = -17^{\circ}\text{C}$  по мере увеличения вентиляционной нагрузки возрастает и температура воды.

Центрально качественное регулирование возможно только лишь в этом диапазоне, где характер изменения температуры воды соответствует изменению нагрузки.

III – в интервале наружных температур от  $t_{нв} = -17^{\circ}\text{C}$  до  $t_{но} = -29^{\circ}\text{C}$ .  
 При постоянном расходе тепла на вентиляцию температура воды в подающей линии перемена.

Постоянный расход тепла на вентиляцию при переменной температуре сетевой воды обеспечивает местным количественным регулированием.

Регулирование расходом воздуха показано на рисунке 5. По мере понижения наружной температуры уменьшается количество наружного воздуха, поступающего в калорифер. Система работает с рециркуляцией.

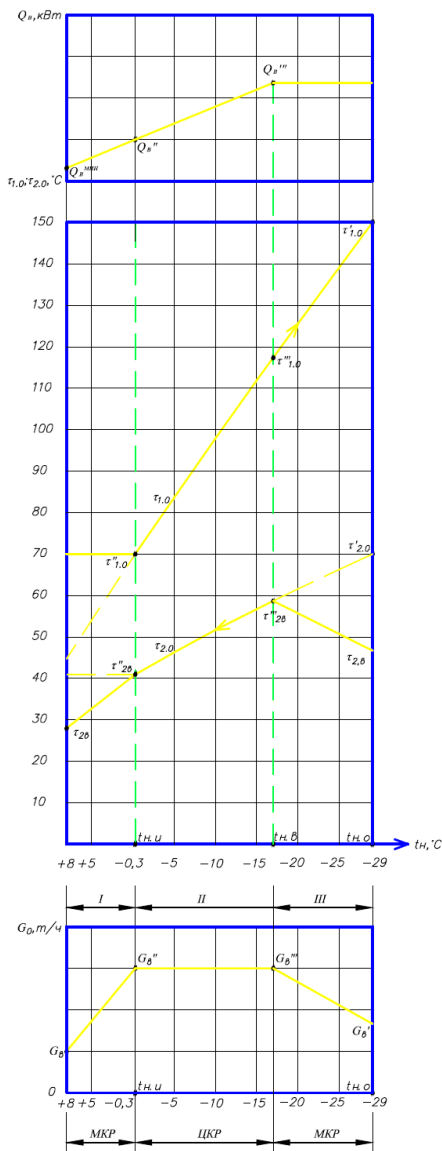


Рисунок 4 – График температур, расходов тепла и сетевой воды при регулировании вентиляционной нагрузки расходом сетевой воды

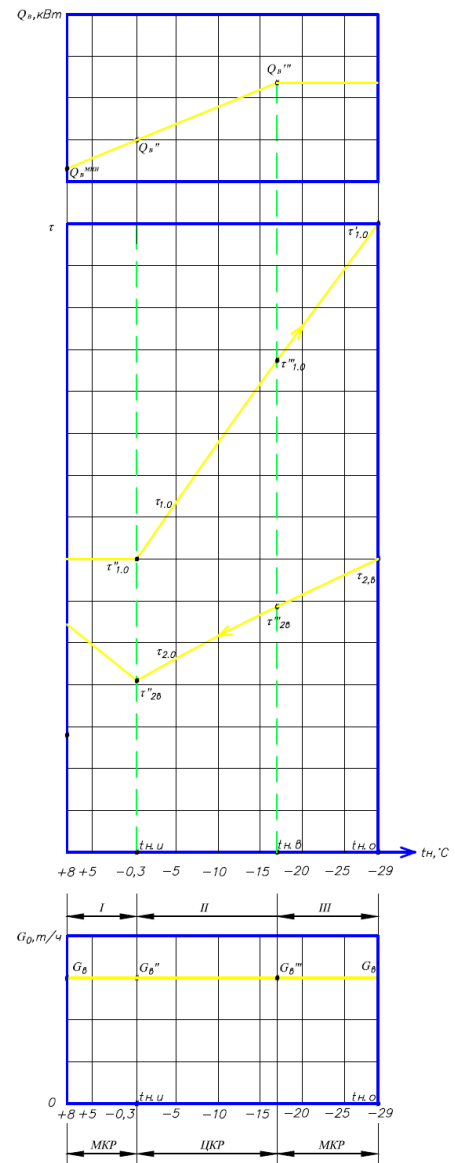


Рисунок 5 – График температур, расходов тепла и сетевой воды при регулировании вентиляционной нагрузки расходом сетевой воздуха

Регулирование расходов тепла и сетевой воды на горячее водоснабжение.

По характеру изменения температуры воды в подающем трубопроводе и при условно принятом для расчета графиков регулирования постоянным расходе тепла на горячее водоснабжение отопительный период делится на два диапазона, рисунок 6.

I – диапазон наружных температур от  $t_n = 8^\circ\text{C}$  до  $t_{ни} = -0,31^\circ\text{C}$ . характеризуется постоянством всех размариваемым параметром  $(Q, G, \tau)$  постоянство тепловой нагрузки обеспечивается постоянством температуры  $\tau''_1$  и постоянством расхода воды  $G_r''$ . Постоянство сетевой воды, поступающей в водоподогреватель обеспечивается центральным регулированием.

II – в диапазоне наружных температур от  $t_{ни} = -0,31^\circ\text{C}$  до  $t_{но} = -29^\circ\text{C}$ . Постоянный расход теплоты на горячее водоснабжение при перемой температуры сетевой воды обеспечивается местным количественным регулированием, расход сетевой воды, поступающий в подогревателе регулируется с помощью регулятора температуры так как с понижением температуры наружного воздуха происходит централизованное изменение температуры воды в подающем теплопроводе для нужд отопления.

В эти периоды расход сетевой воды на горячее водоснабжение часто превышает расход воды на отопление, этот недостаток параллельной схемы подключения водоподогревателя уменьшается при двухступенчатой смешанной схеме.

В двух ступенчатой смешанной схеме предварительный подогрев водопроводной воды в подогревателе нижней ступени за счет использования обратной воды снижает расход сетевой воды на горячее водоснабжение, рисунок 7.

I – диапазон наружных температур от  $t_n = 8^\circ\text{C}$  до  $t_{ни} = -0,31^\circ\text{C}$ .

Диапазон характеризуется постоянством всех рассматриваемых параметров  $(Q, G, \tau)$  постоянство сетевой воды обеспечивается центральным качественным регулированием, температура на выходе из подогревателя

верхней ступени принимается равной температуре обратной воды после системы отопления, этому условию соответствует минимальная суммарная поверхность водоподогревателей, температура водопроводной воды на выходе из подогревателя нижней ступени определяется из условий недогрева её до температуры греющей среды,  $\Delta t' = 5 - 10^\circ\text{C}$ .

В диапазоне 1 тепловая нагрузка делится между подогревателями верхней и нижней ступени пропорционально степени подогрева водопроводной воды каждой из них .

II – в интервале наружных температур от  $t_{\text{ни}} = -0,31^\circ\text{C}$  до  $t_{\text{но}} = -29^\circ\text{C}$ .

В следствии повышения температуры воды после отопления, подогрев водопроводной воды подогревателе первой ступени увеличивается. При этом тепловая нагрузка подогревателя второй ступени соответственно снижается за счет работы регулятора температуры, который уменьшает поступления сетевой воды в подогреватель второй ступени.

Осуществляется местное количественное регулирование. Максимальный расход сетевой воды на горячее водоснабжение наблюдается при температуре наужено воздуха  $t_{\text{ни}}$  в точке излома температурного графика.



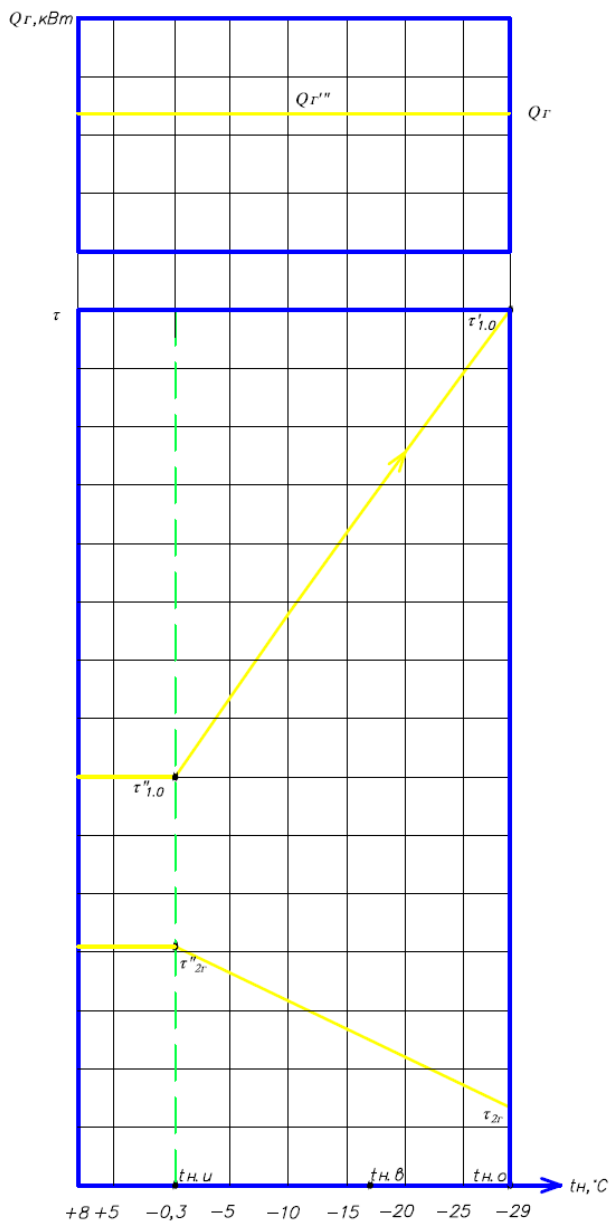


Рисунок 6 – График температур, расходов тепла и сетевой воды на горячее водоснабжение при параллельной схеме включения подогревателей

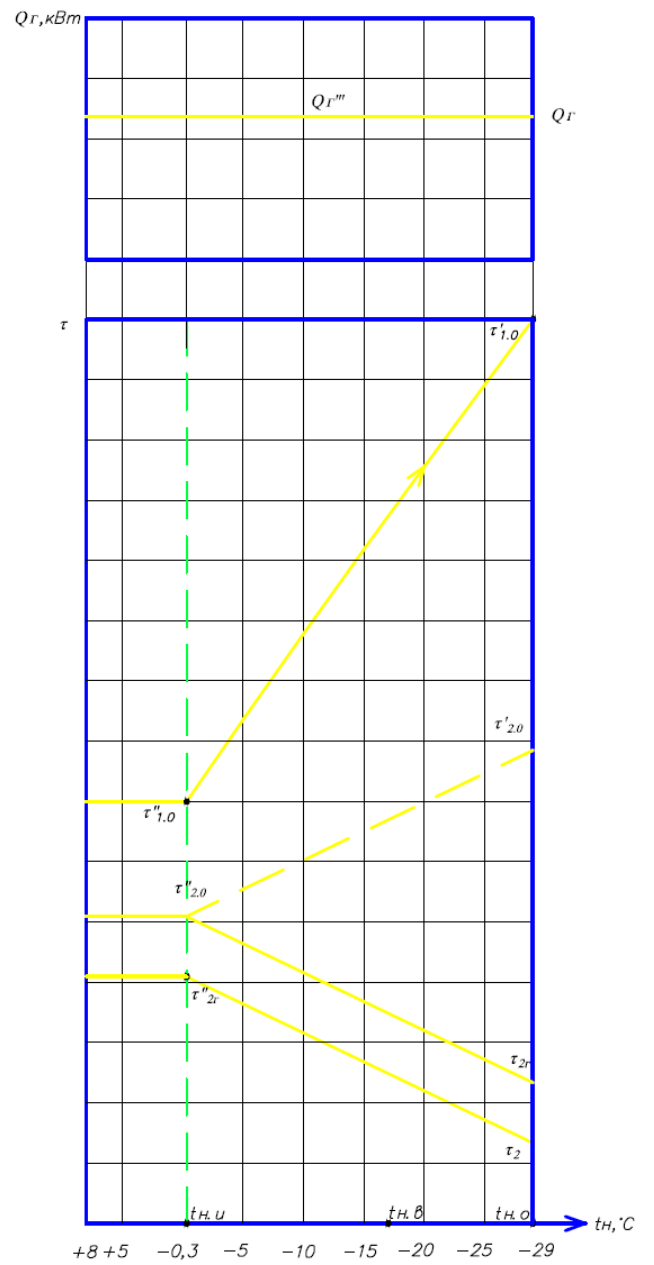


Рисунок 7 – График температур, расходов тепла и сетевой воды на горячее водоснабжение при смешанной схеме присоединения подогревателей

### 3 ТЕПЛОВАЯ СЕТЬ

#### 3.1 Определение расчетных расходов теплоносителя

Суммарные расчетные расходы сетевой воды, т/ч, в двухтрубных тепловых сетях в закрытых системах теплоснабжения при качественном регулировании отпуска тепла определяются по [5].

Расчетный расход сетевой воды на отопление  $n$  1 квартала, т/ч:

$$G_o^n = \frac{3,6 \cdot Q_o^n \cdot 1000}{c \cdot (\tau'_{1,0} - \tau'_{2,0})}, \text{ т / ч}; \quad (3.1)$$

Где  $Q_o^n$  – расчетный расход теплоты на отопление квартала,  $n$  квартала, мВт;

$c$  – теплоемкость воды, равная 4,19 кДж/(кг°С).

$\tau'_{1,0}$  и  $\tau'_{2,0}$  – Расчетная температура сетевой воды в подающей и обратной магистралях при  $t_{н,о}, \tau'_{1,0} = 150^\circ\text{C}$ ,  $\tau'_{2,0} = 70^\circ\text{C}$ .

Определим расчетные расходы сетевой воды на отопление 1 квартала.

$$G_o^1 = \frac{3,6 \cdot 0,733 \cdot 1000}{4,19 \cdot (150 - 70)} = 7,87 \text{ т / ч};$$

Расчетный расход сетевой воды на вентиляцию  $n$  1 квартала, т/ч:

$$G_B^n = \frac{3,6 \cdot Q_B^n \cdot 1000}{c \cdot (\tau''_1 - \tau''_{2,0})}, \text{ т / ч}; \quad (3.2)$$

где  $Q_B^n$  – расчетный расход теплоты на вентиляцию,  $n$  квартала, мВт.

$\tau''_1$  – температура сетевой воды в подающей магистрали при  $t_{н,в}, \tau''_1 = 117,34^\circ\text{C}$ .

$\tau''_{2,0}$  – температура сетевой воды после вентиляционных калориферов при  $t_{н,в}, \tau''_{2,0} = 58,7^\circ\text{C}$ .

Определим расчетные расходы сетевой воды на вентиляцию 1 квартала.

$$G_B^1 = \frac{3,6 \cdot 1,566 \cdot 1000}{4,19 \cdot (117,38 - 58,7)} = 22,92 \text{ т / ч};$$

Расчетный расход на воздушно–тепловые завесы п 1 квартала, т/ч:

$$G_{\text{ВТЗ}}^n = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{ВТЗ}}^n \cdot 1000}{c \cdot (\tau_1^m - \tau_{2,0}^m)}, \text{ т / ч}; \quad (3.3)$$

где  $Q_{\text{ВТЗ}}^n$  – расчетный расход теплоты на воздушно – тепловые завесы, п квартала, мВт.

Определим расчетные расходы сетевой воды на воздушно – тепловые завесы 1 квартала.

$$G_{\text{ВТЗ}}^1 = \frac{3,6 \cdot 0,297 \cdot 1000}{4,19 \cdot (117,38 - 58,7)} = 4,34 \text{ т / ч};$$

Так как в ЦТП каждого промышленного предприятия установлен закрытый бак аккумулятор то за расчетный расход на горячее водоснабжение каждого квартала принимается средний часовой расход.

Средний часовой расход на горячее водоснабжение п 1 квартала, т/ч:

$$G_{\text{ГВС}}^n = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{ГВС}}^n \cdot 1000}{c \cdot (\tau_{1,0}^m - \tau_{2,0}^m)} \cdot \left( \frac{65 - t_n}{65 - t_{x,3}} + 0,2 \right), \text{ т / ч}; \quad (3.4)$$

где  $Q_{\text{ГВС}}^n$  – расчетный расход теплоты на горячее водоснабжение п квартала, мВт.

$\tau_{1,0}^m - \tau_{2,0}^m$  – температура сетевой воды в подающей и обратной магистралях тепловой сети в точке излома отопительно-бытового графика,  $\tau_{1,0}^m = 70^\circ\text{C}$ ,  $\tau_{2,0}^m = 40,96^\circ\text{C}$ .

Определим расчетные расходы сетевой воды на горячее водоснабжение 1 квартала.

$$G_{\text{ГВС}}^1 = \frac{3,6 \cdot 0,408 \cdot 1000}{c \cdot (70 - 40,96)} \cdot \left( \frac{65 - 30,96}{65 - 5} + 0,2 \right) = 6,85 \text{ т / ч};$$

Суммарный расчетный расход сетевой воды в магистральных сетях при регулировании по отопительному графику определяется как сумма расчетных

расходов воды на отопление, вентиляцию и воздушно – тепловыми завесами для n квартала, т/ч:

$$G_p^{n'} = G_o^n + G_B^n + G_{втз}^n, \text{ т / ч}; \quad (3.5)$$

$$G_p^{1'} = 7,87 + 22,92 + 4,34 = 35,14 \text{ т / ч};$$

Аналогично просчитываются остальные потребители. Результаты расчетов сведены в приложении 2 в таблице 4.

### **3.2 Конструирование тепловой сети, построение монтажной схемы**

Для составления расчётной схемы теплопроводов производится трассировка тепловых сетей, причём кратчайшими путями и максимально экономически целесообразно. Расчётная схема разбивается на участки. Участок - это отрезок теплопровода на протяжении, которого не изменяется расход теплоносителя. Участки нумеруются от УТ1 по наиболее протяженной и нагруженной ветке до последнего абонента. Затем нумеруются остальные ветки. На расчётной схеме указываются расходы и длины всех участков.

После составления расчётной схемы приступают к построению монтажной схемы тепловых сетей. На монтажной схеме указываются: Узлы ответвления, тепловые камеры, углы поворотов, неподвижные опоры, компенсаторы температурных удлинений, переходы диаметров и задвижки.

По [5, табл. 9.11] намечаются диаметры участков. Наметив диаметры, расставляем неподвижные опоры. Максимальное расстояние между неподвижными опорами зависит от диаметра теплопровода, на котором они устанавливаются. Между неподвижными опорами устанавливается колодец 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[5].

На распределительных магистралях устанавливается запорная арматура - задвижки.

### 3.3 Механический расчет тепловой сети

Необходимо определить результирующее усилие на неподвижную опору А рисунок 8, 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  $\mu = 0,3$ .

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  $l_1 = 115$  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  $q = 2600$  Н, определяем результирующее усилие на неподвижную опору при закрытой задвижке (коэффициент  $a = 1$ ) по формуле:

$$N = a \cdot P \cdot \frac{\pi \cdot d_b^2}{4} + \mu \cdot q \cdot l_1 - 0,7 \cdot \mu \cdot q \cdot l_2, \text{ Н}; \quad (3.6)$$

$$N = 1 \cdot 1,6 \cdot 10^6 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,406^2}{4} + 0,3 \cdot 2600 \cdot 115 - 0,7 \cdot 0,3 \cdot 2600 \cdot 2 = 502,7 \text{ кН};$$

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

$$N = \mu \cdot q \cdot l_1 - 0,7 \cdot \mu \cdot q \cdot l_2, \text{ Н}; \quad (3.7)$$

$$N = 0,3 \cdot 2600 \cdot 115 - 0,7 \cdot 0,3 \cdot 2600 \cdot 2 = 88,6 \text{ кН};$$

### 3.4 Гидравлический расчёт

Основной задачей гидравлического расчета в зимний период трубопроводов тепловых сетей является определение диаметров трубопроводов

и потерь давления при заданных максимальных расходах теплоносителей в сети.

Гидравлический расчет трубопроводов выполнен по [7].

Зная расчетные расходы по участкам по таблицам для гидравлического расчета, составленным для труб с коэффициентом эквивалентной шероховатости  $K_3 = 0,5$  мм, находим диаметр теплопровода, действительную удельную потерю давления на трение  $R$  и скорость движения теплоносителя [5]. При этом скорость движения теплоносителя должна быть не более 3,5 м/с.

Потери давления в местных сопротивлениях заменяем равновеликими потерями давления в прямолинейном трубопроводе того же диаметра длиной  $l_3$ . Общие потери давления на участке, определяем как произведение удельных линейных потерь давления  $R$  на приведенную длину участка  $l_{пр}$ , равную сумме фактической и эквивалентной длин участка по формуле:

$$\Delta p = R \cdot l_{пр}, \text{Па}; \quad (3.10)$$

Где  $R$  – удельные потери на трение, Па/м, определяется по [5, табл.9.11].

$l_{пр}$  – приведённая длина трубопровода, м, определяется по формуле:

$$l_{пр} = l_{ф} + l_3, \text{м}; \quad (3.11)$$

Где  $l_{ф}$  – Фактическая длина трубопровода

$l_3$  – Эквивалентная длина местных сопротивлений, м, определяется по формуле:

$$l_3 = \sum \xi \cdot \frac{D_{вн}}{\lambda}, \text{м}; \quad (3.12)$$

Где  $\xi$  – коэффициент местных сопротивлений для деталей трубопроводов, компенсаторов, арматуры и переходов диаметра. Принимается по [7, табл.9.8]

$\lambda$  – Коэффициент гидравлического трения, определяется по формуле:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left( \frac{K_{ш}}{D_{вн}} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} \quad (3.13)$$

Где  $Re$  – Число Рейнольдса, определяется по формуле;

$$Re = 560 \cdot \frac{D_{\text{вн}}}{K_{\text{ш}}} \quad (3.14)$$

Где  $K_{\text{ш}}$  – Эквивалентная шероховатость внутренней поверхности труб, принимается по [5, пункт.8.1] для водяных тепловых сетей принимается равным 0,0005, м.

$D_{\text{вн}}$  – внутренний диаметр трубопровода, м.

Расчет произведен таким образом, чтобы величина невязки между потерями давления в ветках не превышала 10%. При невозможности уравнять потери давления в ветках изменением диаметров труб избыточное давление гасится на абонентских вводах.

