

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(наименование института полностью)

«Теплогасоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

(наименование кафедры)

08.03.01 «Строительство»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Теплогасоснабжение и вентиляция»

(направленность (профиль)/ специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Камчатский край. п. Ключи. Военный городок. Теплоснабжение.

Студент	<u>С.А. Артамонов</u>	<u>_____</u>
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	<u>О.А. Сизенко</u>	<u>_____</u>
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Консультанты	<u>Т.П. Фадеева</u>	<u>_____</u>
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Н. контроль	<u>И.А. Живоглядова</u>	<u>_____</u>
	(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)

« _____ » _____ 2017 г.

АННОТАЦИЯ

В данной бакалаврской работе разработана система теплоснабжения и источник теплоты военного городка, расположенного вблизи п. Ключи на северо-востоке Камчатского края.

Была запроектирована четырехтрубная система теплоснабжения с параметрами теплоносителя 95-70°C для отопления и вентиляции, 70-40°C для нужд горячего водоснабжения. Регулирование предусматривается качественное в котельной. Прокладка трубопроводов из ППУ труб надземная на опорах.

Подобрано основное оборудование котельной: три водогрейных котла марки Vitomax 200 WS, группы насосов, пластинчатые теплообменники для приготовления теплоносителя для потребителей. Проведен расчет вредных выбросов и подобрана дымовая труба.

В разделе «Контроль и автоматизация» разработана функциональная схема автоматизации котельной.

В разделе «Организация монтажных работ» определены основные потребности в материалах и оборудовании для монтажа системы теплоснабжения, трудоемкость работ.

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» разработаны основные мероприятия по оценке вредных факторов и проведена оценка безопасности и экологичности.

СОДЕРЖАНИЕ	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	6
1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	7
2 ТЕПЛОВЫЕ НАГРУЗКИ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ОТПУСКА ТЕПЛА	10
2.1 Определение расчетных тепловых нагрузок	10
2.2 Выбор метода регулирования и график регулирования отпуска тепла	12
3 ТЕПЛОВАЯ СЕТЬ	14
3.1 Определение расчетных расходов теплоносителя	14
3.2 Конструирование и механический расчет тепловой сети	16
3.3 Гидравлический расчет	20
3.4 Расчет и подбор тепловой изоляции	25
4 КОТЕЛЬНАЯ	28
4.1 Расчет и подбор котельных агрегатов	28
4.2 Разработка тепловой схемы	29
4.3 Расчет и подбор вспомогательного оборудования	33
5 КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ	41
6 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ	46
7 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	52
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	55
ПРИЛОЖЕНИЯ	59

ВВЕДЕНИЕ

При проектировании котельных установок и систем теплоснабжения, должны выполняться следующие требования:

- повышение эффективности источников теплоты;
- внедрение более эффективных, отвечающих мировым стандартам, узлов, основного и вспомогательного оборудования;
- повышение степени заводской готовности узлов;
- повышение индустриальности монтажа систем, внедрение крупноблочного монтажа; унификация узлов, конструкций, деталей;
- повышение надежности и управляемости разрабатываемых систем;
- улучшение условий труда как монтажных групп (удобство монтажа) так и эксплуатационного персонала;
- экономически обоснованный расчет систем и узлов.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка системы теплоснабжения и источника теплоты полностью для военного городка, который в дальнейшем можно воплотить в жизнь в виде готового и пригодного для работы оборудования, способного передавать тепло в место назначения регулярно и без сбоев.

Основные задачи для достижения поставленной цели:

- Определить выработку и отпуск теплоты котельной
- Разработать график регулирования отпуска тепла
- Разработать тепловую сеть и провести гидравлический, механический и тепловой расчет.
- Разработать тепловую схему котельной и подобрать основное её оборудование
- Описать функциональную схему автоматизации котельной.
- Определить трудозатраты на монтаж тепловой сети
- Разработать мероприятия по безопасному монтажу

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Район строительства располагается вблизи п. Ключи на северо-востоке Камчатского края, который входит в Дальневосточный театр военных действий и в Охотский (Восточный) дальневосточный экономический район.

Поселок Ключи расположен на р. Камчатка, в Усть-Камчатском районе Камчатского края. Находится в 450 км к северу от Петропавловска-Камчатского.

Основным недостатком является слабое развитие транспортной инфраструктуры; прямое железнодорожное сообщение с другими регионами Российской Федерации и с определенными (по отношению к стране в целом) государствами отсутствует.