Пример для участка №18:

Расход на участке №18 складывается из расхода 2 и 8 промышленной зоны. Расходы на квартала принимаются из таблицы 4.

$$G_{\text{уч}}^{18} = 80,2 \text{ Т / ч};$$

Подбираем диаметр трубопровода в соответствии с расходом и ограничением по скорости в 3,5м/с. Принимаем диаметр трубопровода 152x4,5мм. С характеристиками  $R = 191,33 \text{ Па/м}$  и  $W = 1,45 \text{ м/с}$ .

Определяется внутренний диаметр данной трубы по формуле:

$$D_{\text{вн}} = D_{\text{н}} - (S \cdot 2) \quad (3.15)$$

Где  $D_{\text{н}}$  – Наружный диаметр трубы

$S$  – Толщина стенки трубопровода

$$D_{\text{вн}} = 152 - (4,5 \cdot 2) = 143, \text{ мм};$$

Определяем число Рейнольдса.

$$Re = 560 \cdot \frac{0,143}{0,0005} = 160160;$$

Определяем коэффициент гидравлического трения.

$$\lambda = 0,11 \cdot \left( \frac{0,0005}{0,143} + \frac{68}{160160} \right)^{0,25} = 0,0275;$$

Определяем эквивалентную длину местных сопротивлений.

$$l_3 = 10,73 \cdot \frac{0,143}{0,0275} = 55,72, \text{ м};$$

Определяем приведённую длину трубопровода.

$$l_{\text{пр}} = 230,4 + 55,72 = 286,12, \text{ м};$$

Определяем общие потери давления на участке №18.

$$\Delta p = 191,33 \cdot 286,12 = 54743, \text{ Па};$$

Аналогично рассчитываются последующие участки магистрали и ответвлений. Гидравлический расчет теплопроводов сведен в приложении 3 в таблице 5.

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.

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

$$Q_{\text{Г.В}}^{\text{л}} = Q_{\text{ГВС}}^{\text{ср}} \cdot \left( \frac{65 - t_{\text{х.л.}}}{65 - t_{\text{х.з}}} \right), \text{ Вт}; \quad (3.16)$$

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

$$G_{\text{ГВС}}^{\text{ср.л}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{Г.В}}^{\text{л}}}{c \cdot (\tau_1 - \tau_2)}, \text{ кг / ч}; \quad (3.17)$$



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

$\tau_2$  – температура сетевой воды после водоподогревателя,  $\tau_3 = 26,34^\circ\text{C}$ ;

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

$$G_p^l = \beta \cdot G_{г.в.}^{ср.л}, \text{ кг / ч ;} \quad (3.18)$$

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

Пример для квартала №1:

Определим тепловую нагрузку на систему горячего водоснабжения в летнее время:

$$Q_{г.в.}^l = 0,408 \cdot \left( \frac{65 - 152}{65 - 5} \right) = 0,340, \text{ Вт;}$$

Определим средне часовой расход сетевой воды на систему горячего теплоснабжения в летний период:

$$G_{гвс}^{ср.л} = \frac{3,6 \cdot 0,340}{4,19 \cdot (70 - 40,96)} = 12,75, \text{ т / ч;}$$

Определим расчетный часовой расход сетевой воды на систему горячего теплоснабжения в летний период:

$$G_p^l = 0,8 \cdot 12,75 = 10,2, \text{ т / ч;}$$

Расчёт сведен в приложение 4 в таблицу 6.

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

$$S = \frac{H}{G_p^n}, \text{ м} \cdot \text{ч}^2 / \text{м}^6; \quad (3.19)$$

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

$G_p^n$  – расчетный расход воды на участке для отопительного периода, **т/ч**.

Для участка №1:

$$S_1 = \frac{3,42}{494,4^2} = 6,86 \cdot 10^{-5} \text{ м} \cdot \text{ч}^2 / \text{м}^6;$$

Аналогично находятся сопротивления других расчетных участков.

Потери напора на участках для летнего периода:

$$H_{\text{л}} = S \cdot (G_{\text{п}}^{\text{л}})^2, \text{ м}; \quad (3.20)$$

Потери напора для участка №1:

$$H_{\text{л}} = 6,86 \cdot 10^{-5} \cdot 494,4^2 = 0,17 \text{ м};$$

Аналогично рассчитываются последующие участки магистрали и ответвлений.

Гидравлический расчет теплопроводов сведен в приложение 4 в таблицу 6 и в приложение 5 в таблицу 7.

На основании потерь давления строится пьезометрический график для статического и динамического режимов работы системы теплоснабжения.

На профиль местности наносится отметки высот присоединяемых потребителей, после начинаем разработку пьезометрического графика при гидростатическом режиме. При построении линии статического напора необходимо исходить из условия заполнения всех потребителей сетевой водой и создания у них избыточного напора 3...5 м. В нашем случае из всех потребителей наибольшую отметку имеют здания промышленной зоны №29. Полный статический напор для всей системы составит:

$$H_{\text{ст}} = H_{\text{кв}} + Z + H_{\text{св}}, \text{ м}; \quad (3.21)$$

где  $H_{\text{кв}}$  – высота здания, м, при условии, что высота этажа равна 3 м;

$Z$  – геодезическая высота, м;

$H_{\text{св}}$  – величина свободного напора, принимается равной 3 – 5 м.

$$H_{\text{ст}} = (3 \cdot 6) + 1,56 + 3 = 22,56, \text{ м};$$

После построения линии статического напора приступаем к разработке пьезометрического графика при гидродинамическом режиме. Разработку начинаем с построения пьезометрической линии обратной магистрали. Напор на в точке присоединения к тепловой сети ТЭЦ ВАЗа подающей и обратной

магистрالی принимаем по заданию  $P_1 = 0,872 \text{ КПа} = 87,2 \text{ м}$ , и  $H_{P2} = P_2 = 0,288 \text{ КПа} = 28,8 \text{ м}$ .

Зная потери напора на расчетных участках, определяем значения точек полных напоров в обратной магистрالی.

Соединив полученные точки, получим ломаную линию—пъезометрическая линия обратной магистрالی. Максимальный пъезометрический напор в обратной магистрالی в конце восемнадцатого участка равен разности полного напора в обратной линии сети и геодезической отметки оси теплопровода, т.е.  $89,12 - 1,93 = 87,14 \text{ м}$ , что меньше допустимого значения  $100 \text{ м}$  для независимых схем присоединения потребителей исходя из условия прочности водоподогревателей.

Откладываем вверх располагаемый напор на промышленную зону №3  $H_{п.3} = 10,02 \text{ м}$ . Зная потери напора на расчетных участках, аналогично пъезометрической линии обратной магистрالی строим пъезометрическую линию подающей магистрالی:

Полученная точка характеризует напор на нагнетательном патрубке сетевого насоса, равный  $159,46 \text{ м}$ , что не превышает допустимого значения  $160 \text{ м}$  или  $1,6 \text{ Мпа}$ , из условия прочности стальных трубопроводов и арматуры.

Напор, развиваемый повысительными насосами, равен:

$$H_{\text{сн}} = H_{\text{под}} + H_{\text{обр}} + H_{\text{кв}} - H_{P1} - H_{P2}, \text{ м}; \quad (3.22)$$

$$H_{\text{сн}} = 60,32 + 60,32 + 10,02 - 87,2 - 28,8 = 43,46, \text{ м};$$

Далее строится продольный профиль теплотрассы на основе монтажной схемы и профиля местности. Тепловые сети стараемся прокладывать в соответствии с [19,20].

Высоту камер, отметки потолка и дна канала, марки каналов определяем по зависимости от диаметров теплопровода и установленной арматуры.

$A$ — расстояние от поверхности земли до верха перекрытия камеры, согласно [2] принимаем не менее  $0,3 \text{ м}$ ;

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

$l$  – высота задвижки, м;

Размеры высоты задвижки принимаем по [5]

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

$$c = h + \frac{d_H}{2}, \text{ м}; \quad (3.24)$$

$h$  – расстояние от низа трубы до пола канала согласно [2];

$H$  – высота канала м;

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

Размеры каналов принимаем по [5]

Таблица 7 – Размеры каналов

№ участка	Марка канала	дн	Размеры канала					
			а	б	в	г	h	Н
1	2КЛс120-120	630x7	1200	300	1500	100	246	1170
2	2КЛс120-121	630x7	1200	300	1500	100	246	1170
3	2КЛс120-122	630x7	1200	300	1500	100	246	1170
4	КС210-90	529x7	2100	550	1000	550	246	900
5	КС210-90	426x10	2100	550	1000	550	246	900
6	КС210-90	426x10	2100	550	1000	550	246	900
7	КС210-90	426x10	2100	550	1000	550	246	900
8	КС210-90	426x10	2100	550	1000	550	246	900
9	КС210-90	426x10	2100	550	1000	550	246	900
10	КС210-90	426x10	2100	550	1000	550	246	900
11	КС210-90	426x10	2100	550	1000	550	246	900
12	КС210-90	426x10	2100	550	1000	550	246	900
13	КЛс150-90	325x8	1500	400	700	400	246	830
14	КЛс150-90	325x8	1500	400	700	400	246	830
15	КЛс150-90	325x8	1500	400	700	400	246	830
16	КЛс150-90	273x8	1500	400	700	400	246	830
17	КЛс150-90	273x8	1500	400	700	400	246	830
18	КЛ120-60	152x4,5	1200	340	600	340	196	590

Таблица 8 - Задвижки на теплотрассе

№ УТ	Марка канала	D <sub>н</sub> x S	Dy	Задвижка	l
1	2КЛс120-120	630x7	600	30с927нж	1,585
2	2КЛс120-121	630x7	600	30с927нж	1,585
3	2КЛс120-122	630x7	600	30с927нж	1,585
4	КС210-90	529x7	500	30с927нж	1,585
5	КС210-90	426x10	400	30с927нж	1,585
6	КС210-90	426x10	400	30с927нж	1,585
7	КС210-90	426x10	400	30с927нж	1,585
8	КС210-90	426x10	400	30с927нж	1,585
9	КС210-90	426x10	400	30с927нж	1,585
10	КС210-90	426x10	400	30с927нж	1,585
11	КС210-90	426x10	400	30с927нж	1,585
12	КС210-90	426x10	400	30с927нж	1,585
13	КЛс150-90	325x8	300	30с927нж	1,585
14	КЛс150-90	325x8	300	30с41нж	1,307
15	КЛс150-90	325x8	300	30с41нж	1,307
16	КЛс150-90	273x8	250	30с41нж	1,307
17	КЛс150-90	273x8	250	30с41нж	1,11
18	КЛ120-60	152x4,5	150	30с41нж	1,11
19	КЛ120-60	152x4,5	150	30с41нж	0,709

Отметка пола канала n определяется по формуле:

$$H_{\text{кан } n}^{\text{пол}} = H_{0.3} - A - b - l - c, \text{ м} \quad (3.25)$$

Отметка потолка канала n определяется по формуле:

$$H_{\text{кан } n}^{\text{пот}} = H_{\text{кан } n}^{\text{пол}} + H, \text{ м} \quad (3.26)$$

Отметка дна камеры n определяется по формуле:

$$H_{\text{кам } n}^{\text{дно}} = H_{\text{кан } n}^{\text{пол}} - d, \text{ м} \quad (3.27)$$

Отметка потолка камеры n задается как отметка рельефа местности с вычетом A м определяется по формуле:

$$H_{\text{кам } n}^{\text{пот}} = H_{0.3} - A, \text{ м} \quad (3.28)$$

Аналогично просчитываем камеру n1 и канал n1, далее проводится проверка уклона определяется по формуле:

$$i = \frac{H_{\text{кан } n}^{\text{пот}} - H_{\text{кан } n1}^{\text{пот}}}{L} \quad (3.29)$$

Если полученный уклон меньше 0,002, то задаемся уклоном который будет больше или равен  $i_{\text{min}} = 0,002$  и пересчитываем отметку потолка канала n1 по формуле:

$$H_{\text{кан } n1}^{\text{пот}} = H_{\text{кан } n}^{\text{пот}} - i_{\text{min}} \cdot L, \text{ м} \quad (3.30)$$

Отметка пола канала n1 пересчитывается по определённому ранее уклону:

$$H_{\text{кан } n1}^{\text{пол}} = H_{\text{кан } n}^{\text{пол}} - i_{\text{min}} \cdot L, \text{ м} \quad (3.31)$$

Отметка дна камеры n1 пересчитывается по формуле:

$$H_{\text{кам } n1}^{\text{дно}} = H_{\text{кан } n1}^{\text{пол}} - d, \text{ м} \quad (3.32)$$

Отметка потолка камеры n1 пересчитывается по формуле:

$$H_{\text{кам } n1}^{\text{пот}} = H_{\text{кам } n1}^{\text{дно}} + b + l + c + d, \text{ м} \quad (3.33)$$

Расстояние от поверхности земли до верха перекрытия камеры пересчитывается по формуле:

$$A_{n1} = H_{\text{о.з}} - H_{\text{кам } n1}^{\text{пот}}, \text{ м} \quad (3.34)$$

Пример расчета камеру УТ3 и УТ2

Расстояние от оси теплопровода до пола канала, определяется по формуле:

$$c = 0,246 + \frac{0,63}{2} = 0,561, \text{ м}$$

Отметка пола канала УТ3:

$$H_{\text{кан. УТ3}}^{\text{пол}} = 66,21 - 0,3 - 0,5 - 1,585 - 0,561 = 63,26, \text{ м}$$

Отметка потолка канала n определяется по формуле:

$$H_{\text{кан. УТ3}}^{\text{пот}} = 63,26 + 1,17 = 64,43, \text{ м}$$

Отметка дна камеры n определяется по формуле:

$$H_{\text{кам УТ3}}^{\text{дно}} = 63,26 - 0,5 = 62,76, \text{ м}$$

Отметка потолка камеры УТ3 задается как отметка рельефа местности с вычетом А м определяется по формуле:

$$H_{\text{кам УТ3}}^{\text{пот}} = 66,21 - 0,3 = 65,91, \text{ м}$$

Отметка пола канала УТ2:

$$H_{\text{кан. УТ2}}^{\text{пол}} = 66,14 - 0,3 - 0,5 - 1,585 - 0,561 = 63,19, \text{ м}$$

Отметка потолка канала n определяется по формуле:

$$H_{\text{кан. УТ2}}^{\text{пот}} = 63,19 + 1,17 = 64,36, \text{ м}$$

Отметка дна камеры n определяется по формуле:

$$H_{\text{кам УТ2}}^{\text{дно}} = 63,19 - 0,5 = 62,69, \text{ м}$$

Отметка потолка камеры УТ2 задается как отметка рельефа местности с вычетом А м определяется по формуле:

$$H_{\text{кам УТ2}}^{\text{пот}} = 66,14 - 0,3 = 65,84, \text{ м}$$

проверка уклона определяется по формуле:

$$i = \frac{64,43 - 64,36}{619} = 0,0001$$

Так как полученный уклон меньше 0,002, то задаем уклон который будет больше или равен  $i_{\text{min}} = 0,002$  и пересчитываем отметку потолка канала УТ2 по формуле:

$$H_{\text{кан УТ2}}^{\text{пот}} = 64,43 - 0,002 \cdot 619 = 63,20, \text{ м}$$

Отметка пола канала УТ2 пересчитывается по определённому ранее уклону:

$$H_{\text{кан УТ2}}^{\text{пол}} = 63,26 - 0,002 \cdot 619 = 62,03, \text{ м}$$

Отметка дна камеры УТ2 пересчитывается по формуле:

$$H_{\text{кам УТ2}}^{\text{дно}} = 62,03 - 0,5 = 61,53, \text{ м}$$

Отметка потолка камеры УТ2 пересчитывается по формуле:

$$H_{\text{кам УТ2}}^{\text{пот}} = 61,53 + 0,5 + 1,585 + 0,561 + 0,5 = 64,67, \text{ м}$$

Расстояние от поверхности земли до верха перекрытия камеры пересчитывается по формуле:

$$A_{\text{УТ2}} = 66,14 - 64,67 = 1,47, \text{ м}$$

Аналогично определяем отметки каналов и камер для последующих участков сети. Расчет сводится в таблицу 9.

В нижних точках тепловой сети (УТ1,УТ4,УТ7,УТ10,УТ13,УТ16) предусматриваем штуцера с запорной арматурой для спуска воды (дренаж). Диаметр штуцера и запорной арматуры спускных устройств определяем по [2]. В высших точках тепловой сети (УТ3, УТ5, УТ9, УТ12, УТ14, УТ17, УТ19) предусматриваем штуцера с запорной арматурой для выпуска воздуха.

Таблица 9 – Отметки продольного профиля

№ УТ	b, м	A, м	c, м	d, м	Отметки, м					i
					Н <sub>о.з</sub>	Н <sub>пол.кан</sub>	Н <sub>пот.кан</sub>	Н <sub>дно.к</sub> ам	Н <sub>пот.ка</sub> м	
1	0,5	0,35	0,561	0,5	64,46	61,47	62,64	60,97	64,11	0,0020
2	0,5	1,47	0,561	0,5	66,14	62,03	63,20	61,53	64,67	0,0020
3	0,5	0,30	0,561	0,5	66,21	63,26	64,43	62,76	65,91	0,0027
4	0,5	1,50	0,511	0,5	65,57	61,47	62,37	60,97	64,07	0,0020
5	0,5	0,40	0,459	0,5	66,14	63,19	64,09	62,69	65,74	0,0031
6	0,5	1,34	0,459	0,5	66,02	62,14	63,04	61,64	64,68	0,0027
7	0,5	1,69	0,459	0,5	66,03	61,80	62,70	61,30	64,34	0,0020
8	0,5	0,59	0,459	0,5	66,28	63,15	64,05	62,65	65,69	0,0020
9	0,5	0,40	0,459	0,5	66,49	63,54	64,44	63,04	66,09	0,0059
10	0,5	1,26	0,459	0,5	66,23	62,43	63,33	61,93	64,97	0,0025
11	0,5	0,81	0,459	0,5	66,48	63,13	64,03	62,63	65,67	0,0020
12	0,5	0,40	0,459	0,5	66,72	63,77	64,67	63,27	66,32	0,0020
13	0,5	0,85	0,409	0,5	66,53	63,19	64,02	62,69	65,68	0,0027
14	0,5	0,45	0,409	0,5	66,65	63,98	64,81	63,48	66,20	0,0020
15	0,5	0,54	0,409	0,5	66,3	63,54	64,37	63,04	65,76	0,0145
16	0,5	1,20	0,383	0,5	66,34	62,95	63,78	62,45	65,14	0,0020
17	0,5	0,48	0,383	0,5	66,55	64,08	64,91	63,58	66,07	0,0021
18	0,5	0,33	0,272	0,5	66,44	64,23	64,82	63,73	66,11	0,0021
19	0,5	0,54	0,272	0,5	66,73	64,71	65,30	64,21	66,19	

### 3.5 Расчет и подбор тепловой изоляции

Данный расчет сводится к определению термического сопротивления, определению и сопоставлению потерь тепла изолированными и неизолированными теплопроводами.

По продольному профилю определена наименьшая глубина заложения теплотрассы для канала 2КЛс 120-120 рисунок 11, с диаметром труб тепловой



сети  $d_{нхс} = 630 \times 7$  мм. Глубина заложения составляет 2,39 м, что не противоречит требованиям. Для этого участка, будет определена эффективность тепловой изоляции.

Изоляция состоит из Пенополиуретана толщиной 0,085 м, и коэффициентом теплопроводности  $\lambda_{п} = 0,03$  Вт/ (м · °С); и покровного слоя из полиэтилена толщиной 0,0079 м и коэффициентом теплопроводности  $\lambda_{пк} = 0,43$  Вт/ (м · °С). принятый по [9].

Грунт – и суглинки, коэффициент теплопроводности  $\lambda_{гр} = 2,2$  Вт/ (м · °С), принятый по [8, табл. 13.3].

Среднегодовая температура грунта на глубине заложения 2,39 м теплотрассы принимается равной  $t_0 = 7,81$ °С, по [4].

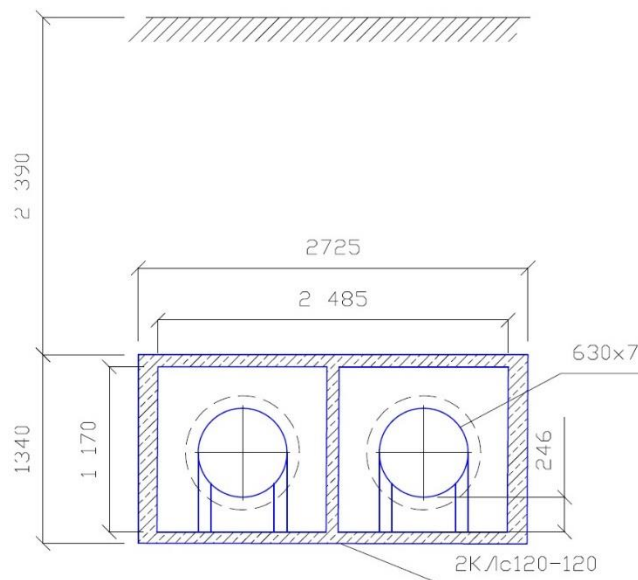


Рисунок 11 – Разрез канала

Определяем среднюю температуру в подающем теплопроводе за год по формуле:

$$\tau_{ср}^1 = \frac{\tau \cdot n_{-25} + \tau \cdot n_{-20} + \dots + \tau \cdot n_0 + 70 \cdot (n_{+5} + n_8 + (8400 - n_{от}))}{8400}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.35)$$

Аналогично находится средняя температура в обратном теплопроводе:

$$\tau_{cp}^2 = \frac{\tau \cdot n_{-25} + \tau \cdot n_{-20} + \dots + \tau \cdot n_0 + 40,95 \cdot (n_{+5} + n_8 + (8400 - n_{от}))}{8400}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.36)$$

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

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

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

$$\tau_{cp}^1 = \frac{150 \cdot 101 + 139 \cdot 280 + 125,6 \cdot 478 + 111,9 \cdot 584 + 97,9 \cdot 844 + 83,6 \cdot 997 + 70 \cdot (968 + 609 + (8400 - 4872))}{8400} = 83,67, \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\tau_{cp}^2 = \frac{70 \cdot 101 + 66,3 \cdot 280 + 61,6 \cdot 478 + 56,7 \cdot 584 + 51,7 \cdot 844 + 46,3 \cdot 997 + 40,95 \cdot (968 + 609 + (8400 - 4872))}{8400} = 46,08, \text{ } ^\circ\text{C}$$

Общее термическое сопротивление канала  $R_0$ ,  $(\text{м} \cdot ^\circ\text{K})/\text{Вт}$ , определяется по формуле:

$$R_0 = R_K + R_{ПК} + R_{ГР}, \quad (3.37)$$

где  $R_K$  - термическое сопротивление стенок канала,  $(\text{м} \cdot ^\circ\text{K})/\text{Вт}$ ;

$R_{ПК}$  - термическое сопротивление внутренней поверхности канала,  $(\text{м} \cdot ^\circ\text{K})/\text{Вт}$ ;

$R_{ГР}$  - термическое сопротивление грунта,  $(\text{м} \cdot ^\circ\text{K})/\text{Вт}$ .

$$R_K = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_K} \cdot \ln \frac{d_{нэ}}{d_{вэ}}, \quad (3.38)$$

где  $\lambda_K$  - коэффициент теплопроводности конструкции канала, принимаем равным  $\lambda_K = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{K})$ ;

$d_{нэ}, d_{вэ}$  - соответственно, наружный и внутренний эквивалентные диаметры, м.

$$d_{\text{нэ}} = \frac{4 \cdot F_{\text{н}}}{P_{\text{н}}}, \quad (3.39)$$

$$d_{\text{вэ}} = \frac{4 \cdot F_{\text{в}}}{P_{\text{в}}}, \quad (3.40)$$

где  $F_{\text{н}}$ ,  $F_{\text{в}}$  - соответственно, площадь наружной и внутренней поверхности канала,  $\text{м}^2$ ;

$P_{\text{н}}$ ,  $P_{\text{в}}$  - периметр, соответственно, наружный и внутренний, м.

$$R_{\text{пк}} = \frac{1}{\pi \cdot d_{\text{вэ}} \cdot \alpha}, \quad (3.41)$$

где  $\alpha$  - коэффициент теплоотдачи на внутренней поверхности канала, принимаем равным  $\alpha = 8,15 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{К})$ .

$$R_{\text{гр}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{\text{гр}}} \cdot \ln \frac{4 \cdot h}{d_{\text{нэ}}}, \quad (3.42)$$

где  $\lambda_{\text{гр}}$  - коэффициент теплопроводности грунта,  $2,2 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{К})$ ;

$h$  - глубина заложения теплотрассы, м.

Подставив соответствующие значения, получим:

$$d_{\text{нэ}} = \frac{4 \cdot (2725 \cdot 1340)}{2 \cdot (2725 + 1340)} = 1,797 \text{ м};$$

$$d_{\text{вэ}} = \frac{4 \cdot (2485 \cdot 1170)}{2 \cdot (2485 + 1170)} = 1,591 \text{ м};$$

$$R_{\text{к}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 2,04} \cdot \ln \frac{1,797}{1,591} = 0,009 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Вт}};$$

$$R_{\text{пк}} = \frac{1}{\pi \cdot 1,591 \cdot 8,1} = 0,025 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Вт}};$$

$$R_{\text{гр}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 2,2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 2,39}{1,797} = 0,12 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Вт}};$$

$$R_0 = 0,009 + 0,025 + 0,12 = 0,155 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Вт}};$$

Далее считаются суммарные термические сопротивления каждой трубы  $\sum R$ , (м·°К)/Вт:

$$\sum R = R_{и} + R_{пс} + R_{пш}, \quad (3.43)$$

где  $R_{и}$  - термическое сопротивление изоляции, (м·°С)/Вт;

$R_{пс}$  - термическое сопротивление покровного слоя, (м·°С)/Вт;

$R_{пш}$  - термическое сопротивление теплоотдачи от поверхности покровного слоя воздуху в канале, (м·°К)/Вт.

$$R_{и} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{и}} \cdot \ln \frac{d_{и}}{d_{н}}, \quad (3.44)$$

где  $d_{и}$  - наружный диаметр теплопровода с учетом слоя изоляции, м.

$\lambda_{и}$  - теплопроводность изоляционного слоя, Вт/(м·°К).

$$R_{пс} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{пс}} \cdot \ln \frac{d_{пс}}{d_{и}}, \quad (3.45)$$

где  $d_{пс}$  - наружный диаметр теплопровода с учетом покровного слоя, м.

$\lambda_{пс}$  - теплопроводность покровного слоя, Вт/(м·°К)

$$R_{пш} = \frac{1}{\pi \cdot d_{пс} \cdot \alpha}. \quad (3.46)$$

Подставив соответствующие значения, получим:

Подающий теплопровод

$$R_{и} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 0,03} \cdot \ln \frac{0,800}{0,630} = 1,268 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}};$$

$$R_{пс} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 0,43} \cdot \ln \frac{0,8079}{0,800} = 0,0036 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}};$$

$$R_{пш} = \frac{1}{\pi \cdot 0,8079 \cdot 8,1} = 0,049 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}};$$

$$\sum R = 1,268 + 0,036 + 0,049 = 1,32 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}},$$

Температура воздуха в канале  $t_k$ , °С, определяется по формуле:

$$t_k = \frac{\frac{\tau_1}{\sum R} + \frac{\tau_2}{\sum R} + \frac{t_0}{R_0}}{\frac{1}{\sum R} + \frac{1}{\sum R} + \frac{1}{R_0}} \quad (3.47)$$

где  $\tau$  - среднегодовая температура теплоносителя в магистрали, °С;

$t_0$  - температура грунта на оси заложения теплопровода, °С.

Подставив соответствующие значения, получим:

$$t_k = \frac{\frac{83,67}{1,32} + \frac{46,08}{1,32} + \frac{7,81}{0,155}}{\frac{1}{1,32} + \frac{1}{1,32} + \frac{1}{0,155}} = 21,92^\circ\text{C}$$

Удельные теплотери изолированным теплопроводом  $q^И$ , Вт/м, определяются по формуле:

$$q^И = \frac{\tau_i - t_k}{\sum R}, \quad (3.48)$$

где  $\tau_i$  - среднегодовая температура в подающем или обратном теплопроводах, °С;

$\sum R$  - суммарное термическое сопротивление соответствующей трубы, (м·°К)/Вт.

Суммарные удельные теплотери изолированными теплопроводами  $q^И$ , Вт/м, определяют по формуле:

$$q^И = q_1^И + q_2^И. \quad (3.49)$$

Подставив соответствующие значения, получим:

$$q_1^И = \frac{83,67 - 21,92}{1,32} = 46,77 \text{ Вт / м};$$

$$q_2^И = \frac{46,08 - 21,92}{1,32} = 18,30 \text{ Вт / м};$$

$$q^И = 46,77 + 18,30 = 65,06 \text{ Вт / м}$$

Далее определяют теплотери неизолированными теплопроводами.

Термическое сопротивление на поверхности неизолированного теплопровода,  $R_H$ , (м · °К)/ Вт:

$$R_H = \frac{1}{\pi \cdot d_H \cdot \alpha}. \quad (3.50)$$

Подставив соответствующие значения, получим:

$$R_H = \frac{1}{\pi \cdot 0,630 \cdot 8,1} = 0,062 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}};$$

Температура воздуха в канале при неизолированных теплопроводах  $t_{KH}$ , °С:

$$t_{KH} = \frac{\frac{83,67}{0,062} + \frac{46,08}{0,062} + \frac{7,81}{0,155}}{\frac{1}{0,062} + \frac{1}{0,062} + \frac{1}{0,155}} = 36,21 \text{°С}$$

Определяют удельные теплотери неизолированных теплопроводов  $q^H$ , Вт/ м, по формуле:

$$q_i^H = \frac{\tau_i - t_{KH}}{R_H} \quad (3.51)$$

Подставив соответствующие значения, получим:

$$q_1^H = \frac{83,67 - 36,21}{0,062} = 760,49 \text{Вт / м}$$

$$q_2^H = \frac{46,08 - 36,21}{0,062} = 158,12 \text{Вт / м}$$

Определяют суммарные теплотери неизолированных теплопроводов:

$$q^H = q_1^H + q_2^H \quad (3.52)$$

Подставив соответствующие значения, получим:

$$q^H = 760,49 + 158,12 = 918,61 \text{Вт / м}$$

Эффективность тепловой изоляции определяется как соотношение:

$$\eta = \frac{q^H - q^I}{q^H} \cdot 100\% \quad (3.53)$$

Подставив соответствующие значения, получим:

$$\eta = \frac{918,61 - 158,12}{918,61} \cdot 100 = 92,9\%$$

Эффективность изоляции в пределах нормы.

Аналогично рассчитываются оставшиеся диаметры трубопроводов, расчеты сведены в приложение 6 в таблица 10.

### 3.6 Расчет и подбор насосного оборудования

Требуемый напор сетевых насосов для отопительного периода:  
 $H = 43,46\text{м};$

Расход сетевой воды для отопительного периода  $G = 2233 \text{ м}^3 / \text{ч};$

По программе каталогу [10] подберем 1 рабочий и 1 резервный насос Grundfos TP 400-760/4 A-F-A-DBUE, с номинальной мощностью 630 кВт

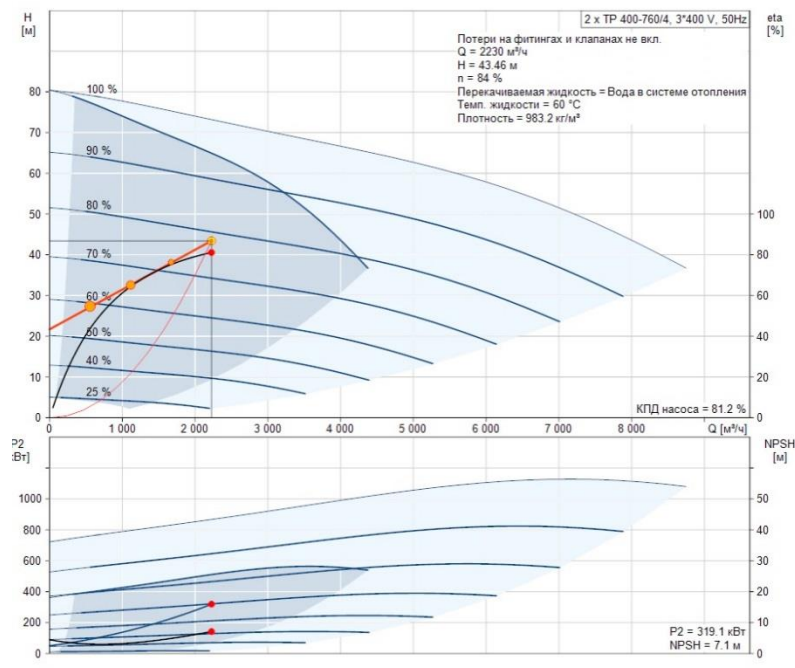


Рисунок 12 – Характеристика насоса Grundfos TP 400-760/4 A-F-A-DBUE

## 4 КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Выбор схемы присоединения абонента к тепловой сети осуществляют, прежде всего, по параметрам теплоносителя на вводе в здание и характеристикам внутренних систем абонента. Параметры теплоносителя на вводе указывают теплоснабжающие организации. Таковыми параметрами являются: давление в подающей и обратной магистрали тепловой сети, статическое давление, а также возможный диапазон колебания этих давлений, расчетный график температур в сети. Характеристики внутренних систем принимают по проекту либо по результатам натурных измерений.

И по результату этих характеристик подобран блочный тепловой пункт для системы отопления при независимом присоединении к тепловой сети и системы горячего водоснабжения с двухступенчатым водоподогревателем на базе отдельных одноходовых теплообменников, рисунок 13.

Данный узел включает в себя:

- 1) Узел ввода
- 2) Узел учета теплотребления
- 3) Узел обеспечения гидравлических режимов
- 4) Узлы присоединения систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.
- 5) Узлы подпитки с модулем расширительных сосудов

Тип и метод регулирования потребления тепловой энергии соответствует выбранным методам регулирования по различным потребителям.



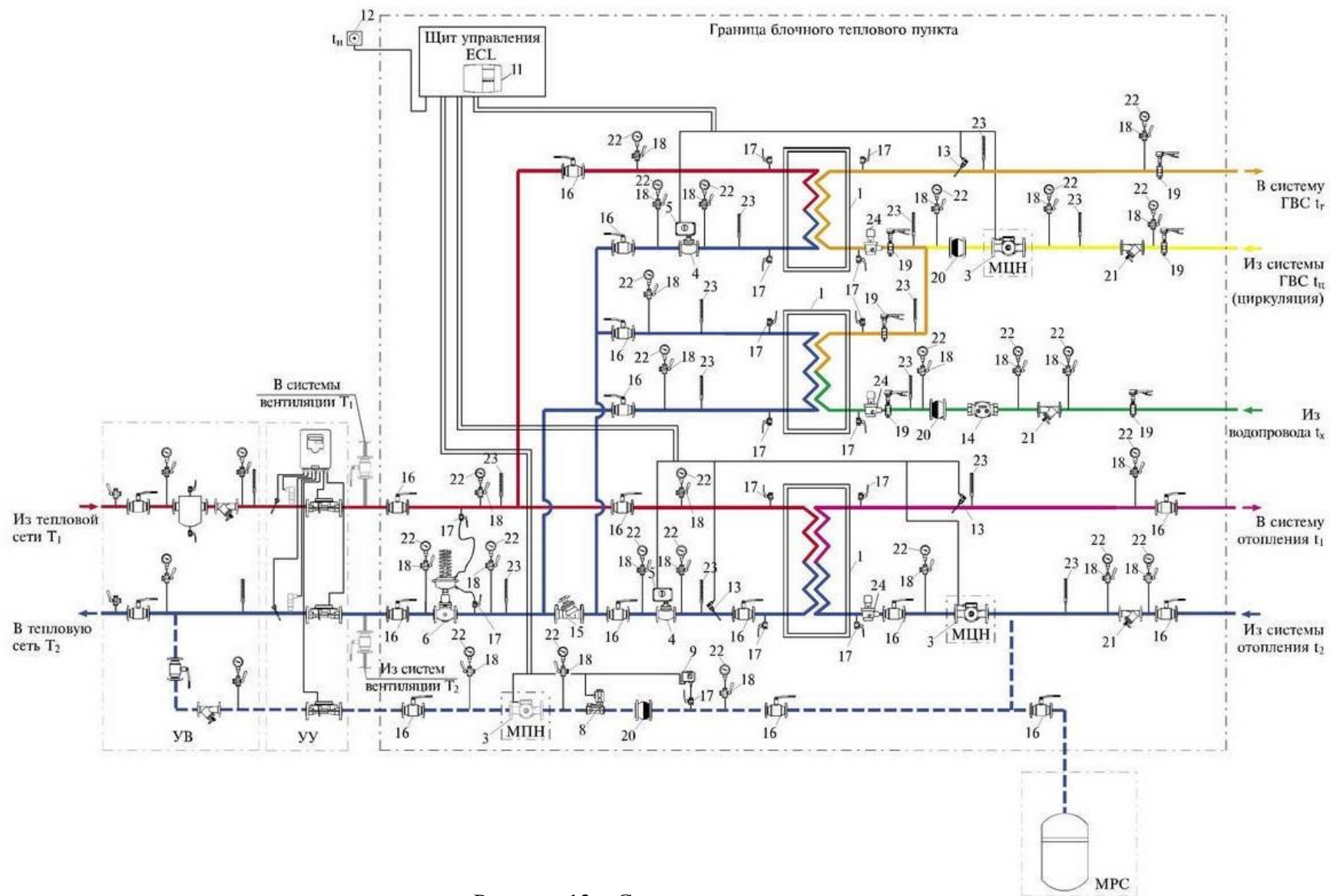


Рисунок 13 – Схема теплового пункта

## 5 Организация монтажных работ

### 5.1 Определение объёмов работ

Общая протяжённость проектируемой тепловой сети составляет 13888 м, монтаж выполняется в тринадцать захваток.

Для определения объёмов земляных работ определяются наружные размеры лотков каналов которые сведены в расчеты сведены в приложение 7 в таблица 12 и приложение 8 таблица 13.

Длина хватки определяется без учёта тепловых камер и компенсаторных ниш по формуле (5.1), м:

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

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

$l_{\text{ЗАХ}}$  – длина хватки, м;

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

$n$  – число компенсаторных ниш.

Захватка 1:  $l = 1658,6 - (6,37 + 4,66 + 6,09 + 6,09) = 1635,4\text{м}$

Таблица 14 – Длина хватки

№ хватки	$l_{\text{кам,м}}$	$l_{\text{зах,м}}$	$l, \text{м}$
1	3	1658,6	1635,4
2	3	1121,6	1086,2
3	3	3320,8	3255,1
4	3	3941,2	3874,8
5	3	829,8	817,1
6	3	371,6	365,2
7	3	891,0	872,2
8	3	1161,4	1140,6
9	3	230,4	224,0
10	3	163,3	157,2
11	3	198,5	195,2

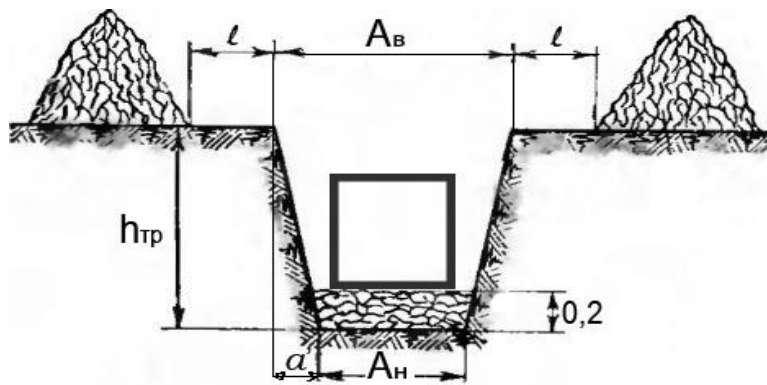


Рисунок 14 – Монтажное расположение канала 2КЛс120-120 в траншее

Средняя глубина траншеи на захватке (заглубление) определяется по формуле (5.2), м:

$$h_{\text{cp}} = \frac{\sum_1^n h}{n}, \quad (5.2)$$

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

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

$$h_{\text{cp}} = \frac{2,99 + 4,11 + 2,95}{3} = 3,35\text{м}$$

Таблица 15 – Средняя глубина траншеи на захватке

№ захватки	$\sum_1^n h, \text{м}$	$n$	$h_{\text{cp}}, \text{м}$
1	10,05	3	3,35
2	11,83	6	1,97
3	31,33	9	3,48
4	24,29	11	2,21
5	3,56	2	1,78
6	1,78	1	1,78
7	5,45	3	1,82
8	14,63	5	2,93
9	2,21	1	2,21
10	1,77	1	1,77
11	1,59	1	1,59

Объём траншеи с откосами определяется по формуле (5.3), м<sup>3</sup>:

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

где  $m$  – коэффициент крутизны откосов траншей, при данном виде грунта и глубине выемки 3,35 м равен 0,75 [11].

Ширина траншеи по верху определяется по формуле (5.4), м:

$$A_{\text{в}} = A_{\text{н}} + 0,2 + 2 \cdot a' \quad (5.4)$$

где  $A_{\text{н}}$  – наружная ширина канала, м;

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

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

где  $h_{\text{тр}}$  – глубина траншеи, с учётом наружной высота канала и подсыпки, равная 3,55 м.

$$a' = 3,55 \cdot 0,75 = 2,66 \text{ м}$$

$$A_{\text{в}} = 2,725 + 0,3 + 2 \cdot 2,66 = 8,35 \text{ м}$$

$$V_{\text{тр}} = (3,55 \cdot (2,725 + 0,3) + 0,75 \cdot 3,55^2) \cdot 1659 = 33510 \text{ м}^3$$

Аналогично рассчитываются остальные захватки, расчет сводится в приложение 9 таблица 16.

Определяются объёмы котлованов для камер:

Длина дна котлована камеры определяется по формуле (5.6):

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

Ширина дна котлована камеры определяется по формуле (5.7):

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

Длина верха котлована камеры определяется по формуле (5.8):

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

Ширина верха котлована камеры определяется по формуле (5.9):

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

Площадь камеры по низу определяется по формуле (5.10):

$$F_{\text{н}} = A_{\text{н}} \cdot B_{\text{н}} \quad (5.10)$$

Площадь камеры по верху определяется по формуле (5.11):

$$F_B = A_B \cdot B_B \quad (5.11)$$

Объём котлована камеры определяется по формуле (5.12):

$$V_{\text{КОТ}} = \frac{1}{3} \cdot H_K \cdot (F_B + F_H + \sqrt{F_B + F_H}) \quad (5.12)$$

где  $H_K$  – глубина заложения камеры, определяется по формуле (5.13), м:

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

где  $h$  равна 0,5 м.

$$A_H = 6,37 + 0,5 = 6,87 \text{ м}$$

$$B_H = 6,37 + 0,5 = 6,87 \text{ м}$$

$$A_B = 6,87 + 2 \cdot 2,77 = 9,30 \text{ м}$$

$$B_B = 6,87 + 2 \cdot 2,77 = 9,30 \text{ м}$$

$$F_H = 6,37 \cdot 6,37 = 40,78 \text{ м}^2$$

$$F_B = 12,41 \cdot 12,41 = 153,88 \text{ м}^2$$

$$V_{\text{КОТ}} = \frac{1}{3} \cdot 3,69 \cdot (40,78 + 153,88 + \sqrt{40,78 + 153,88}) = 265 \text{ м}^3$$

Суммарный объем 4 котлованов 1 захватки составляет 1370 м<sup>3</sup>.

Аналогично рассчитываются остальные захватки, расчет сводится в приложение 10 таблица 17.

Определяются объёмы дренажных колодцев:

Объём дренажных колодцев определяется по формуле (5.14):

$$V_{\text{КОЛ}} = \pi \cdot d^2 / 4 \cdot H, \text{ м}^3 \quad (5.14)$$

$$V_{\text{КОЛ}} = 3,14 \cdot 2^2 / 4 \cdot 2 = 6,28 \text{ м}^3$$

Аналогично рассчитываются остальные захватки, расчет сводится в приложение 11 таблица 18.

Суммарный объём дренажных колодцев для захватки 1 составляет 12,56 м<sup>3</sup>

Определяются объёмы существующих коммуникаций:

Объёмы каналов определяются по формуле (5.15):

$$V_{\text{КАН}}' = (A_H \cdot B_H) \cdot L, \text{ м}^3 \quad (5.15)$$

$$V_{\text{КАН}}' = (2,725 \cdot 1,340) \cdot 1659 = 6056 \text{ м}^3$$

Аналогично рассчитываются остальные захваты, расчет сводится в приложение 12 таблица 19.