Данные о климатических параметрах приняты по нормативной и справочной литературе и указаны в таблицах 1.1, 1.2.

Таблица 1- климатические параметры холодного периода года [1]

Параметр	Значение
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспеченностью 0,92	-33
Продолжительность суток периода со средней суточной температурой воздуха <8°С	251
средняя температура воздуха, °С, периода со средней суточной температурой воздуха <8°С,	-6,6

Таблица 1.2. - продолжительность стояния температур наружного воздуха [2]

Число часов стояния t_n	Температура наружного воздуха							
	-30... -25	-25 ... -20...	-20.... -15	-15... -10	-10... -5	-5... 0	0...+5	+5...+8
n	1	46	128	750	1294	1969	1580	548
$\sum n$		47	175	925	2219	4188	5768	6316

Объектом теплоснабжения является военный городок Ракетных Войск Стратегического Назначения, дислоцирующийся в районе п. Ключи. Объект достаточно сосредоточен по площади и включает в себя здания, приведённые в таблице 1.3.

При проектировании тепловых сетей, часовые расходы на отопление и ГВС зданий и сооружений различного назначения должны приниматься по паспорту типовых или индивидуальных проектов соответствующих зданий или сооружений. В данной работе тепловые нагрузки на здания и сооружения заданы в техническом задании и указаны в таблице 1.3.

Таблица 1.3 - Характеристика потребления тепловой энергии

№ п/п	Наименование	Тепловая мощность, кВт			ΣQ
		Отопление, Q_o	Вентиляция Q_v	ГВС, $Q_{ГВС}$	
1.	Штаб управления	228,14	42,75	-	270,89
2.	Казарма (8 шт) на 200 человек	1281,95	2500,18	1470,1	5252,23
3.	Столовая на 750	242,9	650,23	290,02	1183,15
4.	Клуб на 800 мест	290,77	496,75	9,86	797,38
5.	Баня	121,03	383,99	1721,57	2226,53
6.	Офицерское общежитие на 200 человек	192,16	-	209,05	401,21
7.	Медицинский пункт на 30 мест	89,4	53,21	34,57	177,18
8.	Гараж-стоянка на 30 спецмашин (отапливаемый)	284,45	307,37	-	591,82
9.	Пункт тех. обслуживания на 3 поста	120,47	491,82	52,2	664,49
10.	Караульное помещение на 6 постов и классом для занятий	45,23	-	12,8	58,03
11.	Спортивный комплекс на 100 человек (из кирпича)	164,67	181,47	214,03	560,17

продолжение таблицы 1.3

№ п/п	Наименование	Тепловая мощность, кВт			
		Отопление, Q_o	Вентиляция Q_v	ГВС, $Q_{гвс}$	ΣQ
12.	Универсальное хранилище размером 13x48 (м) с внутренней высотой 3,6 м	91,8	29,1	-	120,9
13.	Учебное здание	315,72	14,4	-	330,12
14.	Чайная солдатская на 80 человек	45,70	37,7	107,3	190,7
115 .	КПП с комнатой посетителей (2шт)	115,68	44,43	210,55	370,66
Итого		3630,07	5233,4	4295,15	13195,4

2 ТЕПЛОВЫЕ НАГРУЗКИ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ОТПУСКА ТЕПЛА

2.1 Определение расчётных тепловых нагрузок

Производительность котельных установок определяется как сумма максимальных часовых расходов теплоты, используемой для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения расчетной температуре наружного воздуха и расхода теплоты на собственные нужды с учётом потерь.

$$Q_{\text{выр}}^{\text{max}} = Q_1^{\text{max}} + Q_{\text{ном}}^{\text{max}} + Q_{\text{сн}}^{\text{max}} \quad (2.1)$$

$$Q_{\text{выр}}^{\text{max}} = Q_1^{\text{max}} \cdot (1 + k_{\text{ном}} + k_{\text{сн}}) \quad (2.2)$$

Для проектирования котельной достаточно знать расходы тепла потребителям при четырёх характерных режимах, а именно: максимально-зимнем при низшей расчетной температуре наружного воздуха, среднем наиболее холодного месяца, среднем за отопительный период и летнем.