Объемы камер определяются по формуле (5.16):

$$V_{\text{КАМ}}' = (A_n \cdot B_n \cdot H_n), \text{ м}^3 \quad (5.16)$$

Суммарный объемы камер по захватке определяются по формуле (5.17):

$$\Sigma V_{\text{КАМ}}' = V_{\text{КАМ}}^{\text{УТn}} + V_{\text{КАМ}}^{\text{УТn1}} + V_{\text{КАМ}}^{\text{УТn...}}, \text{ м}^3 \quad (5.17)$$

Размеры камер принимаются по [18]

Пример расчета для захватки 1:

$$V_{\text{КАМ}}^{\text{УТ1}} = 6,37 \cdot 6,37 \cdot 3,456 = 140 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{КАМ}}^{\text{УТ2}} = 4,66 \cdot 6,505 \cdot 3,456 = 105 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{КАМ}}^{\text{УТ3}} = 6,09 \cdot 7,78 \cdot 3,456 = 164 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{КАМ}}^{\text{УТ4}} = 6,09 \cdot 7,78 \cdot 3,405 = 161 \text{ м}^3$$

$$\Sigma V_{\text{КАМ}}' = 140 + 105 + 164 + 160 = 570 \text{ м}^3$$

Аналогично рассчитываются остальные захваты, расчет сводится в приложение 13 таблица 20.

Объём обратной засыпки определяется по формуле (5.18):

$$V_{\text{обр}}^{\text{зас}} = (V_o - V_k) \cdot K_p \quad (5.18)$$

где  $V_o$  – объём отвала, определяется по формуле (5.19),  $\text{ м}^3$ :

$$V_o = V_{\text{ТР}} + V_{\text{КОТЛ}} + V_{\text{КОЛ}} \quad (5.19)$$

Объём избыточного грунта определяется по формуле (5.20),  $\text{ м}^3$ :

$$V_{\text{ИЗБ}} = V_o \cdot K_p - V_{\text{обр}}^{\text{зас}} \quad (5.20)$$

где  $K_p$  – коэффициент разрыхления грунта, равный, 1,24 согласно [11].

Пример расчета для захватки 1:

$$V_o^1 = 33488 + 1370 + 13 = 34870 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{обр}}^{\text{зас}} = (34870 - 6639) \cdot 1,24 = 35007 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{ИЗБ}}^1 = 34870 \cdot 1,24 - 35007 = 8232 \text{ м}^3$$

Аналогично рассчитываются остальные захватки, расчет сводится в приложение 14 таблица 21.

Площадь планировки определяется по формуле (5.21), м<sup>2</sup>:

$$F_{\text{пл}} = (A_{\text{ср}} + 4) \cdot l_{\text{зах}} \quad (5.21)$$

где  $A_{\text{ср}}$  – средняя длина конструкции, определяется по формуле (5.22), м;

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

$$A_{\text{ср}} = \frac{A_{\text{В}}^{\text{ТР}} + A_{\text{В}}^{\text{КОТЛ}}}{2} \quad (5.22)$$

где  $A_{\text{В}}^{\text{ТР}}$  – длина траншеи по верху, м;

$A_{\text{В}}^{\text{КОТЛ}}$  – длина котлована по верху, м.

1 захватка:

$$A_{\text{ср}} = \frac{8,35 + 13,97}{2} = 11,16 \text{ м}$$

$$F_{\text{пл}} = (11,16 + 4) \cdot 1659 = 25140 \text{ м}^2$$

Аналогично рассчитываются остальные захватки, расчет сводится в приложение 15 таблица 22.

Площадь вскрытия и восстановления дорожного полотна определяется по формуле (5.23), м<sup>2</sup>:

$$F_{\text{д}} = (A_{\text{В}}^{\text{ТР}} + 0,2) \cdot l_{\text{дор}} \cdot n \quad (5.23)$$

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

$n$  – количество транспортных коммуникаций, шт.

$$F_{\text{д}} = (11,16 + 0,5) \cdot 1659 = 19335 \text{ м}^2$$

Аналогично рассчитываются остальные захватки, расчет сводится в приложение 16 таблица 23.

Данные расчётов сводятся в приложение 17 таблица 24.

Далее составляется спецификация плетей трубопроводов, которая приведена в приложении 18 в таблице 25.

## 5.2 Определение трудоемкости работ

Расчёт трудоемкости СМР производится согласно [12,13,14,15] по ранее подсчитанным объемам работ.

Трудоемкость работ определяется по формуле (5.24), чел-дн, маш-см:

$$T_p = \frac{N_{BP} \cdot V}{8,2} \quad (5.24)$$

где  $N_{BP}$  – норма времени на единицу объема работ, чел-час, маш-час;

$V$  – объем работ, т, шт, м, м<sup>2</sup>, м<sup>3</sup>;

8,2 – продолжительность смены в часах.

Расчет приведен в приложении 19 в таблице 26.



## 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.

### 6.1 Технологическая характеристика объекта

Тепловые сети в г. Тольятти, объект особая экономическая зона промышленно-производственного типа.

Таблица 27 - 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 [16] на рабочего воздействуют производственные факторы, которые представлены в таблице 29

Таблица 28 – 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

В результате выполнения технологического процесса на рабочего воздействуют вредные производственные факторы. Методы по снижению и устранению вредного фактора представлены в таблице. Средства индивидуальной защиты выбраны в соответствии с [Приказ министерства здравоохранения и социального развития российской федерации от 16 июля 2007 г. № 477]. Должны быть предусмотрены по[28.29.30].

Таблица 29 – 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. СНиП 41-02-2003. Тепловые сети / Госстрой России. - М.: ГП ЦПП, 2003. - 48 с.
2. СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.-01.-01.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095545>
3. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей: Справочник / В.И. Манюк [и др.]. 3-е изд., перераб. и доп. – М.:Стройиздат, 1988. – 432 с.
4. Гидрометцентра России [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://www.atlasyakutia.ru/weather/spravochnik/temp\\_grunt/climate\\_sprav-temp\\_grunt\\_2089105.php](http://www.atlasyakutia.ru/weather/spravochnik/temp_grunt/climate_sprav-temp_grunt_2089105.php)
5. Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей / под ред. инж. А. А. Николаева. — М.: Стройиздат, 1965г. — 360с.
6. Учебное пособие для вузов. Теплоснабжение / под ред. В.Е. Козина, М.: Высш. школа, 1980. - 408 с.
7. СП 61.13330.2012 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003[Электронный ресурс]. – Введ. 2013.-01.-01.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200091050>
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. Теплоизоляционные материалы для теплопроводов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ru-truba.ru/main/izolyaciya-truboprovodov/truby-v-izolyacii-PPU-PE-PPU-OC>
10. Программа подбора насоса Grundfos – WinCAPSver 2013.01.087 RU\_DVD [Электронный ресурс]. – 2016- Режим доступа: <http://product-selection.grundfos.com/front-page.html?%3Ftime=1465173918123&qcid=109063995>

11. СП 45.13330.2012 Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013.-01.-01.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200092708>
12. ЕНиР Сборник Е20. Ремонтно-строительные работы. Выпуск 2. Автомобильные дороги и искусственные сооружения [Электронный ресурс]. – Введ. 1986.-12.-05.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200001050>
13. ЕНиР Сборник Е2. Земляные работы. Выпуск 1. Механизированные и ручные земляные работы [Электронный ресурс]. – Введ. 1986.-12.-05.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200001082>
14. ЕНиР Сборник Е9. Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Выпуск 2. Наружные сети и сооружения [Электронный ресурс]. – Введ. 1986.-12.-05.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200001043>
15. ЕНиР Сборник Е22. Сварочные работы. Выпуск 2. Трубопроводы [Электронный ресурс]. – Введ. 1986.-12.-05.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200001107>
16. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с Изменением N 1) [Электронный ресурс]. – Введ. 1976.-01.-01.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-0-003-74-ssbt>
17. Каталог задвижек [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ru-truba.ru/main/izolyaciya> <http://www.fittexcom.ru/30s927nzh.html>
18. Каталог тепловых камер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.betoncon.ru/zhbi/kameryi\\_teplovyie\\_\(teplifikacziionnyie\)/](http://www.betoncon.ru/zhbi/kameryi_teplovyie_(teplifikacziionnyie)/)
19. 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.
20. Проектирование теплоснабжения: Уч. Пособие для вузов / Н.И. Пешехонов.- Киев: Высшая школа. Головное изд-во, 1982.-328 с.
21. Авдолимов, Е.М. Водяные тепловые сети. / Е.М. Авдолимов, А.П. Шольков.- М.: Стройиздат, 1984.-288 с.

22. Проектирование теплоснабжения: Уч. Пособие для вузов / Н.И. Пешехонов.- Киев: Высшая школа. Головное изд-во, 1982.-328 с.
23. Тепловая изоляция: Справочник строителя / под ред. Кузнецова. 4-е изд. – М.: Стройиздат, 1985.-135 с.
24. Мельников, О.И. Справочник монтажника сетей теплогазоснабжения. 2-е изд. / О.И. Мельников [и др.]- Л.: Стройиздат. 1980.-207 с.
25. Захаренко, С.Е. Справочник строителя тепловых сетей / С.Е. Захаренко [и др.]-М.: Энергоиздат, 1984.-184 с.
26. Бабенков, В.И. Теплоснабжение (по курсовому и дипломному проектированию): Уч. пособие. / В.И. Бабенков, Г.М. Кравченко, А.Л. Тихомиров, С.В. Шкрёбко. – Ростов н/Д: Рост.гос.строит. Ун-т, 2002. – 179 с. С ил.
27. Лямин, А.А. Проектирование и расчет конструкций тепловых сетей. 2-е изд./А.А. Лямин, А.А. Скворцов. – М.: Стройиздат, 1965.-215 с.
28. ГОСТ 12.2.007.8-75 ССБТ. Устройства электросварочные и для плазменной обработки требования безопасности (с Изменениями N 1, 2) [Электронный ресурс]. - Введ. 1978.- 01.- 01. -Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-2-007-8-75-ssbt>
29. ГОСТ 12.2.008-75 ССБТ. Оборудование и аппаратура для газопламенной обработки металлов и термического напыления покрытий. Требования безопасности (с Изменениями N 1, 2, 3) [Электронный ресурс]. – Введ. 1977.-01.-01.- Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-2-008-75-ssbt>
30. ГОСТ 12.2.007.0-75. ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности [Электронный ресурс]. - Введ. 1978.- 01.- 01. -Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-2-007-0-75-ssbt>

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

Таблица 3 - Расходы тепла Особой экономической зоны

Номер производственно й зоны	Наименование сооружения	Тепловая нагрузка, МВт/ч				Суммарная тепловая нагрузка систем, МВт/ч				Всего по производс твенной зоне $\Sigma Q$ , МВт/ч
		Отопление $Q_0$	Вентиляци я $Q_B$	Воздушн о- тепловая завеса $Q_{BTЗ}$	ГВС $Q_{ГВС}$	$\Sigma Q_0$	$\Sigma Q_B$	$\Sigma Q_{BTЗ}$	$\Sigma Q_{ГВС}$	
1	Производствен ный корпус	0,384	0,356	0,297		0,733	1,566	0,297	0,408	3,003
	Административ но-бытовой корпус	0,349	1,210		0,40 8					
2	Производствен ный корпус	1,218	0,689	0,814		1,257	0,835	0,814	0,327	3,233
	Административ но-бытовой корпус	0,040	0,145		0,32 7					
3	Производствен ный корпус	2,482	2,081	1,853		2,567	2,379	1,853	0,786	7,585
	Административ но-бытовой	0,085	0,298		0,78 6					

	корпус									
4	Производственный корпус	0,736	0,683	0,569		1,251	1,490	0,865	0,410	4,016
	Административно-бытовой корпус	0,130	0,452		0,410					
	Складской корпус	0,384	0,356	0,297						
5	Производственный корпус	0,488	0,409	0,364		0,827	0,921	0,554	0,268	2,571
	Административно-бытовой корпус	0,085	0,298		0,268					
	Складской корпус	0,254	0,213	0,190						
6	Производственный корпус	0,239	0,136	0,160		0,663	0,637	0,457	0,166	1,922
	Административно-бытовой корпус	0,040	0,145		0,166					
	Складской корпус	0,384	0,356	0,297						
7	Производственный корпус	0,434	0,364	0,324		0,736	0,820	0,493	0,239	2,288



	Административно-бытовой корпус	0,076	0,266		0,239					
	Складской корпус	0,226	0,190	0,169						
8	Производственный корпус	0,515	0,478	0,398		1,129	1,278	0,801	0,338	3,546
	Административно-бытовой корпус	0,091	0,316		0,338					
	Складской корпус	0,522	0,484	0,403						
9	Производственный корпус	0,342	0,286	0,255		0,747	0,785	0,513	0,226	2,272
	Административно-бытовой корпус	0,059	0,209		0,226					
	Складской корпус	0,346	0,290	0,258						
10	Производственный корпус	0,168	0,095	0,112		0,464	0,446	0,320	0,116	1,345
	Административно-бытовой корпус	0,028	0,102		0,116					
	Складской корпус	0,269	0,249	0,208						

11	Производственный корпус	0,304	0,255	0,227		0,515	0,574	0,345	0,167	1,602
	Административно-бытовой корпус	0,053	0,186		0,167					
	Складской корпус	0,159	0,133	0,118						
12	Производственный корпус	0,589	0,546	0,455		1,001	1,192	0,692	0,328	3,213
	Административно-бытовой корпус	0,104	0,361		0,328					
	Складской корпус	0,307	0,285	0,237						
13	Производственный корпус	0,390	0,327	0,291		0,662	0,737	0,443	0,215	2,057
	Административно-бытовой корпус	0,068	0,239		0,215					
	Складской корпус	0,204	0,171	0,152						
14	Производственный корпус	2,241	2,077	1,731		2,371	2,529	1,731	0,789	7,419
	Административно-бытовой корпус	0,130	0,452		0,789					

15	Производственный корпус	0,729	0,412	0,487		0,768	0,558	0,487	0,208	2,020
	Административно-бытовой корпус	0,040	0,145		0,208					
16	Производственный корпус	1,443	1,210	1,077		1,745	1,665	1,247	0,530	5,187
	Административно-бытовой корпус	0,076	0,266		0,530					
	Складской корпус	0,226	0,190	0,169						
17	Производственный корпус	1,095	0,918	0,818		1,397	1,374	0,987	0,430	4,187
	Административно-бытовой корпус	0,076	0,266		0,430					
	Складской корпус	0,226	0,190	0,169						
18	Производственный корпус	1,485	1,245	1,109		1,570	1,543	1,109	0,498	4,720
	Административно-бытовой корпус	0,085	0,298		0,498					
19	Производственный корпус	0,552	0,512	0,427		0,938	1,118	0,649	0,307	3,012

	Административ но-бытовой корпус	0,098	0,339		0,30 7					
	Складской корпус	0,288	0,267	0,222						
20	Производствен ный корпус	0,366	0,307	0,273		0,620	0,691	0,416	0,201	1,928
	Административ но-бытовой корпус	0,064	0,224		0,20 1					
	Складской корпус	0,191	0,160	0,143						
21	Производствен ный корпус	0,180	0,102	0,120		0,497	0,478	0,342	0,124	1,442
	Административ но-бытовой корпус	0,030	0,109		0,12 4					
	Складской корпус	0,288	0,267	0,222						
22	Производствен ный корпус	0,326	0,273	0,243		0,552	0,615	0,370	0,179	1,716
	Административ но-бытовой корпус	0,057	0,199		0,17 9					
	Складской корпус	0,170	0,142	0,127						

23	Производственный корпус	0,663	0,614	0,512		1,451	1,643	1,030	0,435	4,559
	Административно-бытовой корпус	0,117	0,406		0,435					
	Складской корпус	0,671	0,622	0,518						
24	Производственный корпус	0,439	0,368	0,328		0,960	1,010	0,660	0,291	2,921
	Административно-бытовой корпус	0,076	0,269		0,291					
	Складской корпус	0,445	0,373	0,332						
25	Производственный корпус	0,216	0,122	0,144		0,597	0,573	0,411	0,149	1,730
	Административно-бытовой корпус	0,036	0,131		0,149					
	Складской корпус	0,346	0,320	0,267						
26	Производственный корпус	0,391	0,328	0,292		0,663	0,738	0,444	0,215	2,059
	Административно-бытовой корпус	0,068	0,239		0,215					

	Складской корпус	0,204	0,171	0,152						
27	Производственный корпус	0,700	0,649	0,540		1,188	1,416	0,822	0,389	3,815
	Административно-бытовой корпус	0,124	0,429		0,389					
	Складской корпус	0,365	0,338	0,282						
28	Производственный корпус	0,464	0,389	0,346		0,786	0,875	0,527	0,255	2,442
	Административно-бытовой корпус	0,081	0,284		0,255					
	Складской корпус	0,242	0,203	0,181						
29	Административно-бытовой корпус	0,133	0,460		0,111	0,133	0,460		0,111	0,703
30	Производственный корпус	3,780	3,504	2,919		4,295	4,312	3,216	1,334	13,156
	Административно-бытовой корпус	0,130	0,452		1,334					
	Складской корпус	0,384	0,356	0,297						

31	Производственный корпус	1,621	1,359	1,211		1,961	1,871	1,401	0,596	5,828
	Административно-бытовой корпус	0,085	0,298		0,596					
	Складской корпус	0,254	0,213	0,190						
32	Производственный корпус	1,354	0,766	0,905		2,651	2,077	1,876	0,615	7,218
	Административно-бытовой корпус	0,040	0,145		0,615					
	Складской корпус	1,257	1,165	0,971						
33	Административно-бытовой корпус	1,950	6,760		1,628	1,950	6,760		1,628	10,338
34	Производственный корпус	3,197	2,681	2,388		4,301	3,788	3,161	1,217	12,468
	Административно-бытовой корпус	0,068	0,239		1,217					
	Складской корпус	1,036	0,869	0,774						
35	Производственный корпус	2,243	2,079	1,732		2,653	3,503	1,732	1,024	8,912

	Административно-бытовой корпус	0,411	1,425		1,024					
36	Производственный корпус	0,490	0,277	0,327		0,613	0,731	0,327	0,211	1,883
	Административно-бытовой корпус	0,124	0,454		0,211					
37	Производственный корпус	0,254	0,213	0,190		0,300	0,373	0,190	0,111	0,974
	Административно-бытовой корпус	0,045	0,160		0,111					
38	Складской корпус	0,799	0,670	0,597	0,183	0,799	0,670	0,597	0,183	2,250
39	Производственный корпус	1,506	1,396	1,163		2,223	3,882	1,163	1,056	8,325
	Административно-бытовой корпус	0,717	2,486		1,056					
40	Производственный корпус	0,125	0,071	0,083		0,146	0,149	0,083	0,046	0,424
	Административно-бытовой корпус	0,021	0,078		0,046					
41	Производственный корпус	0,239	0,136	0,160		0,663	0,637	0,457	0,166	1,922



	Административно-бытовой корпус	0,040	0,145		0,166					
	Складской корпус	0,384	0,356	0,297						
42	Производственный корпус	0,509	0,427	0,380		0,554	0,587	0,380	0,184	1,705
	Административно-бытовой корпус	0,045	0,160		0,184					
43	Производственный корпус	0,239	0,136	0,160		0,663	0,637	0,457	0,166	1,922
	Административно-бытовой корпус	0,040	0,145		0,166					
	Складской корпус	0,384	0,356	0,297						
44	Производственный корпус	0,998	0,837	0,745		1,083	1,135	0,745	0,357	3,321
	Административно-бытовой корпус	0,085	0,298		0,357					
45	Административно-бытовой корпус	0,709	2,459		0,592	0,709	2,459		0,592	3,761
46	Административно-бытовой	0,709	2,459		0,592	0,709	2,459		0,592	3,761

	корпус									
47	Административно-бытовой корпус	0,305	1,059		0,25 5	0,305	1,059		0,255	1,620
48	Административно-бытовой корпус	0,182	0,632		0,15 2	0,182	0,632		0,152	0,966
49	Складской корпус	0,231	0,193	0,172	0,05 3	0,231	0,193	0,172	0,053	0,649
50	Производственный корпус	0,385	0,323	0,287		0,400	0,376	0,287	0,124	1,187
	Административно-бытовой корпус	0,015	0,053		0,12 4					
Итого:						$\Sigma Q_0$ 56, 181	$\Sigma Q_B$ 69,232	$\Sigma Q_{BTЗ}$ 35 ,922	$\Sigma Q_{ГВС}$ 1 9,770	$\Sigma Q$ 181,104

Приложение 2

Таблица 4 - Определение расчетных расходов сетевой воды

№ кварта ла	Расчетный расход сетевой воды, т/ч				Суммарный расход воды для расчета магистральных труб $G_p^n = G_o^n + G_B^n + G_{ВТЗ}^n$
	$G_o$	$G_B$	$G_{ВТЗ}$	$G_{ГВС}$	
1	7,871	22,922	4,342	6,846	35,136
2	13,504	12,219	11,915	5,496	37,639
3	27,564	34,834	27,133	13,199	89,530
4	13,432	21,820	12,669	6,881	48,065
5	8,885	13,483	8,117	4,506	30,485
6	7,121	9,325	6,685	2,780	23,131
7	7,908	12,000	7,224	4,011	27,132
8	12,121	18,709	11,730	5,676	42,560
9	8,020	11,497	7,515	3,800	27,033
10	4,985	6,528	4,680	1,946	16,192
11	5,535	8,400	5,057	2,807	18,992
12	10,746	17,456	10,135	5,505	38,337
13	7,108	10,787	6,494	3,605	24,388
14	25,466	37,028	25,339	13,240	87,832
15	8,250	8,166	7,129	3,486	23,545
16	18,741	24,383	18,253	8,905	61,376
17	15,004	20,111	14,448	7,216	49,563

18	16,858	22,597	16,234	8,363	55,689
19	10,074	16,365	9,502	5,161	36,049
20	6,664	10,113	6,088	3,380	22,864
21	5,341	6,994	5,014	2,085	17,348
22	5,931	9,000	5,418	3,008	20,349
23	15,584	24,054	15,082	7,298	54,720
24	10,312	14,782	9,662	4,886	34,756
25	6,409	8,393	6,017	2,502	20,818
26	7,117	10,800	6,502	3,609	24,419
27	12,761	20,729	12,036	6,537	45,662
28	8,441	12,809	7,711	4,281	28,961
29	1,424	6,730	0,000	1,858	10,574
30	46,123	63,135	47,087	22,385	156,345
31	21,057	27,396	20,509	10,005	68,962
32	28,467	30,409	27,461	10,324	86,337
33	20,942	98,978	0,000	27,330	155,520
34	46,196	55,468	46,285	20,431	147,948
35	28,498	51,297	25,357	17,182	109,487
36	6,587	10,709	4,791	3,550	22,901
37	3,221	5,465	2,782	1,855	11,849
38	8,585	9,812	8,740	3,079	27,137
39	23,878	56,846	17,030	17,723	108,721
40	1,569	2,175	1,222	0,777	4,995
41	7,121	9,325	6,685	2,780	23,131
42	5,954	8,588	5,564	3,090	20,106
43	7,121	9,325	6,685	2,780	23,131

44	11,629	16,620	10,911	6,001	39,161
45	7,619	36,010	0,000	9,943	35,136
46	7,619	36,010	0,000	9,943	37,639
47	3,281	15,506	0,000	4,282	89,530
48	1,957	9,248	0,000	2,554	48,065
49	2,477	2,831	2,522	0,888	30,485
50	4,295	5,504	4,207	2,074	23,131

Приложение 3

Таблица 5 - Гидравлический расчет водяных тепловых сетей

№	G	Ду	ДнхS	lф	lэ	lпр	w	R	R*lпр	H, м	ΣP, Па	λ	Kш	Re	Σξ
Магистраль															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2232,8	616	630x7	280,4	218,96	499,36	2,17	68,54	34225	3,42	603222	0,0191	0,0005	689920	6,79
2	1976,5	616	630x7	619,0	247,98	866,98	1,93	53,64	46508	4,65	568997	0,0191	0,0005	689920	7,69
3	1953,3	616	630x7	759,2	192,10	951,30	1,90	52,37	49822	4,98	522489	0,0191	0,0005	689920	5,96
4	1154,4	515	529x7	864,1	213,71	1077,81	1,61	46,76	50401	5,04	472667	0,0200	0,0005	576800	8,29
5	998,0	406	426x10	343,3	91,10	434,40	2,16	109,49	47562	4,76	422266	0,0212	0,0005	454720	4,76
6	987,5	406	426x10	125,5	85,36	210,86	2,13	107,41	22649	2,26	374704	0,0212	0,0005	454720	4,46
7	964,6	406	426x10	675,9	207,10	883,00	2,08	102,93	90884	9,09	352055	0,0212	0,0005	454720	10,82
8	905,0	406	426x10	198,8	91,10	289,90	1,95	90,38	26200	2,62	261171	0,0212	0,0005	454720	4,76
9	887,7	406	426x10	190,2	170,72	360,92	1,92	86,95	31381	3,14	234970	0,0212	0,0005	454720	8,92
10	771,6	406	426x10	275,6	91,10	366,70	1,73	72,79	26691	2,67	203589	0,0212	0,0005	454720	4,76
11	651,7	406	426x10	321,3	141,52	462,82	1,45	51,37	23777	2,38	176898	0,0212	0,0005	454720	7,39
12	546,5	406	426x10	326,1	141,52	467,62	1,22	36,50	17067	1,71	153121	0,0212	0,0005	454720	7,39
13	359,0	309	325x8	292,3	100,60	392,90	1,39	66,15	25992	2,60	136054	0,0227	0,0005	346080	7,39
14	332,0	309	325x8	221,7	64,76	286,46	1,29	56,60	16213	1,62	110062	0,0227	0,0005	346080	4,76
15	244,1	309	325x8	40,8	149,03	189,83	0,95	30,59	5806	0,58	93850	0,0227	0,0005	346080	10,95
16	186,5	257	273x8	564,0	109,36	673,36	1,04	47,12	31728	3,17	88043	0,0238	0,0005	287840	10,12
17	115,3	257	273x8	42,6	44,95	87,55	0,64	17,97	1573	0,16	56316	0,0238	0,0005	287840	4,16
18	80,2	143	152x4,5	230,4	55,72	286,12	1,45	191,33	54743	5,47	54743	0,0275	0,0005	160160	10,73

Продолжение таблицы №5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Ветвь -Ж															
43	35,1	100	108x4	198,5	21,82	220,32	1,30	244,31	53825	5,38	53825	0,0301	0,0005	112000	6,57
$\frac{\Delta P_{18} - \Delta P_{43}}{\Delta P_{18}} = \frac{54743 - 53825}{54743} \cdot 100\% = 1,68\%$															
Ветвь -Е															
42	87,8	125	133x4	163,3	27,52	190,82	2,08	468,51	89400	8,94	89400	0,0285	0,0005	140000	6,27
$\frac{\Delta P_{15} - \Delta P_{42}}{\Delta P_{15}} = \frac{93850 - 89400}{93850} \cdot 100\% = 4,74\%$															
Ветвь - Д															
39	187,4	207	219x6	255,5	103,52	359,02	1,62	149,02	53500	5,35	125123	0,0251	0,0005	231840	12,55
40	144,1	207	219x6	578	85,92	663,92	1,24	87,75	58261	5,83	71623	0,0251	0,0005	231840	10,42
41	89,5	150	159x4,5	57,5	14,52	72,02	1,47	185,53	13362	1,34	13362	0,0272	0,0005	168000	2,63
$\frac{\Delta P_{13} - \Delta P_{39}}{\Delta P_{13}} = \frac{136054 - 125123}{136054} \cdot 100\% = 8,03\%$															
Ветвь - Г															
38	105,3	143	152x4,5	371,6	57,28	428,88	1,90	330,27	141643	14,16	141643	0,0275	0,0005	160160	11,03
$\frac{\Delta P_{12} - \Delta P_{38}}{\Delta P_{12}} = \frac{153121 - 141643}{153121} \cdot 100\% = 7,5\%$															

Продолжение таблицы №5

Ветвь - В															
36	119,9	150	159x4,5	268,7	69,21	337,91	1,97	332,77	112447	11,24	164358	0,0272	0,0005	168000	12,55
37	53,4	143	152x4,5	561,1	49,83	610,93	0,97	84,97	51911	5,19	51911	0,0275	0,0005	160160	9,59
$\frac{\Delta P_{11} - \Delta P_{36}}{\Delta P_{11}} = \frac{176898 - 164358}{176898} \cdot 100\% = 7,09\%$															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Ветвь - Б															
25	799,0	515	529x7	286,3	289,96	576,26	1,11	22,41	12913	1,29	458045	0,0200	0,0005	576800	11,25
26	534,0	412	426x7	127,7	132,44	260,14	1,16	32,25	8390	0,84	445131	0,0211	0,0005	461440	6,79
27	409,9	412	426x7	163,1	138,29	301,39	0,89	19,02	5733	0,57	436742	0,0211	0,0005	461440	7,09
28	251,1	257	273x8	456,3	131,35	587,65	1,41	85,34	50148	5,01	431009	0,0238	0,0005	287840	12,15
29	91,3	125	133x4	107,4	19,58	126,98	2,16	506,64	64331	6,43	380861	0,0285	0,0005	140000	4,46
30	86,3	125	133x4	666,9	32,35	699,25	2,04	452,67	316530	31,65	316530	0,0285	0,0005	140000	7,37
$\frac{\Delta P_4 - \Delta P_{25}}{\Delta P_4} = \frac{472667 - 458045}{472667} \cdot 100\% = 3,09\%$															
Ветвь - Б-1															
31	124,1	257	273x8	719,3	92,88	812,18	0,69	20,80	16892	1,69	408060	0,0238	0,0005	287840	8,59
32	55,1	100	108x4	608,5	41,61	650,15	2,03	601,66	391167	39,12	391167	0,0301	0,0005	112000	12,53
$\frac{\Delta P_{27} - \Delta P_{31}}{\Delta P_{27}} = \frac{436742 - 408060}{436742} \cdot 100\% = 6,57\%$															



Продолжение таблицы №5

Ветвь - Б-2

33	158,8	182	194x6	205,7	51,91	257,61	1,77	210,45	54214	5,42	409132,91	0,0259	0,0005	203840	7,39
34	135,9	125	133x4	279,6	38,16	317,76	3,21	1116,92	354919	35,49	354919	0,0285	0,0005	140000	8,69

$$\frac{\Delta P_{28} - \Delta P_{33}}{\Delta P_{28}} = \frac{431009 - 409131}{431009} \cdot 100\% = 5,08\%$$

Ветвь - Б-3

35	5,0	100	108x4	320,4	18,49	338,89	0,18	5,1993	1762	0,18	1762	0,0301	0,0005	112000	5,57
----	-----	-----	-------	-------	-------	--------	------	--------	------	------	------	--------	--------	--------	------

$$\frac{\Delta P_{30} - \Delta P_{35}}{\Delta P_{30}} = \frac{316530 - 1762}{136054} \cdot 100\% = 99,44\%$$

Увязка не возможна, давление гасится на вводе к абоненту №35

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

Ветвь - А

19	256,3	182	194x6	132,4	76,90	209,30	2,86	548,07	114712	11,47	528243	0,0259	0,0005	203840	10,95
20	211,8	182	194x6	110,3	33,42	143,72	2,47	410,17	58948	5,89	413531	0,0259	0,0005	203840	4,76
21	197,3	182	194x6	336,2	39,74	375,94	2,09	292,66	110023	11,00	354583	0,0259	0,0005	203840	5,66
22	175,5	182	194x6	241,6	81,11	322,71	1,90	242,57	78282	7,83	244560	0,0259	0,0005	203840	11,55
23	95,7	125	133x4	260,3	38,16	298,46	2,27	557,11	166279	16,63	166279	0,0285	0,0005	140000	8,69

$$\frac{\Delta P_2 - \Delta P_{19}}{\Delta P_2} = \frac{568997 - 528243}{568997} \cdot 100\% = 7,16\%$$

Ветвь - А-1

24	21,8	100	108x4	40,8	33,64	74,44	0,81	94,45	7031	0,70	7031	0,0301	0,0005	112000	10,13
----	------	-----	-------	------	-------	-------	------	-------	------	------	------	--------	--------	--------	-------

$$\frac{\Delta P_{22} - \Delta P_{24}}{\Delta P_{22}} = \frac{244560 - 7031}{244560} \cdot 100\% = 97,13\%$$

Увязка не возможна, давление гасится на вводе к абоненту №24

Приложение 4

Таблица 6 – Определение расходов сетевой воды на горячее водоснабжение для летнего периода

№ квартала	$Q_{ГВС}^{CP}$ , кВт	$Q_{ГВС}^L$ , кВт	$G_{ГВС}^L$	$G_{ГВС}^P$
1	0,408	0,340	12,75	10,20
2	0,327	0,273	10,24	8,19
3	0,786	0,655	24,58	19,67
4	0,410	0,342	12,81	10,25
5	0,268	0,224	8,39	6,71
6	0,166	0,138	5,18	4,14
7	0,239	0,199	7,47	5,98
8	0,338	0,282	10,57	8,46
9	0,226	0,189	7,08	5,66
10	0,116	0,097	3,62	2,90
11	0,167	0,139	5,23	4,18
12	0,328	0,273	10,25	8,20
13	0,215	0,179	6,71	5,37
14	0,789	0,657	24,66	19,73
15	0,208	0,173	6,49	5,19
16	0,530	0,442	16,58	13,27
17	0,430	0,358	13,44	10,75
18	0,498	0,415	15,57	12,46
19	0,307	0,256	9,61	7,69
20	0,201	0,168	6,29	5,04
21	0,124	0,104	3,88	3,11
22	0,179	0,149	5,60	4,48
23	0,435	0,362	13,59	10,87
24	0,291	0,243	9,10	7,28
25	0,149	0,124	4,66	3,73
26	0,215	0,179	6,72	5,38
27	0,389	0,325	12,17	9,74
28	0,255	0,213	7,97	6,38
29	0,111	0,092	3,46	2,77
30	1,334	1,111	41,69	33,35
31	0,596	0,497	18,63	14,91
32	0,615	0,513	19,23	15,38
33	1,628	1,357	50,90	40,72
34	1,217	1,014	38,05	30,44
35	1,024	0,853	32,00	25,60
36	0,211	0,176	6,61	5,29
37	0,111	0,092	3,46	2,76

## Продолжение таблицы №6

38	0,183	0,153	5,73	4,59
39	1,056	0,880	33,01	26,41
40	0,046	0,039	1,45	1,16
41	0,166	0,138	5,18	4,14
42	0,184	0,153	5,75	4,60
43	0,166	0,138	5,18	4,14
44	0,357	0,298	11,18	8,94
45	0,592	0,494	18,52	14,81
46	0,592	0,494	18,52	14,81
47	0,255	0,213	7,97	6,38
48	0,152	0,127	4,76	3,80
49	0,053	0,044	1,65	1,32
50	0,124	0,103	3,86	3,09

## Приложение 5

### Таблица 7 – Гидравлический расчет теплосети для летнего периода

№ уч.	Расход воды в зимний период $G_p, \text{т/ч}$	Потери напора на участке в зимний период $H, \text{м}$	Сопротивление участков сети $S, \text{м}^2/\text{м}^6$	Расходы воды в летний период $G_p^L, \text{т/ч}$	Потери напора на участке в летний период $H_{L, \text{м}}$	Суммарные потери напора $\Sigma H_{L, \text{м}}$
1	2232,8	3,4	0,000000687	494,4	0,17	2,84
2	1976,5	4,7	0,000001191	432,5	0,22	2,68
3	1953,3	5,0	0,000001306	428,4	0,24	2,45
4	1154,4	5,0	0,000003782	249,3	0,24	2,21
5	998,0	4,8	0,000004775	216,0	0,22	1,98
6	987,5	2,3	0,000002323	213,2	0,11	1,76
7	964,6	9,1	0,000009768	208,2	0,42	1,65
8	905,0	2,6	0,000003199	195,3	0,12	1,23
9	887,7	3,1	0,000003983	192,2	0,15	1,10
10	771,6	2,7	0,000004484	168,1	0,13	0,96
11	651,7	2,4	0,000005598	142,8	0,11	0,83
12	546,5	1,7	0,000005715	119,6	0,08	0,72
13	359,0	2,6	0,000020166	79,3	0,13	0,63
14	332,0	1,6	0,000014711	73,7	0,08	0,51
15	244,1	0,6	0,000009741	53,9	0,03	0,43
16	186,5	3,2	0,000091188	41,2	0,16	0,40
17	115,3	0,2	0,000011825	26,8	0,01	0,24
18	80,2	5,5	0,000851113	16,6	0,24	0,24
Ветвь - Ж						
43	35,1	5,4	0,004359922	10,2	0,45	0,45
Ветвь - Е						
42	87,8	8,9	0,001158860	19,7	0,45	0,45
Ветвь - Д						
39	187,4	5,3	0,000152277	40,3	0,25	0,25
40	144,1	5,8	0,000280735	30,8	0,00	0,00
41	89,5	1,3	0,000166701	19,7	0,06	0,06
Ветвь - Г						
38	105,3	14,2	0,001278602	23,2	0,69	0,69
Ветвь - В						
36	119,9	11,2	0,000782709	25,2	0,50	0,75
37	53,4	5,2	0,001821801	11,8	0,25	0,25
Ветвь - Б						
25	799,0	1,3	0,000002023	179,0	0,06	0,06
26	534,0		0,000002943	112,7	0,00	0,00
27	409,9		0,000003412	86,0	0,00	0,00
28	251,1		0,000079517	49,7	0,00	0,00
29	91,3		0,000771215	16,5	0,00	0,00
30	86,3		0,004246395	15,4	1,00	1,00
Ветвь - Б-1						
31	124,1	1,7	0,000109742	26,7	0,08	1,86
32	55,1	39,1	0,012881924	11,8	1,78	1,78

Ветвь - Б-2						
33	158,8	5,4	0,000215097	36,3	0,28	2,13
34	135,9	35,5	0,001922910	31,0	1,85	1,85
Ветвь - Б-3						
35	5,0	0,2	0,007062151	1,2	0,01	0,01
Ветвь - А						
19	256,3	11,5	0,000174636	61,9	0,67	3,13
20	211,8	5,9	0,000131377	50,9	0,34	2,46
21	197,3	11,0	0,000282663	47,1	0,63	2,12
22	175,5	7,8	0,000254292	42,7	0,46	1,49
23	95,7	16,6	0,001813978	23,8	1,02	1,02
Ветвь - А-1						
24	21,8	0,7	0,001474404	4,4	0,03	0,03

Приложение 6

Таблица 10 – Расчет теплоизоляции

Ду, м	Д <sub>нхS</sub> , мм	h,м	t <sub>о</sub> , °С	Марка канала	Размеры, м				d <sub>н.э</sub> , м	d <sub>в.э</sub> , м	τ <sub>1</sub> , °С	τ <sub>2</sub> , °С	R <sub>пк</sub> , $\frac{м^2 \cdot °C}{Вт}$	λ, $\frac{Вт}{м^2 \cdot °C}$	R <sub>к</sub> , $\frac{м^2 \cdot °C}{Вт}$	λ <sub>к</sub> , $\frac{Вт}{м^2 \cdot °C}$	R <sub>г</sub> , $\frac{м^2 \cdot °C}{Вт}$	с	R <sub>о</sub> , $\frac{м^2 \cdot °C}{Вт}$
					Наружные		Внутренние												
					А	Н	А	Н											
1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22
616	630x7	2,39	7,81	2КЛс120-120	2725	1340	2485	1170	1,797	1,591	83,67	46,08	0,025	8,1	0,009	2,04	0,12	21	0,155
515	529x7	2,38	7,81	КС210-90	2340	1070	2100	900	1,469	1,260			0,031	8,1	0,012	2,04	0,14	2,2	0,179
406	426x10	2,49	7,76	КС210-90	2340	1070	2100	900	1,469	1,260			0,031	8,1	0,012	2,04	0,14	2,2	0,182
309	325x8	2,26	7,92	КЛс150-90	1740	1070	1500	900	1,325	1,125			0,035	8,1	0,013	2,04	0,14	2,2	0,187
257	273x8	1,91	8,23	КЛс150-90	1740	1070	1500	900	1,325	1,125			0,035	8,1	0,013	2,04	0,13	2,2	0,175
143	152x4,5	1,51	8,75	КЛ120-60	1440	770	1200	600	1,003	0,800			0,049	8,1	0,018	2,04	0,13	2,2	0,197
100	108x4	1,35	9,20	КЛ90-45	1140	620	900	450	0,803	0,600			0,066	8,1	0,023	2,04	0,14	2,2	0,226
125	133x4	1,51	8,75	КЛ90-45	1140	620	900	450	0,803	0,600			0,066	8,1	0,023	2,04	0,15	2,2	0,234
207	219x6	1,62	8,48	КЛ120-60	1440	770	1200	600	1,003	0,800			0,049	8,1	0,018	2,04	0,14	2,2	0,202
150	159x4,5	1,35	9,20	КЛ120-60	1440	770	1200	600	1,003	0,800			0,049	8,1	0,018	2,04	0,12	2,2	0,188
412	426x7	2,38	7,81	КС210-90	2340	1070	2100	900	1,469	1,260			0,031	8,1	0,012	2,04	0,14	2,2	0,179
182	194x6	1,83	8,30	КЛ120-60	1440	770	1200	600	1,003	0,800			0,049	8,1	0,018	2,04	0,14	2,2	0,211

Продолжение табл.10

$d_{и},$ М	$R_{и},$ $\frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bт}$	$\lambda_{и},$ $\frac{Bт}{M^2 \cdot ^\circ C}$	$\lambda_{пс},$ $\frac{Bт}{M^2 \cdot ^\circ C}$	$\delta_{и},$ М	$\delta_{пк},$ М	$d_{пс},$ ММ	$R_{пс},$ $\frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bт}$	$R_{пп},$ $\frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bт}$	$\Sigma R,$ $\frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bт}$	$t_{к},$ $^\circ C$	$q_1,$ Bт/М	$q_2,$ Bт/М	$\Sigma q_{и},$ Bт/М	$R_{н},$ $\frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bт}$	$t_{кн},$ $^\circ C$	$q_{1н},$ Bт/М	$q_{2н},$ Bт/М	$\Sigma q_{н},$ Bт/М	$\eta, \%$
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
0,800	1,268	0,03	0,43	0,085	0,0079	0,8079	0,0036	0,049	1,320	21,92	46,77	18,30	65,06	0,062	36,21	760,49	158,12	918,61	92,9
0,665	1,214	0,03	0,43	0,068	0,0079	0,6729	0,0044	0,058	1,277	23,46	47,14	17,71	64,85	0,074	36,08	640,31	134,51	774,82	91,6
0,560	1,452	0,03	0,43	0,067	0,0079	0,5679	0,0052	0,069	1,526	24,63	38,69	14,06	52,75	0,092	35,09	526,40	119,08	645,48	91,8
0,450	1,727	0,03	0,43	0,063	0,0062	0,4562	0,0051	0,086	1,818	26,68	31,34	10,67	42,01	0,121	33,79	412,31	101,56	513,87	91,8
0,400	2,028	0,03	0,43	0,064	0,0056	0,4056	0,0051	0,097	2,129	27,68	26,29	8,64	34,93	0,144	32,36	356,29	95,27	451,56	92,3
0,250	2,641	0,03	0,43	0,049	0,0056	0,2556	0,0082	0,154	2,803	35,10	17,33	3,92	21,24	0,259	29,64	208,88	63,54	272,42	92,2
0,180	2,711	0,03	0,43	0,036	0,0032	0,1832	0,0065	0,215	2,932	40,01	14,89	2,07	16,96	0,364	28,97	150,27	47,00	197,27	91,4
0,225	2,791	0,03	0,43	0,046	0,0039	0,2289	0,0064	0,172	2,968	40,94	14,39	1,73	16,12	0,296	30,27	180,64	53,47	234,11	93,1
0,315	1,929	0,03	0,43	0,048	0,0056	0,3206	0,0065	0,123	2,058	29,96	26,09	7,83	33,92	0,180	32,08	287,35	77,96	365,31	90,7
0,250	2,402	0,03	0,43	0,046	0,0056	0,2556	0,0082	0,154	2,564	32,79	19,84	5,18	25,03	0,247	29,75	218,04	66,01	284,05	91,2
0,560	1,452	0,03	0,43	0,067	0,0079	0,5679	0,0052	0,069	1,526	24,44	38,81	14,18	52,99	0,092	35,01	527,30	119,98	647,28	91,8
0,315	2,573	0,03	0,43	0,061	0,0056	0,3206	0,0065	0,123	2,702	35,51	17,82	3,91	21,73	0,203	31,58	257,02	71,53	328,54	93,4