Часовая нагрузка котельной на горячее водоснабжение в летний период:

$$Q_{\text{зв}}^{\text{л}} = Q_{\text{зв}}^{\text{max}} \cdot \frac{55 - t_{\text{хл}}}{55 - t_{\text{хз}}}, \quad (2.3)$$

где $t_{\text{хл}}$ – температура холодной воды в летний период, принимаемая равной + 15° С;

$t_{\text{хз}}$ – температура холодной воды в зимний период, принимаемая равно + 5° С.

Среднечасовая нагрузка на отопление:

$$Q_o^{\text{cp}} = Q_o^{\text{max}} \cdot \frac{(t_g - t_{\text{cpo}})}{(t_g - t_{\text{po}})}, \quad (2.4)$$

Годовая нагрузка на отопление:

$$Q_o^{\text{год}} = Q_o^{\text{cp}} \cdot \tau_o, \quad \text{Гкал}. \quad (2.5)$$

Для построения графика годового отпуска и выработки тепла (ПриложениеА) необходимо определить часовые минимальные нагрузки на начало-конец отопительного периода (при температуре $t_{\text{нв}} = +8^\circ \text{C}$).

Минимальная часовая нагрузка на отопление:

$$Q_o^{\min} = Q_o^{\max} \cdot \frac{(t_e - t_{не})}{(t_e - t_{по})}, \text{ Гкал/ч.} \quad (2.6)$$

Суммарная часовая выработка тепла котельной:

$$Q_{\text{выр}}^e = Q_1^e \cdot (1 + k_{\text{сн}} + k_{\text{ном}}), \text{ Гкал/ч.} \quad (2.7)$$

Суммарный часовой расход тепла на собственные нужды и на потери:

$$Q_{\text{снп}}^e = Q_1^e \cdot (k_{\text{сн}} + k_{\text{ном}}), \text{ Гкал/ч.} \quad (2.8)$$

Максимальные нагрузки котельной на отопление, вентиляцию и ГВС соответственно составляют: $Q_o = 3,63$ МВт; $Q_v = 5,23$ МВт; $Q_{\text{ГВС}}^{\max} = 4,3$ МВт.

Расходы теплоты на отопление и вентиляцию при $t_n = +8$ °С:

$$Q_o^{\min} = 3,63 \cdot \frac{(18-8)}{(18-33)} = 0,72 \text{ МВт}$$

$$Q_v^{\min} = 5,23 \cdot \frac{(18-8)}{(18-33)} = 1,05 \text{ МВт}$$

В летний период тепловые нагрузки на отопление и вентиляцию отсутствуют, остаётся нагрузка на горячее водоснабжение:

$$Q_{\text{зв}}^n = 0,8 \cdot 4,3 \cdot \frac{55-15}{55-5} = 2,72 \text{ МВт}$$

$$Q_{\text{отп}}^{\max} = 3,63 + 5,3 + 4,3 = 13,23 \text{ МВт};$$

$$Q_{\text{отп}}^{\min} = Q_{\text{отп}}^o + Q_{\text{отп}}^v + Q_{\text{отп}}^{\text{ГВС}} = 0,72 + 1,05 + 2,72 = 4,49 \text{ МВт};$$

Потери тепла принимаются согласно нормам равными 8 %, расходы тепла на собственные нужды котельной – 2% , итого суммарные теплотери составляют 10 %.

$$Q_{\text{выр}}^{\max} = 13,3 \cdot 1,1 = 14,63 \text{ МВт}$$

$$Q_{\text{выр}}^{\min} = 4,49 \cdot 1,1 = 4,94 \text{ МВт}$$

2.2 Выбор метода регулирования и график регулирования отпуска тепла.

В качестве метода регулирования используется качественное регулирование по отопительной нагрузке. При качественном регулировании задача расчёта состоит в определении температуры воды в зависимости от тепловой нагрузки. Расход воды остаётся постоянным в течение всего отопительного периода.