## Приложение 7

Таблица 12 – 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
Захватка 1							
2КЛс120-120	1659	2725	1340	3	2	552	2
Захватка 2							
КЛ120-60	821	1440	770	3	2	273	1
КЛ90-45	301,1	1140	620	3	2	100	1
Захватка 3							
КС210-90	3321	2340	1070	3	2	1106	2
Захватка 4							
КС210-90	577	2340	1070	3	2	192	1
КЛс150-90	1176	1740	1070	3	2	391	2
КЛ90-45	1983	1140	620	3	2	660	2
КЛ120-60	206	1440	770	3	2	68	1
Захватка 5							
КЛ120-60	829,8	1440	770	3	2	276	1
Захватка 6							
КЛ120-60	371,6	1440	770	3	2	123	2
Захватка 7							
КЛ120-60	891	1440	770	3	2	297	0
Захватка 8							
КЛс150-90	1161	1740	1070	3	2	387	1
Захватка 9							
КЛ120-60	230	1440	770	3	2	76	2
Захватка 10							
КЛ90-45	163	1140	620	3	2	54	1
Захватка 11							
КЛ90-45	198,5	1140	620	3	2	66	1



## Приложение 8

Таблица 13 – Размеры камер

№ УТ	Размеры камеры, м					
	внутренние			Наружные		
	ширина	длина	высота	ширина	длина	высота
Захватка 1						
УТ1	6,11	6,11	3,15	6,37	6,37	3,46
УТ2	4,4	6,245	3,15	4,66	6,505	3,46
УТ3	5,83	7,52	3,15	6,09	7,78	3,46
УТ4	5,83	7,52	3,10	6,09	7,78	3,41
Захватка 2						
УТ20	6,285	6,11	2,62	6,545	6,37	2,93
УТ21	5,005	6,11	2,62	5,265	6,37	2,93
УТ22	5,005	7,68	2,62	5,265	7,94	2,93
УТ23	5,86	6,11	2,62	6,12	6,37	2,93
УТ24	5,86	6,11	2,27	6,12	6,37	2,58
УТ25	5,86	6,11	2,09	6,12	6,37	2,40
Захватка 3						
УТ5	5,83	7,52	3,04	6,09	7,78	3,35
УТ6	4,4	7,52	3,04	4,66	7,78	3,35
УТ7	5,83	7,52	3,04	6,09	7,78	3,35
УТ8	7,52	7,52	3,04	7,78	7,78	3,35
УТ9	5,83	6,11	3,04	6,09	6,37	3,35
УТ10	7,52	7,52	3,04	7,78	7,78	3,35
УТ11	8,8	8,8	3,04	9,06	9,06	3,35
УТ12	8,8	8,8	3,04	9,06	9,06	3,35
УТ13	8,8	8,8	2,99	9,06	9,06	3,30
Захватка 4						
УТ26	8,8	8,8	3,39	9,06	9,06	3,70
УТ27	8,8	8,8	3,34	9,06	9,06	3,65
УТ28	4,4	6,245	3,34	4,66	6,505	3,65
УТ29	5,83	7,52	2,78	6,09	7,78	3,09
УТ30	7,52	7,52	2,67	7,78	7,78	2,98
УТ31	3	3	2,10	3,26	3,26	2,41
УТ32	6,11	5,005	2,78	6,37	5,265	3,09
УТ33	4,4	6,245	2,09	4,66	6,505	2,40
УТ34	5,86	6,11	2,62	6,12	6,37	2,93
УТ35	5,86	6,11	2,59	6,12	6,37	2,90
УТ36	3	3	2,09	3,26	3,26	2,40
Захватка 5						
УТ37	6,11	5,005	2,28	6,37	5,265	2,59
УТ38	6,11	6,11	2,28	6,37	6,37	2,59

Продолжение табл.13

Захватка 6						
УТ39	6,11	6,11	2,28	6,37	6,37	2,59
Захватка 7						
УТ40	7,52	7,52	2,42	7,78	7,78	2,73
УТ41	7,52	7,52	2,42	7,78	7,78	2,73
УТ42	3	3	2,12	3,26	3,26	2,43
Захватка 8						
УТ14	5,83	6,11	2,72	6,09	6,37	3,03
УТ15	7,52	7,52	2,72	7,78	7,78	3,03
УТ16	6,11	7,52	2,69	6,37	7,78	3,00
УТ17	6,11	5,005	2,49	6,37	5,265	2,80
УТ18	6,11	5,005	2,38	6,37	5,265	2,69
Захватка 9						
УТ19	6,11	6,11	1,98	6,37	6,37	2,29
Захватка 10						
УТ43	5,86	6,11	2,27	6,12	6,37	2,58
Захватка 11						
УТ44	3	3	2,09	3,26	3,26	2,40

Приложение 9

Таблица 16 – Объём траншеи с откосами

тип канала	hтр	m	a'	Ав	Vтр
Захватка 1					
2КЛс120-120	3,55	0,75	2,66	8,35	33510
Захватка 2					
КЛ120-60	2,17	0,5	1,09	3,81	4855
КЛ90-45				3,51	1586
Захватка 3					
КС210-90	3,68	0,75	2,76	8,16	66015
Захватка 4					
КС210-90	2,41	0,5	1,20	5,05	5343
КЛс150-90				4,45	9185
КЛ90-45				3,75	12149
КЛ120-60				4,05	1409
Захватка 5					
КЛ120-60	1,98	0,5	0,99	3,62	4316
Захватка 6					
КЛ120-60	1,98	0,5	0,99	3,62	1930
Захватка 7					
КЛ120-60	2,02	0,5	1,01	3,66	4764
Захватка 8					
КЛс150-90	3,13	0,5	1,56	5,17	13080
Захватка 9					
КЛ120-60	2,41	0,5	1,21	4,05	1580
Захватка 10					
КЛ90-45	1,97	0,5	0,98	3,31	747
Захватка 11					
КЛ90-45	1,79	0,5	0,90	3,13	795

## Приложение 10

Таблица 17 – Объём котлованов для камер

№ УТ	Ан	Вн	т	Нк	а'	Ав	б'	Вв	Fn	Fв	Vкот	ΣVкот
Захватка 1												
УТ1	6,87	6,87	0,75	3,69	2,77	12,41	2,77	12,41	47,20	153,88	265	1370
УТ2	5,16	7,01	0,75	4,81	3,61	12,38	3,61	14,22	36,15	175,97	363	
УТ3	6,59	8,28	0,75	3,65	2,74	12,07	2,74	13,76	54,57	165,95	286	
УТ4	6,59	8,28	0,75	4,80	3,60	13,79	3,60	15,48	54,57	213,47	455	
Захватка 2												
УТ20	7,05	6,87	0,50	2,82	1,41	9,86	1,41	9,69	48,40	95,53	146	782
УТ21	5,77	6,87	0,50	2,82	1,41	8,58	1,41	9,69	39,61	83,13	126	
УТ22	5,77	8,44	0,50	2,82	1,41	8,58	1,41	11,26	48,66	96,61	148	
УТ23	6,62	6,87	0,50	2,82	1,41	9,44	1,41	9,69	45,48	91,42	140	
УТ24	6,62	6,87	0,50	2,47	1,23	9,09	1,23	9,34	45,48	84,85	117	
УТ25	6,62	6,87	0,50	2,29	1,15	8,91	1,15	9,16	45,48	81,63	106	
Захватка 3												
УТ5	6,59	8,28	0,75	3,65	2,74	12,07	2,74	13,76	54,57	165,95	286	1853
УТ6	5,16	8,28	0,75	4,58	3,44	12,03	3,44	15,15	42,72	182,25	366	
УТ7	6,59	8,28	0,75	4,93	3,70	13,99	3,70	15,68	54,57	219,21	477	
УТ8	8,28	8,28	0,75	3,83	2,87	14,03	2,87	14,03	68,56	196,70	359	
УТ9	6,59	6,87	0,75	3,65	2,74	12,07	2,74	12,35	45,27	148,94	253	
УТ10	8,28	8,28	0,75	4,50	3,38	15,03	3,38	15,03	68,56	225,90	467	
УТ11	9,56	9,56	0,75	4,05	3,04	15,64	3,04	15,64	91,39	244,45	478	
УТ12	9,56	9,56	0,75	3,65	2,74	15,04	2,74	15,04	91,39	226,05	408	
УТ13	9,56	9,56	0,75	4,04	3,03	15,62	3,03	15,62	91,39	243,98	476	
Захватка 4												
УТ26	9,56	9,56	0,75	3,59	2,69	14,94	2,69	14,94	91,39	223,29	398	1959
УТ27	9,56	9,56	0,75	3,54	2,65	14,87	2,65	14,87	91,39	220,98	389	
УТ28	5,16	7,01	0,75	3,54	2,65	10,47	2,65	12,31	36,15	128,84	210	
УТ29	6,59	8,28	0,50	2,98	1,49	9,57	1,49	11,26	54,57	107,85	174	
УТ30	8,28	8,28	0,50	2,87	1,43	11,15	1,43	11,15	68,56	124,29	198	
УТ31	3,76	3,76	0,50	2,30	1,15	6,06	1,15	6,06	14,14	36,77	45	
УТ32	6,87	5,77	0,50	2,98	1,49	9,85	1,49	8,75	39,61	86,22	136	
УТ33	5,16	7,01	0,50	2,29	1,15	7,45	1,15	9,30	36,15	69,26	88	
УТ34	6,62	6,87	0,50	2,82	1,41	9,44	1,41	9,69	45,48	91,42	140	
УТ35	6,62	6,87	0,50	2,79	1,39	9,41	1,39	9,66	45,48	90,87	138	
УТ36	3,76	3,76	0,50	2,29	1,15	6,05	1,15	6,05	14,14	36,61	44	
Захватка 5												
УТ37	6,87	5,77	0,50	2,48	1,24	9,35	1,24	8,25	39,61	77,09	105	226
УТ38	6,87	6,87	0,50	2,48	1,24	9,35	1,24	9,35	47,20	87,36	121	
Захватка 6												
УТ39	6,87	6,87	0,50	2,48	1,24	9,35	1,24	9,35	47,20	87,36	121	121
Захватка 7												
УТ40	8,28	8,28	0,50	2,62	1,31	10,90	1,31	10,90	68,56	118,80	176	396
УТ41	8,28	8,28	0,50	2,62	1,31	10,90	1,31	10,90	68,56	118,80	176	
УТ42	3,76	3,76	0,50	2,32	1,16	6,08	1,16	6,08	14,14	36,92	45	

Захватка 8												
УТ14	6,59	6,87	0,75	3,37	2,53	11,65	2,53	11,93	45,27	138,87	222	1199
УТ15	8,28	8,28	0,75	3,46	2,59	13,47	2,59	13,47	68,56	181,44	307	
УТ16	6,87	8,28	0,75	4,09	3,07	13,01	3,07	14,42	56,88	187,47	354	
УТ17	6,87	5,77	0,75	3,17	2,38	11,63	2,38	10,52	39,61	122,30	185	
УТ18	6,87	5,77	0,50	2,91	1,46	9,78	1,46	8,68	39,61	84,84	132	
Захватка 9												
УТ19	6,87	6,87	0,50	2,72	1,36	9,59	1,36	9,59	47,20	91,97	137	137
Захватка 10												
УТ43	6,62	6,87	0,50	2,47	1,23	9,09	1,23	9,34	45,48	84,85	117	117
Захватка 11												
УТ44	3,76	3,76	0,50	2,29	1,15	6,05	1,15	6,05	14,14	36,61	44	44

Приложение 11

Таблица 18 – Объем дренажных колодцев

№УТ	Н,м	d,мм	V <sub>кот</sub> ,м <sup>3</sup>	ΣV <sub>кот</sub> , м <sup>3</sup>
Захватка 1				
УТ1	2	2000	6,28	12,56
УТ4	2	2000	6,28	
Захватка 2				
УТ21	2	2000	6,28	18,84
УТ23	2	2000	6,28	
УТ25	2	2000	6,28	
Захватка 3				
УТ7	2	2000	6,28	18,84
УТ10	2	2000	6,28	
УТ13	2	2000	6,28	
Захватка 4				
УТ31	2	2000	6,28	12,56
УТ35	2	2000	6,28	
Захватка 5				
УТ38	2	2000	6,28	6,28
Захватка 8				
УТ16	2	2000	6,28	6,28

## Приложение 12

Таблица 19 – Объём каналов

Тип канала	А <sub>н</sub> ,мм	В <sub>н</sub> ,мм	L,м	V <sub>кан</sub> ,м <sup>3</sup>
Захватка 1				
2КЛс120-120	2725	1340	1659	6056
Захватка 2				
КЛ120-60	1440	770	821	910
КЛ90-45	1140	620	301	213
Захватка 3				
КС210-90	2340	1070	3321	8315
Захватка 4				
КС210-90	2340	1070	577	1445
КЛс150-90	1740	1070	1176	2189
КЛ90-45	1140	620	1983	1401
КЛ120-60	1440	770	206	228
Захватка 5				
КЛ120-60	1440	770	830	920
Захватка 6				
КЛ120-60	1440	770	372	412
Захватка 7				
КЛ120-60	1440	770	891	988
Захватка 8				
КЛс150-90	1740	1070	1161	2162
Захватка 9				
КЛ120-60	1440	770	230	255
Захватка 10				
КЛ90-45	1140	620	163	115
Захватка 11				
КЛ90-45	1140	620	199	140

## Приложение 13

Таблица 20 – Объём камер

№ УТ	Размеры камеры, м			$V_{\text{кам, м}^3}$	$\Sigma V_{\text{кам, м}^3}$
	$A_H$	$B_H$	$H_H$		
Захватка 1					
УТ1	6,37	6,37	3,456	140	570
УТ2	4,66	6,505	3,456	105	
УТ3	6,09	7,78	3,456	164	
УТ4	6,09	7,78	3,4055	161	
Захватка 2					
УТ20	6,545	6,37	2,927	122	651
УТ21	5,265	6,37	2,927	98	
УТ22	5,265	7,94	2,927	122	
УТ23	6,12	6,37	2,927	114	
УТ24	6,12	6,37	2,5775	100	
УТ25	6,12	6,37	2,401	94	
Захватка 3					
УТ5	6,09	7,78	3,354	159	1797
УТ6	4,66	7,78	3,354	122	
УТ7	6,09	7,78	3,354	159	
УТ8	7,78	7,78	3,354	203	
УТ9	6,09	6,37	3,354	130	
УТ10	7,78	7,78	3,354	203	
УТ11	9,06	9,06	3,354	275	
УТ12	9,06	9,06	3,354	275	
УТ13	9,06	9,06	3,3035	271	
Захватка 4					
УТ26	9,06	9,06	3,6985	304	1495
УТ27	9,06	9,06	3,647	299	
УТ28	4,66	6,505	3,647	111	
УТ29	6,09	7,78	3,0945	147	
УТ30	7,78	7,78	2,9785	180	
УТ31	3,26	3,26	2,4135	26	
УТ32	6,37	5,265	3,0945	104	
УТ33	4,66	6,505	2,401	73	
УТ34	6,12	6,37	2,927	114	
УТ35	6,12	6,37	2,8985	113	
УТ36	3,26	3,26	2,401	26	
Захватка 5					
УТ37	6,37	5,265	2,59	87	192



УТ38	6,37	6,37	2,5865	105	
Захватка 6					
УТ39	6,37	6,37	2,5865	105	105
Захватка 7					
УТ40	7,78	7,78	2,7295	165	356
УТ41	7,78	7,78	2,7295	165	
УТ42	3,26	3,26	2,426	26	
Захватка 8					
УТ14	6,09	6,37	3,0255	117	633
УТ15	7,78	7,78	3,0255	183	
УТ16	6,37	7,78	2,9995	149	
УТ17	6,37	5,265	2,8025	94	
УТ18	6,37	5,265	2,692	90	
Захватка 9					
УТ19	6,37	6,37	2,291	93	93
Захватка 10					
УТ43	6,12	6,37	2,5775	100	100
Захватка 11					
УТ44	3,26	3,26	2,401	26	26

## Приложение 14

Таблица 21 – Объём грунта

V <sub>изб</sub>	V <sub>обр зас</sub>	V <sub>о</sub>	V <sub>тр</sub>	V <sub>котл</sub>	V <sub>кол</sub>	V <sub>к</sub>	V <sub>к.кан</sub>	V <sub>к.кам</sub>	V <sub>к.дк</sub>	Кр
захватка 1										
8232	8232	8232	8232	8232	8232	8232	8232	8232	8232	1,24
2 захватка										
2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	1,24
3 захватка										
12562	12562	12562	12562	12562	12562	12562	12562	12562	12562	1,24
4 захватка										
8396	8396	8396	8396	8396	8396	8396	8396	8396	8396	1,24
5 захватка										
1387	1387	1387	1387	1387	1387	1387	1387	1387	1387	1,24
6 захватка										
641	641	641	641	641	641	641	641	641	641	1,24
7 захватка										
1667	1667	1667	1667	1667	1667	1667	1667	1667	1667	1,24
8 захватка										
3474	3474	3474	3474	3474	3474	3474	3474	3474	3474	1,24
9 захватка										
432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	1,24
10 захватка										
268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	1,24
11 захватка										
206	206	206	206	206	206	206	206	206	206	1,24

## Приложение 15

Таблица 22 – Площадь планировки

Гпл	Аср	Лзах	Атр в	А котл в
Захватка 1				
25140	11,16	1659	8,35	13,97
2 захватка				
12037	6,73	1122	3,66	9,80
3 захватка				
51240	11,43	3321	8,16	14,70
4 захватка				
44714	7,35	3941	4,32	10,37
5 захватка				
8470	6,21	830	3,62	8,80
6 захватка				
3895	6,48	372	3,62	9,35
7 захватка				
9333	6,48	891	3,66	9,29
8 захватка				
14498	8,48	1161	5,17	11,80
9 захватка				
2493	6,82	230	4,05	9,59
10 захватка				
1686	6,32	163	3,31	9,34
11 захватка				
1705	4,59	199	3,13	6,05

## Приложение 16

Таблица 23 – Площадь вскрытия и восстановления дорожного полотна

Фд	Атр в	лдор
Захватка 1		
19335	11,16	1659
2 захватка		
8111	6,73	1121,6
3 захватка		
39617	11,43	3320,8
4 захватка		
12914	7,35	1646,1
5 захватка		
5565	6,21	829,8
7 захватка		
1922	1922	1922
8 захватка		
10433	10433	10433
9 захватка		
1687	1687	1687
10 захватка		
1114	1114	1114
11 захватка		
1011	1011	1011

Приложение 17

Таблица 24 – Ведомость земляных работ

Общий V <sub>о</sub> , м <sup>3</sup>	Объем конструк- ций, V <sub>к</sub> , м <sup>3</sup>	Объем обратной засыпки, V <sub>обр</sub> , м <sup>3</sup>	Объем избыточного грунта, V <sub>изб</sub> , м <sup>3</sup>	Площадь планировки, F <sub>пл</sub> , м <sup>2</sup>	Площадь дорожного покр., F <sub>дор</sub> , м <sup>2</sup>
Захватка 1					
34870	6639	35007	8232	25140	19335
2 захватка					
7241	1792	6757	2222	12037	8111
3 захватка					
67923	10131	71663	12562	51240	39617
4 захватка					
30057	6771	28874	8396	44714	12914
5 захватка					
4548	1118	4253	1387	8470	5565
6 захватка					
2051	517	1902	641	3895	
7 захватка					
5160	1344	4732	1667	9333	1922
8 захватка					
14286	2802	14240	3474	14498	10433
9 захватка					
1717	348	1697	432	2493	1687
10 захватка					
863	216	803	268	1686	1114
11 захватка					
839	166	835	206	1705	1011

Приложение 18

Таблица 25 - Спецификация плетей трубопроводов

Диаметр труб $d_y$ , мм	Состав плети						Отводы		Арматура		Компенсаторы		Число сварных стыков	
	секции труб		стандартные трубы		неполномерные трубы		наименование	кол-во	наименование	кол-во	наименование	кол-во	поворотных	неповоротных
	длина, L, м	кол-во, шт	длина, L, м	кол-во, шт	длина, L, м	кол-во, шт								
Захватка 1														
630x7	3317	138	12	276	5	2			Задвижка стальная клиновья	10	Сальниковый	22	138	176
Захватка 2														
194x6	821	34	12	68	5	2			Задвижка стальная клиновья	16	Сальниковый	22	34	86
133x4	260	10	12	20	20	2	90°	2	Задвижка стальная клиновья	4	Сальниковый	8	10	28
108x4	41	2	12	4			90°	2	Задвижка стальная клиновья	6	Сальниковый	2	2	15,7
Захватка 3														
529x7	864	36	12	72	0,10	1			Задвижка стальная клиновья	4	Сальниковый	12	36	56

426x10	2457	102	12	204	9	2	90°	2	Задвижка стальная клиновья	24	Сальниковый	40	102	190
Захватка 4														
529x7	286	12	12	24					Задвижка стальная клиновья	6	Сальниковый	4	12	28
426x7	291	12	12	24	3	1			Задвижка стальная клиновья	8	Сальниковый	6	12	32
273x8	1176	48	12	96	24	2			Задвижка стальная клиновья	10	Сальниковый	24	48	92
133x4	1054	42	12	84	46	4	90°	2	Задвижка стальная клиновья	10	Сальниковый	28	42	90
108x4	929	38	12	76	17	2	90°	2	Задвижка стальная клиновья	10	Сальниковый	24	38	80
194x6	206	8	12	16	14	2			Задвижка стальная клиновья	4	Сальниковый	6	8	22
Захватка 5														
159x4,5	269	10	12	20	29	4			Задвижка стальная клиновья	6	Сальниковый	6	10	30

152x4,5	561	22	12	44	33	4	90°	2	Задвижка стальная клиновья	4	Сальниковый	14	22	46
Захватка 6														
152x4,5	378	14	12	28	36	4	90°	2	Задвижка стальная клиновья	6	Сальниковый	8	14	34
Захватка 7														
219x6	834	34	12	68	18	2	90°	2	Задвижка стальная клиновья	10	Сальниковый	20	34	76
159x4,5	57,5	2	12	4	10	2	90°	2	Задвижка стальная клиновья	6	Сальниковый	8	2	22
Захватка 8														
325x8	555	22	12	44	27	2			Задвижка стальная клиновья	12	Сальниковый	12	22	56
273x8	607	24	12	48	31	4			Задвижка стальная клиновья	6	Сальниковый	12	24	50
Захватка 9														
152x4,5	230	8	12	16	38	4	90°	2	Задвижка стальная клиновья	6	Сальниковый	6	8	26



Захватка 10														
133x4	163	6	12	12	19	2	90°	2	Задвижка стальная клиновья	4	Сальниковый	4	6	18
Захватка 11														
108x4	199	8	12	16	7	2	90°	2	Задвижка стальная клиновья	4	Сальниковый	6	8	22

Приложение 19

Таблица 26 – Трудоемкость работ

№	Наименование работ	Единицы измерения	Особенности (ЕНиР) или ГЭСН	Норма времени	Трудоемкость		Трудоемкость		Трудоемкость	
				Чел-час	Захватка 1		Захватка 2		Захватка 3	
					объем работ	Чел-дин	объем работ	Чел-дин	объем работ	Чел-дин
1	Вскрытие дорожного покрытия	100м2	Е20-2-18	28	193,35	660,22	81,11	276,97	396,17	1352,78
2	Отрывка траншей и котлованов экскаватором	100м3	Е2-1-9	3,3	348,70	140,33	72,41	29,14	679,23	273,35
3	Устройство щебеночного основания под каналы	м3	Е9-2-32	0,9	942,43	103,44	359,57	39,47	1675,82	183,93
4	Монтаж сборных ж/б каналов (нижняя часть)	м	Е-9-2-24							
	630х7			1,56	3317,20	631,08				
	529х7			1,32					864,10	139,10
	426х7			1,21						
	426х10			1,21					2456,70	362,51
	325х8			1,08						
	273х8			1,01						
	219х6			0,93						

	194x6			0,86			820,50	86,05		
	159x4,5			0,75						
	152x4,5			0,75						
	133x4			0,64			260,30	20,32		
	108x4			0,54			40,80	2,69		
5	Устройство тепловых камер а) основания	м2	Е9-2-32	0,90	42,51	4,67	63,77	7,00	95,65	10,50
	б) плит днища	м2	Е9-2-28	0,70	42,51	3,63	63,77	5,44	95,65	8,17
	в) стеновых блоков	м2	Е9-2-28	1,80	210,60	46,23	193,34	42,44	457,44	100,41
6	Сборка труб в секции на бровке траншеи	м	Е9-2-1							
	630x7			0,16	3317,20	64,73				
	529x7			0,13					864,10	13,70
	426x7			0,09						
	426x10			0,09					2456,70	26,96
	325x8			0,06						
	273x8			0,05						
	219x6			0,04						
	194x6			0,04				820,50	4,00	
	159x4,5			0,03						
	152x4,5			0,03						
	133x4			0,02				260,30	0,63	
	108x4			0,02				40,80	0,10	
7	Поворотная	1стык	Е22-2-2							

	сварка труб								
	630x7			0,85	138,22	14,33			
	529x7			1,00				36,00	4,39
	426x7			0,80					
	426x10			0,80				102,00	9,95
	325x8			1,10					
	273x8			1,00					
	219x6			0,70					
	194x6			0,62			34,00	2,57	
	159x4,5			0,34					
	152x4,5			0,34					
	133x4			0,29			10,00	0,35	
	108x4			0,26			1,70	0,05	
	Монтаж неподвижных опор								
	630x7			6,00	22,00	16,10			
	529x7			4,90				12,00	7,17
	426x7			3,80				36,00	16,68
	426x10			3,80					
	325x8			2,70					
	273x8			2,70					
	219x6			1,60					
	194x6			1,60			16,00	3,12	
	159x4,5			1,60					
	152x4,5			1,60					
	133x4			0,82			16,00	1,60	
	108x4			0,82			4,00	0,40	
8	Монтаж неподвижных опор	шт	Е9-2-18						
9	Укладка	м	Е9-2-1						

	секций труб в каналы и камеры (на опоры без распорок)								
	630x7		0,16	3317,20	64,73				
	529x7		0,13					864,10	13,70
	426x7		0,09						
	426x10		0,09					2456,70	26,96
	325x8		0,06						
	273x8		0,05						
	219x6		0,04						
	194x6		0,04			820,50	4,00		
	159x4,5		0,03						
	152x4,5		0,03						
	133x4		0,03			260,30	0,95		
	108x4		0,02			40,80	0,10		
10	Монтаж фасонных частей а) отводов	шт							
	630x7		3,00						
	529x7		2,60						
	426x7		1,90						
	426x10		1,90					2,00	0,46
	325x8		1,50						
	273x8		1,50						
	219x6		0,97						
	194x6		0,97						
	159x4,5		0,70						

	152x4,5		0,70							
	133x4		0,70			2,00	0,17			
	108x4		0,42			2,00	0,10			
	б) тройников									
	630x7		3,60	3,00	1,32					
	529x7		3,00					1,00	0,37	
	426x7		2,30							
	426x10		2,30					10,00	2,80	
	325x8		1,50							
	273x8		1,50							
	219x6		1,10							
	194x6		1,10			6,00	0,80			
	159x4,5		0,85							
	152x4,5		0,85							
	133x4		0,85			1,00	0,10			
	108x4		0,49			1,00	0,06			
11	Монтаж арматуры а) задвижки	шт	Е9-2-16							
	630x7			13,50	10,00	16,46				
	529x7			10,00					4,00	4,88
	426x7			8,70						
	426x10			8,70					24,00	25,46
	325x8			5,80						
	273x8			3,70						
	219x6			2,90						
	194x6			2,90				16,00	5,66	
	159x4,5			1,90						
	152x4,5			1,90						

	133x4			1,90			4,00	0,93		
	108x4			1,40			6,00	1,02		
	б) компенсаторы									
	630x7			14,50	22,00	38,90				
	529x7			11,50					12,00	16,83
	426x7			9,00						
	426x10			9,00					40,00	43,90
	325x8			6,50						
	273x8			6,50						
	219x6			3,90						
	194x6			3,90			22,00	10,46		
	159x4,5			2,60						
	152x4,5			2,60						
	133x4			2,60			8,00	2,54		
	108x4			1,50			2,00	0,37		
	Неповоротная сварка труб									
	630x7			1,20	176,22	25,79				
	529x7			1,20					56,00	8,20
	426x7			0,90						
	426x10			0,90					190,00	20,85
	325x8			1,40						
	273x8			1,30						
	219x6			0,79						
	194x6			0,70			86,00	7,34		
	159x4,5			0,39						
	152x4,5			0,39						
	133x4			0,33			28,00	1,13		
12		1стык	E22-2-2							

	108x4			0,29			15,70	0,56			
13	Предварительн ое испытание труб	м	Е9-2-9								
	630x7			0,22	3317,20	89,00					
	529x7			0,22					864,10	23,18	
	426x7			0,17							
	426x10			0,17					2456,70	50,93	
	325x8			0,14							
	273x8			0,14							
	219x6			0,12							
	194x6			0,12				820,50	12,01		
	159x4,5			0,12							
	152x4,5			0,12							
	133x4			0,12				260,30	3,81		
	108x4			0,10				40,80	0,50		
14	Гидроизоляция сварных стыков	шт	Е9-2-12								
	630x7			0,66	314,43	25,31					
	529x7			0,54					92,00	6,06	
	426x7			0,42							
	426x10			0,42					292,00	14,96	
	325x8			0,34							
	273x8			0,34							
	219x6			0,30							
	194x6			0,30				120,00	4,39		
	159x4,5			0,30							
	152x4,5			0,30							
	133x4			0,30				38,00	1,39		



	108x4			0,27			17,40	0,57		
15	Тепловая изоляция труб	м	E9-2-13							
	630x7			0,85	3317,20	343,86				
	529x7			0,75					864,10	79,03
	426x7			0,60						
	426x10			0,60					2456,70	179,76
	325x8			0,48						
	273x8			0,48						
	219x6			0,35						
	194x6			0,35				820,50	35,02	
	159x4,5			0,28						
	152x4,5			0,28						
	133x4			0,28				260,30	8,89	
	108x4			0,22				40,80	1,07	
	16			Укладка плит перекрытия а) камер	шт	E9-2-28	0,70	42,51	3,63	63,77
б) каналов		м	E9-2-24	1,00	1635,39	199,44	1086,17	132,46	3255,13	396,97
17	Устройство гидроизоляции перекрытия и защитного слоя по гидроизоляции и цементного раствора а) каналов	1м	E9-2-24	0,48	1635,39	95,73	1086,17	63,58	3255,13	190,54
	б) камер	100м2	E9-2-24	0,20	0,43	0,01	0,64	0,02	0,96	0,02

18	Обратная засыпка траншеи и котлованов бульдозером	100м3	E2-1-34	0,77	35006,85	3287,23	6756,86	634,49	6056,38	568,71
19	Окончательные испытания, промывка и хлорирование трубопроводов	м	E9-2-9							
	630x7			0,33	3317,20	133,50				
	529x7			0,33					864,10	34,77
	426x7			0,25						
	426x10			0,25					2456,70	74,90
	325x8			0,21						
	273x8			0,21						
	219x6			0,18						
	194x6			0,18				820,50	18,01	
	159x4,5			0,18						
	152x4,5			0,18						
	133x4			0,18				260,30	5,71	
108x4	0,16				40,80	0,80				
20	Планировка площадей бульдозером	1000м2	E2-1-36	0,49	25,14	1,50	12,04	0,72	51,24	3,06
21	Устройство песчаного основания вручную	м3	E9-2-32	0,90	5800,54	636,64	2433,40	267,08	11885,14	1304,47
22	Устройство	м3	E9-2-32	0,90	5800,54	636,64	2433,40	267,08	11885,14	1304,47

	щебеночного основания вручную									
23	Устройство покрытия из горячей асфальтобетон ной смеси вручную	100м2	E20-2-12	6,50	193,35	153,27	81,11	64,30	396,17	314,04
24	Укатка покрытия самоходным катком	100м2	E20-2-14	0,09	193,35	2,12	81,11	0,89	396,17	4,35

Продолжение таблицы 27

№	Наименование работ	Единицы измерения	Особенности (ЕНиР) или ГЭСН	Норма времени	Трудоемкость		Трудоемкость		Трудоемкость	
				Чел-час	Захватка 4		Захватка 5		Захватка 6	
					объем работ	Чел-дин	объем работ	Чел-дин	объем работ	Чел-дин
1	Вскрытие дорожного покрытия	100м2	Е20-2-18	28	129,14	440,96	55,65	190,04		
2	Отрывка траншей и котлованов экскаватором	100м3	Е2-1-9	3,3	300,57	120,96	45,48	18,30	20,51	8,25
3	Устройство щебеночного основания под каналы	м3	Е9-2-32	0,9	1297,93	142,46	256,34	28,14	116,46	12,78
4	Монтаж сборных ж/б каналов (нижняя часть)	м	Е-9-2-24							
	630x7			1,56						
	529x7			1,32						
	426x7			1,21	286,30	46,09				
	426x10			1,21	290,80	42,91				
	325x8			1,08						
	273x8			1,01						
	219x6			0,93	1175,60	144,80				
	194x6			0,86		0,00				
	159x4,5			0,75	205,70	21,57				

	152x4,5			0,75			268,70	24,58				
	133x4			0,64			561,10	51,32	371,60	33,99		
	108x4			0,54	1053,90	82,26						
5	Устройство тепловых камер а) основания	м2	Е-9-2-32	0,90	928,94	61,17						
	б) плит днища	м2	Е9-2-28	0,70	116,90 116,90	12,83 9,98	21,26 21,26	2,33 1,81	10,63 10,63	1,17 0,91		
	в) стеновых блоков	м2	Е9-2-28	1,80	388,47	85,27	59,42	13,04	29,69	6,52		
6	Сборка труб в секции на бровке траншеи	м	Е9-2-1									
	630x7			0,16								
	529x7			0,13								
	426x7			0,09	286,30	4,54						
	426x10			0,09	290,80	3,19						
	325x8			0,06								
	273x8			0,05								
	219x6			0,04	1175,60	7,17						
	194x6			0,04								
	159x4,5			0,03	205,70	1,00						
	152x4,5			0,03					268,70	0,98		
	133x4			0,02					561,10	2,05	371,60	1,36
108x4	0,02	1053,90	2,57									
7	Поворотная сварка труб	1стык	Е22-2-2		928,94	2,27						

	630x7			0,85						
	529x7			1,00						
	426x7			0,80	11,93	1,45				
	426x10			0,80	12,00	1,17				
	325x8			1,10						
	273x8			1,00						
	219x6			0,70	48,00	5,85				
	194x6			0,62		0,00				
	159x4,5			0,34	8,00	0,60				
	152x4,5			0,34			10,00	0,41		
	133x4			0,29			22,00	0,91	14,00	0,58
	108x4			0,26	42,00	1,49				
	Монтаж неподвижных опор				38,00	1,20				
	630x7			6,00						
	529x7			4,90						
	426x7			3,80	6,00	3,59				
	426x10			3,80						
8	325x8	шт	Е9-2-18	2,70	4,00	1,85				
	273x8			2,70		0,00				
	219x6			1,60	26,00	8,56				
	194x6			1,60						
	159x4,5			1,60						
	152x4,5			1,60			8,00	1,56		
	133x4			0,82			14,00	2,73	10,00	1,95
	108x4			0,82	32,00	3,20				
9	Укладка секций туб в каналы и	м	Е9-2-1		26,00	2,60				

	камеры (на опоры без распорок)										
	630x7			0,16							
	529x7			0,13							
	426x7			0,09	286,30	4,54					
	426x10			0,09	290,80	3,19					
	325x8			0,06							
	273x8			0,05							
	219x6			0,04	1175,60	7,17					
	194x6			0,04							
	159x4,5			0,03	205,70	1,00					
	152x4,5			0,03			268,70	0,98			
	133x4			0,03			561,10	2,05	371,60		
	108x4			0,02	1053,90	3,86			1,36		
	Монтаж фасонных частей а) ОТВОДОВ				928,94	2,27					
10	630x7	шт	Е9-2-14	3,00							
	529x7			2,60							
	426x7			1,90							
	426x10			1,90							
	325x8			1,50							
	273x8			1,50							
	219x6			0,97							
	194x6			0,97							
	159x4,5			0,70							
	152x4,5			0,70				2,00	0,17		
	133x4			0,70				2,00	0,17	2,00	0,17

	108x4			0,42	2,00	0,17					
	б) тройников				2,00	0,10					
	630x7			3,60							
	529x7			3,00							
	426x7			2,30	2,00	0,73					
	426x10			2,30	2,00	0,56					
	325x8			1,50							
	273x8			1,50							
	219x6			1,10	3,00	0,55					
	194x6			1,10		0,00					
	159x4,5			0,85	1,00	0,13					
	152x4,5			0,85			2,00	0,21			
	133x4			0,85			1,00	0,10	1,00	0,10	
	108x4			0,49	2,00	0,21					
	Монтаж арматуры а) задвижки				1,00	0,06					
	630x7			13,50							
	529x7			10,00							
	426x7			8,70	6,00	7,32					
	426x10			8,70	8,00	8,49					
	325x8			5,80							
	273x8			3,70							
	219x6			2,90	10,00	4,51					
	194x6			2,90		0,00					
	159x4,5			1,90	4,00	1,41					
	152x4,5			1,90			6,00	1,39			
	133x4			1,90			4,00	0,93	6,00	1,39	
	108x4			1,40	10,00	2,32					
11		шт	Е9-2-16								



	б) компенсаторы			10,00	1,71				
	630x7			14,50					
	529x7			11,50					
	426x7			9,00	4,00	5,61			
	426x10			9,00	6,00	6,59			
	325x8			6,50					
	273x8			6,50					
	219x6			3,90	24,00	19,02			
	194x6			3,90		0,00			
	159x4,5			2,60	6,00	2,85			
	152x4,5			2,60			6,00	1,90	
	133x4			2,60			14,00	4,44	8,00
	108x4			1,50	28,00	8,88			2,54
			E9-2-17						
	Неповоротная сварка труб			24,00	4,39				
	630x7			1,20					
	529x7			1,20					
	426x7			0,90	27,93	4,09			
	426x10			0,90	32,00	3,51			
	325x8			1,40					
	273x8			1,30					
	219x6			0,79	92,00	14,59			
	194x6			0,70		0,00			
	159x4,5			0,39	22,00	1,88			
	152x4,5			0,39			30,00	1,43	
	133x4			0,33			46,00	2,19	34,00
	108x4			0,29	90,00	3,62			1,62
			E22-2-2						
12	Предварительн	1стык		80,00	2,83				
13	Предварительн	м	E9-2-9						

	ое испытание труб								
	630x7			0,22					
	529x7			0,22					
	426x7			0,17	286,30	7,68			
	426x10			0,17	290,80	6,03			
	325x8			0,14					
	273x8			0,14					
	219x6			0,12	1175,60	20,07			
	194x6			0,12					
	159x4,5			0,12	205,70	3,01			
	152x4,5			0,12			268,70	3,93	
	133x4			0,12			561,10	8,21	371,60
	108x4			0,10	1053,90	15,42			5,44
	Гидроизоляция сварных стыков				928,94	11,33			
	630x7			0,66					
	529x7			0,54					
	426x7			0,42	39,86	2,62			
	426x10			0,42	44,00	2,25			
	325x8			0,34					
	273x8			0,34					
	219x6			0,30	140,00	5,80			
	194x6			0,30					
	159x4,5			0,30	30,00	1,10			
	152x4,5			0,30			40,00	1,46	
	133x4			0,30			68,00	2,49	48,00
	108x4			0,27	132,00	4,83			1,76
15	Тепловая	м	Е9-2-13		118,00	3,89			

	изоляция труб									
	630x7			0,85						
	529x7			0,75						
	426x7			0,60	286,30	26,19				
	426x10			0,60	290,80	21,28				
	325x8			0,48						
	273x8			0,48						
	219x6			0,35	1175,60	68,82				
	194x6			0,35						
	159x4,5			0,28	205,70	8,78				
	152x4,5			0,28			268,70	9,18		
	133x4			0,28			561,10	19,16	371,60	12,69
	108x4			0,22	1053,90	35,99				
16	Укладка плит перекрытия а) камер	шт	Е9-2-28	0,70	928,94 116,90	24,36 9,98	21,26	1,81	10,63	0,91
	б) каналов	м	Е9-2-24	1,00	3874,80	472,54	817,06	99,64	365,23	44,54
17	Устройство гидроизоляции перекрытия и защитного слоя по гидроизоляции и цементного раствора а) каналов	1м	Е9-2-24	0,48	3874,80	226,82	817,06	47,83	365,23	21,38
	б) камер	100м2	Е9-2-24	0,20	1,17	0,03	0,21	0,01	0,11	0,00

18	Обратная засыпка траншеи и котлованов бульдозером	100м3	E2-1-34	0,77						
19	Окончательные испытания, промывка и хлорирование трубопроводов	м	E9-2-9		28874,03	2711,34	4253,20	399,39	1902,20	178,62
	630x7			0,33						
	529x7			0,33						
	426x7			0,25	286,30	11,52				
	426x10			0,25	290,80	8,87				
	325x8			0,21						
	273x8			0,21						
	219x6			0,18	1175,60	30,11				
	194x6			0,18	0,00	0,00				
	159x4,5			0,18	205,70	4,52				
	152x4,5			0,18			268,70	5,90		
	133x4			0,18			561,10	12,32	371,60	8,16
	108x4			0,16	1053,90	23,13				
20	Планировка площадей бульдозером	1000м2	E2-1-36	0,49	928,94	18,13				
21	Устройство песчаного основания вручную	м3	E9-2-32	0,90	44,71	2,67	8,47	0,51	3,89	0,23
22	Устройство щебеночного	м3	E9-2-32	0,90	3874,17	425,21	1669,64	183,25		

	основания вручную									
23	Устройство покрытия из горячей асфальтобетон ной смеси вручную	100м2	E20-2-12	6,50	129,14	102,37	55,65	44,12		
24	Укатка покрытия самоходным катком	100м2	E20-2-14	0,09	129,14	1,42	55,65	0,61		

Продолжение таблицы 27

№	Наименование работ	Единицы измерения	Особенности (ЕНиР) или ГЭСН	Норма времени	Трудоемкость		Трудоемкость		Трудоемкость	
				Чел-час	Захватка 7		Захватка 8		Захватка 9	
					объем работ	Чел-дин	объем работ	Чел-дин	объем работ	Чел-дин
1	Вскрытие дорожного покрытия	100м2	Е20-2-18	28	19,22	65,62	104,33	356,26	16,87	57,59
2	Отрывка траншей и котлованов экскаватором	100м3	Е2-1-9	3,3	51,60	20,77	142,86	57,49	17,17	6,91
3	Устройство щебеночного основания под каналы	м3	Е9-2-32	0,9	286,86	31,48	454,15	49,85	75,79	8,32
4	Монтаж сборных ж/б каналов (нижняя часть)	м	Е-9-2-24							
	630x7			1,56						
	529x7			1,32						
	426x7			1,21						
	426x10			1,21						
	325x8			1,08						
	273x8			1,01			554,80	73,07		
	219x6			0,93			606,60	74,72		
	194x6			0,86	833,50	94,53				
	159x4,5			0,75						
	152x4,5			0,75	57,50	5,26				

	133x4			0,64					230,40	21,07	
	108x4			0,54							
5	Устройство тепловых камер а) основания	м2	Е9-2-32	0,90							
	б) плит днища	м2	Е9-2-28	0,70	31,88 31,88	3,50 2,72	53,14 53,14	5,83 4,54	10,63 10,63	1,17 0,91	
	в) стеновых блоков	м2	Е9-2-28	1,80	90,69	19,91	208,64	45,80	32,86	7,21	
6	Сборка труб в секции на бровке траншеи	м	Е9-2-1								
	630x7			0,16							
	529x7			0,13							
	426x7			0,09							
	426x10			0,09							
	325x8			0,06							
	273x8			0,05				554,80	4,06		
	219x6			0,04				606,60	3,70		
	194x6			0,04	833,50	4,07					
	159x4,5			0,03							
	152x4,5			0,03	57,50	0,21					
	133x4			0,02						230,40	0,84
	108x4			0,02							
7	Поворотная сварка труб	1 стык	Е22-2-2								
	630x7			0,85							
	529x7			1,00							

	426x7			0,80						
	426x10			0,80						
	325x8			1,10						
	273x8			1,00			22,00	2,95		
	219x6			0,70			24,00	2,93		
	194x6			0,62	34,00	2,90				
	159x4,5			0,34						
	152x4,5			0,34	2,00	0,08				
	133x4			0,29					8,00	0,33
	108x4			0,26						
8	Монтаж неподвижных опор	шт	E9-2-18							
	630x7			6,00						
	529x7			4,90						
	426x7			3,80						
	426x10			3,80						
	325x8			2,70						
	273x8			2,70			12,00	3,95		
	219x6			1,60			12,00	3,95		
	194x6			1,60	24,00	4,68				
	159x4,5			1,60						
	152x4,5			1,60						
133x4	0,82						6,00	1,17		
108x4	0,82									
9	Укладка секций туб в каналы и камеры (на опоры без распорок)	м	E9-2-1							