Температуру воды в подающем и обратном трубопроводе, в течение отопительного периода, т.е в диапазоне температур от +8...- 33 °С, определяется при помощи прикладных расчётов в программе MS Excel. Для расчёта значений температур сетевой воды в подающей и обратной магистрали в программе необходимо ввести значения рабочих параметров теплосети ($\tau_{1,0} = 95^{\circ}\text{C}$; $\tau_{2,0} = 70^{\circ}\text{C}$), расчётные значения температуры в отопительной системе ($\tau_{3,0} = 95^{\circ}\text{C}$; $\tau_{2,0} = 70^{\circ}\text{C}$), расчётную температуру наружного воздуха для проектирования отопления $t_0 = -33^{\circ}\text{C}$, температуру воздуха в отапливаемых помещениях $t_b = 18^{\circ}\text{C}$. Так как в проекте представлена четырёхтрубная система, значение $\text{Срез}_{\min} = 0^{\circ}\text{C}$, $\text{Срез}_{\max} = \tau_{1,0} = 95^{\circ}\text{C}$, Полученные значения в результате расчёта при помощи программы MS Excel приведены в таблице 2.1. и показаны на рисунке 2.1.

Таблица 2.1 – значения температур сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах.

τ	t_n	Температура сетевой воды при $t_n, ^{\circ}\text{C}$									
		+8	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-33
$\tau_{1,0}$		38,0	42,8	50,4	57,7	64,8	71,6	78,3	84,8	91,2	95
$\tau_{2,0}$		33,1	36,4	41,6	46,5	51,1	55,4	59,7	63,7	67,7	70

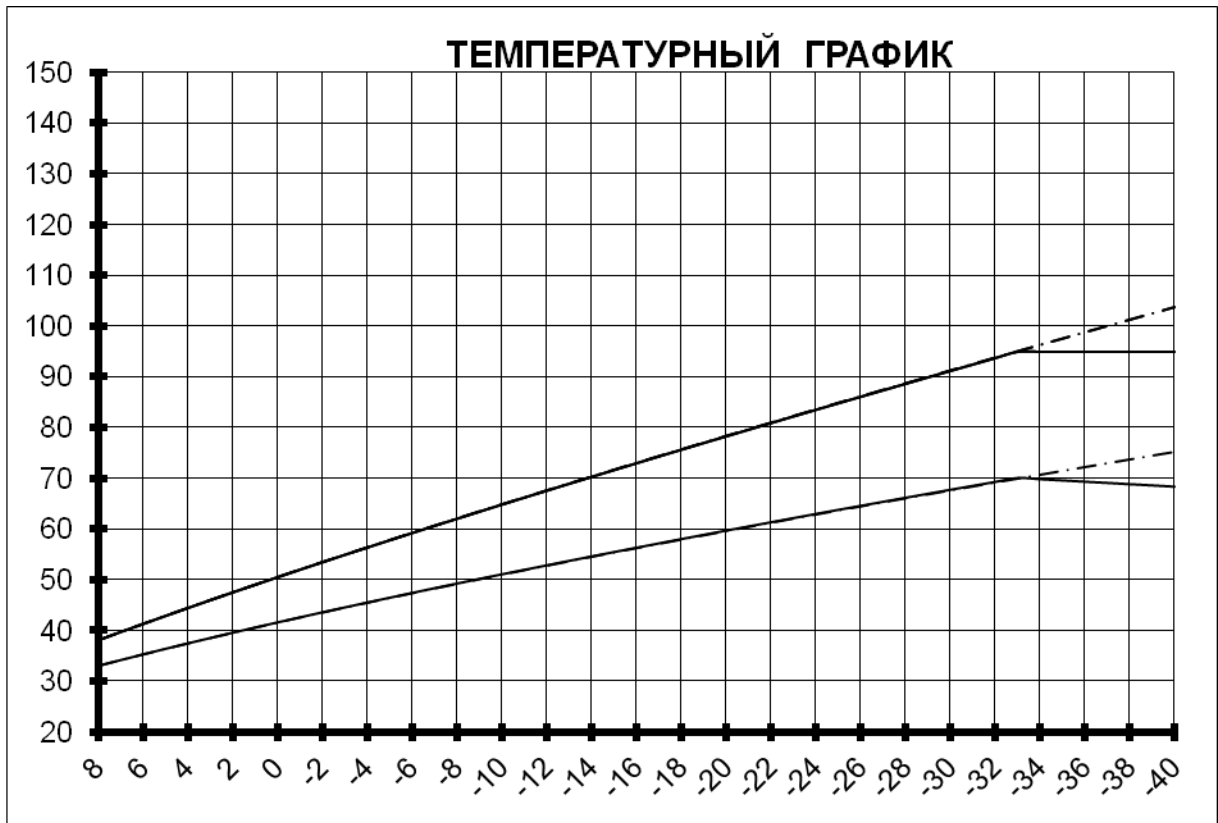


Рисунок 2.1- Температурный график качественного регулирования отопительной нагрузки

3 ТЕПЛОВАЯ СЕТЬ

3.1 Определение расчётных расходов теплоносителя

Расчётный расход сетевой воды на отопление, вентиляцию и ГВС каждого объекта военного городка, определяется по выражению:

$$G = \frac{3,6 \cdot Q}{c_v \cdot (\tau_1 - \tau_2)}, \quad (3.1)$$

где Q – тепловая нагрузка для отопления, вентиляции и гвс соответственно, кВт

τ – температура соответственно в подающем и обратном трубопроводе теплосети, °С;

c_v – теплоёмкость воды, равная 4,19 кДж/кг·°С

Расчётный расход сетевой воды на отопление штаба управления военного городка:

$$G_o = \frac{3,6 \cdot 228,14}{4,19 \cdot (95 - 70)} = 7,8 \text{ т/ч}$$

Расчётный расход сетевой воды на вентиляцию штаба управления военного городка:

$$G_v = \frac{3,6 \cdot 42,75}{4,19 \cdot (95 - 70)} = 1,5 \text{ т/ч}$$

Расчётный расход сетевой воды на горячее водоснабжение столовой военного городка:

$$G_{гвс} = \frac{3,6 \cdot 290,02}{4,19 \cdot (95 - 70)} = 8,28 \text{ т/ч}$$

Аналогично проводятся расчёты расходов сетевой воды для остальных объектов военного городка, результаты расчётов приведены в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Определение расчётных расходов сетевой воды

№ п/п	Расходы сетевой воды, т,ч				
	Наименование	G_o	G_B	$G_o + G_B$	$G^{cp}_{г.в.}$
1	2	3	4	5	6
1	Штаб управления	7,8	1,5	9,3	-
2	Казарма (8 шт) на 200 человек	44,1	85,9	130	42,12
3	Столовая на 750	8,3	22,3	30,6	8,28
4	Клуб на 800 мест	10	17,04	27,04	0,288
5	Баня	4,2	13,2	17,4	49,32
6	Офицерское общежитие на 200 человек	5,6	-	5,6	6,12
7	Медицинский пункт на 30 мест	3,1	1,8	4,9	1,08
8	Гараж-стоянка на 30 спецмашин (отапливаемый)	9,8	10,6	20,4	-
9	Пункт тех. обслуживания на 3 поста	4,1	16,9	21	1,44
10	Караульное помещение на 6 постов и классом для занятий	1,6	-	1,6	-
11	Спортивный комплекс на 100 человек (из кирпича)	5,7	6,2	11,9	6,12
12	Универсальное хранилище размером 13х48 (м) с внутренней высотой 3,6 м	3,2	1,0	4,2	-
13	Учебное здание	10,9	0,5	11,4	-
14	Чайная солдатская на 80 человек	1,6	1,3	2,9	3,24
15	КПП с комнатой посетителей	4,0	1,5	5,5	6,12
Итого		124	179,74	303,74	124,49

3.2 Конструирование и механический расчёт тепловой сети, построение монтажной схемы.

Проектирование трассы тепловых сетей военного городка выполнено с учетом существующей застройки и подъездных путей к зданиям.

Наиболее распространенный способ прокладки тепловых сетей в районе городской застройки – подземный. В отдельных случаях в местах, где это допускается по эстетическим соображениям, прокладка теплопроводов может осуществляться надземным (воздушным) способом, более долговечным и дешевым по сравнению с подземным.

Так как проектируемая сеть находится на территории военного городка засаженной насаждениями выбран надземный способ прокладки на железобетонных опорах высотой 0,5 м. Надземная прокладка выбрана с тем учётом, что военный городок это закрытая территория и прокладка теплосети таким способом не портит архитектурный облик населённого пункта, так же надземная прокладка является самым практичным и выгодным способом прокладки теплотрассы. Для контроля герметичности теплосети не требуется установка специальных технических средств обнаружения мест повреждения трубопровода.

Места пересечения с дорогами выполнены в виде п-образных компенсаторов на высоких металлических эстакадах, в местах перехода пешеходных дорожек на высоких металлических мачтах высотой не более 2 м.