	630x7			0,16								
	529x7			0,13								
	426x7			0,09								
	426x10			0,09								
	325x8			0,06								
	273x8			0,05								
	219x6			0,04			606,60	3,70				
	194x6			0,04	833,50	4,07						
	159x4,5			0,03								
	152x4,5			0,03	57,50	0,21						
	133x4			0,03					230,40	0,84		
	108x4			0,02								
10	Монтаж фасонных частей а) отводов	шт	Е9-2-14									
	630x7			3,00								
	529x7			2,60								
	426x7			1,90								
	426x10			1,90								
	325x8			1,50								
	273x8			1,50								
	219x6			0,97								
	194x6			0,97	2,00	0,24						
	159x4,5			0,70								
	152x4,5			0,70	2,00	0,17						
	133x4			0,70	2,00	0,17					2,00	0,17
	108x4			0,42								
	б) тройников											
630x7	3,60											

	529x7			3,00							
	426x7			2,30							
	426x10			2,30							
	325x8			1,50							
	273x8			1,50			4,00	0,73			
	219x6			1,10			3,00	0,55			
	194x6			1,10	4,00	0,54					
	159x4,5			0,85							
	152x4,5			0,85	1,00	0,10					
	133x4			0,85					1,00	0,10	
	108x4			0,49							
11	Монтаж арматуры а) задвижки	ШТ	E9-2-16								
	630x7			13,50							
	529x7			10,00							
	426x7			8,70							
	426x10			8,70							
	325x8			5,80							
	273x8			3,70				12,00	8,49		
	219x6			2,90				6,00	2,71		
	194x6			2,90	10,00	3,54					
	159x4,5			1,90							
	152x4,5			1,90	6,00	1,39					
	133x4			1,90						6,00	1,39
	108x4			1,40							
	б) компенсаторы			E9-2-17							
	630x7		14,50								
	529x7		11,50								
			426x7			9,00					

	426x10			9,00						
	325x8			6,50						
	273x8			6,50			12,00	9,51		
	219x6			3,90			12,00	9,51		
	194x6			3,90	20,00	9,51				
	159x4,5			2,60						
	152x4,5			2,60	8,00	2,54				
	133x4			2,60					6,00	1,90
	108x4			1,50						
12	Неповоротная сварка труб	1 стык	E22-2-2							
	630x7			1,20						
	529x7			1,20						
	426x7			0,90						
	426x10			0,90						
	325x8			1,40						
	273x8			1,30			56,00	9,56		
	219x6			0,79			50,00	7,93		
	194x6			0,70	76,00	7,32				
	159x4,5			0,39						
	152x4,5			0,39	22,00	1,05				
	133x4			0,33					26,00	1,24
108x4	0,29									
13	Предварительн ое испытание труб	м	E9-2-9							
	630x7			0,22						
	529x7			0,22						
	426x7			0,17						
	426x10			0,17						

	325x8			0,14								
	273x8			0,14			0,00	0,00				
	219x6			0,12			606,60	10,36				
	194x6			0,12	833,50	12,20						
	159x4,5			0,12								
	152x4,5			0,12	57,50	0,84						
	133x4			0,12					230,40	3,37		
	108x4			0,10								
14	Гидроизоляция сварных стыков	шт	E9-2-12									
	630x7			0,66								
	529x7			0,54								
	426x7			0,42								
	426x10			0,42								
	325x8			0,34								
	273x8			0,34				78,00	3,23			
	219x6			0,30				74,00	3,07			
	194x6			0,30	110,00	4,02						
	159x4,5			0,30								
152x4,5	0,30	24,00	0,88									
133x4	0,30							34,00	1,24			
108x4	0,27											
15	Тепловая изоляция труб	м	E9-2-13									
	630x7			0,85								
	529x7			0,75								
	426x7			0,60								
	426x10			0,60								
	325x8			0,48								

	273x8			0,48						
	219x6			0,35			606,60	35,51		
	194x6			0,35	833,50	35,58				
	159x4,5			0,28						
	152x4,5			0,28	57,50	1,96				
	133x4			0,28					230,40	7,87
	108x4			0,22						
16	Укладка плит перекрытия а) камер	шт	E9-2-28	0,70	31,88	2,72	53,14	4,54	10,63	0,91
	б) каналов	м	E9-2-24	1,00	872,18	106,36	1140,60	139,10	224,03	27,32
17	Устройство гидроизоляции перекрытия и защитного слоя по гидроизоляции и цементного раствора а) каналов	1м	E9-2-24	0,48	872,18	51,05	1140,60	66,77	224,03	13,11
	б) камер	100м2	E9-2-24	0,20	0,32	0,01	0,53	0,01	0,11	0,00
18	Обратная засыпка траншеи и котлованов бульдозером	100м3	E2-1-34	0,77						
19	Окончательные испытания, промывка и хлорирование	м	E9-2-9		4731,80	444,33	14240,49	1337,22	1696,53	159,31

	трубопроводов									
	630x7			0,33						
	529x7			0,33						
	426x7			0,25						
	426x10			0,25						
	325x8			0,21						
	273x8			0,21			554,80	14,21		
	219x6			0,18			606,60	15,53		
	194x6			0,18	833,50	18,30				
	159x4,5			0,18						
	152x4,5			0,18	57,50	1,26				
	133x4			0,18					230,40	5,06
	108x4			0,16						
20	Планировка площадей бульдозером	1000м2	E2-1-36	0,49						
21	Устройство песчаного основания вручную	м3	E9-2-32	0,90	9,33	0,56	14,50	0,87	2,49	0,15
22	Устройство щебеночного основания вручную	м3	E9-2-32	0,90	576,48	63,27	3130,03	343,54	505,96	55,53
23	Устройство покрытия из горячей асфальтобетонной смеси вручную	100м2	E20-2-12	6,50	19,22	15,23	104,33	82,70	16,87	13,37
24	Укатка покрытия	100м2	E20-2-14	0,09	19,22	0,21	104,33	1,15	16,87	0,19

	самоходным катком									
--	----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

№	Наименование работ	Единицы измерения	Особенности (ЕНиР) или ГЭСН	Норма времени	Трудоемкость		Трудоемкость	
				Чел-час	Захватка 10		Захватка 11	
					объем работ	Чел-дин	объем работ	Чел-дин
1	Вскрытие дорожного покрытия	100м2	Е20-2-18	28	11,14	38,04	10,11	34,51
2	Отрывка траншей и котлованов экскаватором	100м3	Е2-1-9	3,3	8,63	3,47	8,39	3,38
3	Устройство щебеночного основания под каналы	м3	Е9-2-32	0,9	46,33	5,08	48,09	5,28
4	Монтаж сборных ж/б каналов (нижняя часть)	м	Е-9-2-24					
	630х7			1,56				
	529х7			1,32				
	426х7			1,21				
	426х10			1,21				
	325х8			1,08				
	273х8			1,01				
	219х6			0,93				
	194х6			0,86				
	159х4,5			0,75				
	152х4,5			0,75				



	133x4			0,64				
	108x4			0,54	163,30	12,75		
5	Устройство тепловых камер а) основания	м2	Е9-2-32	0,90			198,50	13,07
	б) плит днища	м2	Е9-2-28	0,70	10,63 10,63	1,17 0,91	10,63 10,63	1,17 0,91
	в) стеновых блоков	м2	Е9-2-28	1,80	29,57	6,49	27,27	5,99
6	Сборка труб в секции на бровке траншеи	м	Е9-2-1					
	630x7			0,16				
	529x7			0,13				
	426x7			0,09				
	426x10			0,09				
	325x8			0,06				
	273x8			0,05				
	219x6			0,04				
	194x6			0,04				
	159x4,5			0,03				
	152x4,5			0,03				
	133x4			0,02				
	108x4			0,02	163,30	0,40		
7	Поворотная сварка труб	1 стык	Е22-2-2				198,50	0,48
	630x7			0,85				
	529x7			1,00				

	426x7			0,80				
	426x10			0,80				
	325x8			1,10				
	273x8			1,00				
	219x6			0,70				
	194x6			0,62				
	159x4,5			0,34				
	152x4,5			0,34				
	133x4			0,29				
	108x4			0,26	6,00	0,21		
8	Монтаж неподвижных опор	шт	E9-2-18				8,00	0,25
	630x7			6,00				
	529x7			4,90				
	426x7			3,80				
	426x10			3,80				
	325x8			2,70				
	273x8			2,70				
	219x6			1,60				
	194x6			1,60				
	159x4,5			1,60				
	152x4,5			1,60				
	133x4			0,82				
108x4	0,82	6,00	0,60					
9	Укладка секций туб в каналы и камеры (на опоры без распорок)	м	E9-2-1				6,00	0,60

	630x7			0,16					
	529x7			0,13					
	426x7			0,09					
	426x10			0,09					
	325x8			0,06					
	273x8			0,05					
	219x6			0,04					
	194x6			0,04					
	159x4,5			0,03					
	152x4,5			0,03					
	133x4			0,03					
	108x4			0,02	163,30	0,60			
	Монтаж фасонных частей а) отводов						198,50	0,48	
10	630x7	шт	E9-2-14	3,00					
	529x7			2,60					
	426x7			1,90					
	426x10			1,90					
	325x8			1,50					
	273x8			1,50					
	219x6			0,97					
	194x6			0,97					
	159x4,5			0,70					
	152x4,5			0,70					
	133x4			0,70					
	108x4			0,42	2,00	0,17			
	б) тройников							2,00	0,10
	630x7					3,60			

	529x7			3,00				0,00		
	426x7			2,30				0,00		
	426x10			2,30				0,00		
	325x8			1,50				0,00		
	273x8			1,50				0,00		
	219x6			1,10				0,00		
	194x6			1,10				0,00		
	159x4,5			0,85				0,00		
	152x4,5			0,85				0,00		
	133x4			0,85				0,00		
	108x4			0,49	0,00	0,00		0,00		
	Монтаж арматуры а) задвижки						0,00	0,00		
11	630x7	ШТ	E9-2-16	13,50						
	529x7			10,00						
	426x7			8,70						
	426x10			8,70						
	325x8			5,80						
	273x8			3,70						
	219x6			2,90						
	194x6			2,90						
	159x4,5			1,90						
	152x4,5			1,90						
	133x4			1,90						
	108x4			1,40	4,00	0,93				
	б) компенсаторы				E9-2-17				4,00	0,68
	630x7			14,50						
	529x7		11,50							
	426x7			9,00						

	426x10			9,00				
	325x8			6,50				
	273x8			6,50				
	219x6			3,90				
	194x6			3,90				
	159x4,5			2,60				
	152x4,5			2,60				
	133x4			2,60				
	108x4			1,50	4,00	1,27		
	Неповоротная сварка труб						6,00	1,10
12	630x7	1 стык	E22-2-2	1,20				
	529x7			1,20				
	426x7			0,90				
	426x10			0,90				
	325x8			1,40				
	273x8			1,30				
	219x6			0,79				
	194x6			0,70				
	159x4,5			0,39				
	152x4,5			0,39				
	133x4			0,33				
	108x4			0,29	18,00	0,72		
13	Предварительн ое испытание труб	м	E9-2-9				22,00	0,78
	630x7			0,22				
	529x7			0,22				
	426x7			0,17				
	426x10			0,17				

	325x8			0,14				
	273x8			0,14				
	219x6			0,12				
	194x6			0,12				
	159x4,5			0,12				
	152x4,5			0,12				
	133x4			0,12				
	108x4			0,10	163,30	2,39	0,00	
14	Гидроизоляция сварных стыков	шт	E9-2-12				198,50	2,42
	630x7			0,66				
	529x7			0,54				
	426x7			0,42				
	426x10			0,42				
	325x8			0,34				
	273x8			0,34				
	219x6			0,30				
	194x6			0,30				
	159x4,5			0,30				
	152x4,5			0,30				
133x4	0,30							
108x4	0,27	24,00	0,88					
15	Тепловая изоляция труб	м	E9-2-13				30,00	0,99
	630x7			0,85				
	529x7			0,75				
	426x7			0,60				
	426x10			0,60				
	325x8			0,48				

	273x8			0,48				
	219x6			0,35				
	194x6			0,35				
	159x4,5			0,28				
	152x4,5			0,28				
	133x4			0,28				
	108x4			0,22	163,30	5,58		
16	Укладка плит перекрытия а) камер	шт	E9-2-28	0,70	10,63	0,91	198,50 10,63	5,20 0,91
	б) каналов	м	E9-2-24	1,00	157,18	19,17	195,24	23,81
17	Устройство гидроизоляции перекрытия и защитного слоя по гидроизоляции и цементного раствора а) каналов	1м	E9-2-24	0,48	157,18	9,20	195,24	11,43
	б) камер	100м2	E9-2-24	0,20	0,11	0,00	0,11	0,00
18	Обратная засыпка траншеи и котлованов бульдозером	100м3	E2-1-34	0,77				
19	Окончательные испытания, промывка и хлорирование	м	E9-2-9		802,64	75,37	834,68	78,38

	трубопроводов							
	630x7			0,33				
	529x7			0,33				
	426x7			0,25				
	426x10			0,25				
	325x8			0,21				
	273x8			0,21				
	219x6			0,18				
	194x6			0,18				
	159x4,5			0,18				
	152x4,5			0,18				
	133x4			0,18				
	108x4			0,16	163,30	3,58		
20	Планировка площадей бульдозером	1000м2	E2-1-36	0,49			198,50	3,87
21	Устройство песчаного основания вручную	м3	E9-2-32	0,90	1,69	0,10	1,71	0,10
22	Устройство щебеночного основания вручную	м3	E9-2-32	0,90	334,23	36,68	303,17	33,27
23	Устройство покрытия из горячей асфальтобетонной смеси вручную	100м2	E20-2-12	6,50	11,14	8,83	10,11	8,01
24	Укатка покрытия	100м2	E20-2-14	0,09	11,14	0,12	10,11	0,11



	САМОХОДНЫМ КАТКОМ						
--	----------------------	--	--	--	--	--	--

Продолжение таблицы 27

№	Наименование работ	Единицы измерения	Особенности(ЕНиР) или ГЭСН	Всего	Состав бригады
				Чел-дин	
1	Вскрытие дорожного покрытия	100м2	Е20-2-18	3473,00	Асфальтобетонщик 3 р-1 ч

					Дорожный рабочий 1р-1ч.
2	Отрывка траншей и котлованов экскаватором	100м3	Е2-1-9	1599,53	Машинист 6р-1ч Помощник машиниста 5р-1ч
3	Устройство щебеночного основания под каналы	м3	Е9-2-32	610,22	Монтажники наружных трубопроводов 3 . - 2ч;2р-2ч
4	Монтаж сборных ж/б каналов(нижняя часть)	м	Е-9-2-24		Монтажники наружных трубопроводов 5 р. - 1ч;4р - 1ч 3р - 2ч;2 р - 1ч
	630x7			631,08	
	529x7			185,19	
	426x7			42,91	
	426x10			362,51	
	325x8			73,07	
	273x8			219,51	
	219x6			94,53	
	194x6			107,63	
	159x4,5			29,84	
	152x4,5			106,38	
	133x4			115,32	
108x4	76,93				
5	Устройство тепловых камер а)основания	м2	Е-9-2-32	51,32	Монтажники наружных трубопроводов 3 р. - 2ч;2р-2ч

	б) плит днища	м2	Е9-2-28	31,75	Монтажники наружных трубопроводов 4 р. - 1ч;3р-2ч
	в) стеновых блоков	м2	Е9-2-28	278,90	Монтажники наружных трубопроводов 5 р. - 1ч;3р-2ч
6	Сборка труб в секции на бровке траншеи	м	Е9-2-1		Монтажники наружных трубопроводов 5 р. - 1ч;3р-1ч
	630x7			64,73	
	529x7			18,24	
	426x7			3,19	
	426x10			26,96	
	325x8			4,06	
	273x8			10,87	
	219x6			4,07	
	194x6			5,01	
	159x4,5			1,19	
	152x4,5			4,26	
	133x4			3,60	
	108x4			2,85	
7	Поворотная сварка труб	1стык	Е22-2-2		Газосварщик ручной сварки 4р-1ч
	630x7			14,33	
	529x7			5,85	
	426x7			1,17	

	426x10			9,95	
	325x8			2,95	
	273x8			8,78	
	219x6			2,90	
	194x6			3,18	
	159x4,5			0,50	
	152x4,5			1,82	
	133x4			2,05	
	108x4			1,51	
8	Монтаж неподвижных опор	шт	E9-2-18		Монтажники наружных трубопроводов 5 разр. - 1ч;3р-1ч
	630x7			16,10	
	529x7			10,76	
	426x7			16,68	
	426x10			1,85	
	325x8			3,95	
	273x8			12,51	
	219x6			4,68	
	194x6			3,12	
	159x4,5			1,56	
	152x4,5			5,85	
	133x4			5,40	
108x4	3,60				
9	Укладка секций туб в каналы и камеры (на опоры без распорок)	м	E9-2-1		Монтажники наружных трубопроводов

	630x7			64,73	5 р. - 1ч;4р - 2ч 3р - 2ч
	529x7			18,24	
	426x7			3,19	
	426x10			26,96	
	325x8			0,00	
	273x8			10,87	
	219x6			4,07	
	194x6			5,01	
	159x4,5			1,19	
	152x4,5			4,26	
	133x4			5,41	
	108x4			2,85	
10	Монтаж фасонных частей а) ОТВОДОВ	шт	Е9-2-14		
	630x7				
	529x7				
	426x7				
	426x10			0,46	
	325x8				
	273x8				
	219x6			0,24	
	194x6				
	159x4,5			0,34	
	152x4,5			0,68	
	133x4			0,51	

	108x4			0,31	
	б) тройников				
	630x7			1,32	
	529x7			1,10	
	426x7			0,56	
	426x10			2,80	
	325x8			0,73	
	273x8			1,10	
	219x6			0,54	
	194x6			0,94	
	159x4,5			0,31	
	152x4,5			0,31	
	133x4			0,31	
	108x4			0,12	
11	Монтаж арматуры а) задвижки	шт	Е9-2-16		Монтажники наружных трубопроводов 5 р. - 1ч; 4р - 1ч 3р - 1ч
	630x7			16,46	
	529x7			12,20	
	426x7			8,49	
	426x10			25,46	
	325x8			8,49	
	273x8			7,22	
	219x6			3,54	
	194x6			7,07	
	159x4,5			2,78	

	152x4,5			3,71		
	133x4			4,17		
	108x4			3,41		
	б) компенсаторы					
	630x7		E9-2-17	38,90		
	529x7			22,44		
	426x7			6,59		
	426x10			43,90		
	325x8			9,51		
	273x8			28,54		
	219x6			9,51		
	194x6			13,32		
	159x4,5			4,44		
	152x4,5			8,88		
	133x4			12,68		
	108x4			5,85		
12	Неповоротная сварка труб	1стык		E22-2-2		Газосварщик ручной сварки 4р-1ч
	630x7				25,79	
	529x7				12,28	
	426x7		3,51			
	426x10		20,85			
	325x8		9,56			
	273x8		22,51			
	219x6		7,32			

	194x6			9,22	
	159x4,5			2,47	
	152x4,5			5,04	
	133x4			5,47	
	108x4			4,16	
13	Предварительное испытание труб	м	Е9-2-9		Монтажники наружных трубопроводов 5 р. - 1ч;4р - 1ч 3р - 2ч
	630x7			89,00	
	529x7			30,86	
	426x7			6,03	
	426x10			50,93	
	325x8			0,00	
	273x8			30,43	
	219x6			12,20	
	194x6			15,02	
	159x4,5			4,77	
	152x4,5			17,02	
	133x4			21,62	
	108x4			14,25	
14	Гидроизоляция сварных стыков	шт	Е9-2-12		Изолировщики на гидроизоляции 4р-1ч;3р-2ч
	630x7			25,31	
	529x7			8,68	
	426x7			2,25	
	426x10			14,96	
	325x8			3,23	



	273x8			8,87	
	219x6			4,02	
	194x6			5,49	
	159x4,5			2,34	
	152x4,5			5,49	
	133x4			7,10	
	108x4			5,45	
15	Тепловая изоляция труб	м	Е9-2-13		Изолировщики на термоизоляции 4р-1ч;2р-1ч
	630x7			343,86	
	529x7			105,22	
	426x7			21,28	
	426x10			179,76	
	325x8			0,00	
	273x8			104,32	
	219x6			35,58	
	194x6			43,80	
	159x4,5			11,14	
	152x4,5			39,72	
	133x4			50,45	
	108x4			30,63	
16	Укладка плит перекрытия а) камер	шт	Е9-2-28	31,75	Монтажники наружных трубопроводов 4 р. - 1ч;3р-2ч
	б) каналов	м	Е9-2-24	1264,38	Монтажники наружных

					трубопроводов 5 р. - 1ч;4р - 1ч 3р - 2ч;2 р - 1ч
17	Устройство гидроизоляции перекрытия и защитного слоя по гидроизоляции и цементного раствора а) каналов	1м	E9-2-24	606,90	Изолировщики на гидроизоляции 3р-1ч;2р-1ч
	б) камер	100м2	E9-2-24	0,09	Изолировщики на гидроизоляции 4р-1ч;2р-1ч
18	Обратная засыпка траншеи и котлованов бульдозером	100м3	E2-1-34	9874,37	Машинист 5р-1ч
19	Окончательные испытания, промывка и хлорирование трубопроводов	м	E9-2-9		Монтажники наружных трубопроводов 4 р. - 1ч;3р-ч2р-2ч
	630x7			133,50	
	529x7			46,30	
	426x7			8,87	
	426x10			74,90	
	325x8			14,21	
	273x8			45,64	
	219x6			18,30	
	194x6			22,53	
	159x4,5			7,16	
	152x4,5			25,53	
	133x4			32,43	

	108х4			22,79	
20	Планировка площадей бульдозером	1000м2	E2-1-36	10,47	Машинист 5р-1ч
21	Устройство песчаного основания вручную	м3	E9-2-32	3348,96	Монтажники наружных трубопроводов 3 р. - 2ч;2р-2ч
22	Устройство щебеночного основания вручную	м3	E9-2-32	3348,96	Монтажники наружных трубопроводов 3 р. - 2ч;2р-2ч
23	Устройство покрытия из горячей асфальтобетонной смеси вручную	100м2	E20-2-12	806,23	Асфальтобетонщик 5 р-1 ч;4р-1ч 3р-1ч;2р-2ч 1р-2ч
24	Укатка покрытия самоходным катком	100м2	E20-2-14	11,16	Машинист катка с гардкими вальцами 5р-1ч
Итого затрат труда:				30081,41	
Затраты труда на неучтённые работы(16% от трудоемкости основных работ)				4813,03	
Затраты труда на подготовительные работы(8% от трудоемкости основных работ):				2406,51	
Всего затрат труда:				37300,95	