Для компенсации удлинения трубопроводов при их температурном сжатии и растяжении в данном проекте используются п-образные компенсаторы. Обусловлено это тем, что в проекте предусмотрена надземная прокладка теплосети, тем самым при прокладке трубопроводов теплосети возникает потребность в установке эстакад в местах пересечения теплосети с проезжей и пешеходной частью. Для проверки работоспособности участков самокомпенсации и подбора П-образных компенсаторов проводится механический расчет согласно методикам приведенным в работе [3].

В нижних точках тепловой сети предусмотрены штуцеры с запорной арматурой для спуска воды (дренажи), в верхних точках для выпуска воздуха (воздушники).

В проекте используется четырёхтрубная система теплоснабжения (отопление и ГВС), данный выбор обусловлен следующими факторами:

- небольшой радиус потребителей;
- незначительный объём потребляемого тепла, тем самым отсутствует потребность в установке ИТП с подогревателями;
- пониженный график теплоносителя.

Так как в проекте предусмотрена надземная прокладка, для прокладки теплосети используется металлическая труба ППУ-ОЦ.

Одно из главных преимуществ применения теплоизолированных труб ППУ, имеющих оцинкованную стальную оболочку, является отсутствие необходимости проведения дополнительных работ по теплоизоляции, антикоррозионных работ, мероприятий по защите от воздействия вредных агрессивных сред, в том числе и от внешних воздействий природной среды. Данный фактор позволяет значительно сократить финансовые расходы и сроки на надземную прокладку труб.

Наличие в конструкции трубы ППУ-ОЦ, слоя пенополиуретановой теплоизоляции и наружной защитной трубы-оболочки из прочной оцинкованной стали, позволяет обеспечить длительный гарантированный срок надежной службы и бесперебойной эксплуатации (как правило минимум 30 лет) без существенной необходимости ремонта и полной замены труб.

Расчет П-образный компенсатора

Диаметр трубопровода $d_y = 250$ мм, расстояние между опорами 14 м.

$T_1 = 95^\circ\text{C}$; $t_{\text{нар}} = -33^\circ\text{C}$; $T_2 = 70^\circ\text{C}$.

Тепловое удлинение:

$$\Delta\ell = \alpha \cdot \ell \cdot (T_1 - t_{\text{нар}}), \quad (3.2)$$

где α – коэффициент линейного расширения, мм/м $\cdot^\circ\text{C}$, при температуре 95°C
 $\alpha = 1,25 \cdot 10^{-2}$ мм/м $\cdot^\circ\text{C}$; при температуре 70°C - $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-2}$ мм/м $\cdot^\circ\text{C}$.

$$\Delta\ell_1 = 1,25 \cdot 10^{-2} \cdot 22 \cdot (95 - (-33)) = 35,2 \text{ мм};$$

$$\Delta l_2 = 1,2 \cdot 10^{-2} \cdot 22 \cdot (70 - (-33)) = 27,2 \text{ мм.}$$

С учетом предварительной растяжки в размере 50%:

$$\Delta l_1 = 93 \text{ мм, } \Delta l_2 = 49,5 \text{ мм.}$$

По номограмме 135 [3] определяется вылет компенсатора H , спина компенсатора $B = 0,5 \cdot H$ и сила упругой деформации P_k .

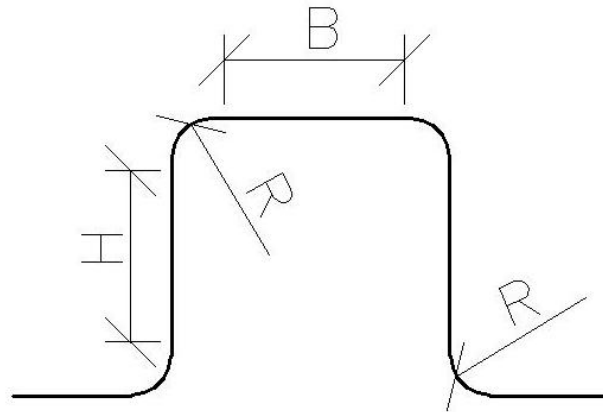


Рисунок 3.1 Схема П-образного компенсатора

Компенсатор над проездами: $H_1 = 3,0 \text{ м; } B_1 = 15 \text{ м; } R = 220 \text{ мм; } P_k = 280 \text{ кг}$

Компенсатор над пешеходными дорожками: $H_2 = 2,5 \text{ м; } B_2 = 12,5 \text{ м; } R = 220 \text{ мм;}$

$P_k = 360 \text{ кг}$

Проверка возможности использования для самокомпенсации

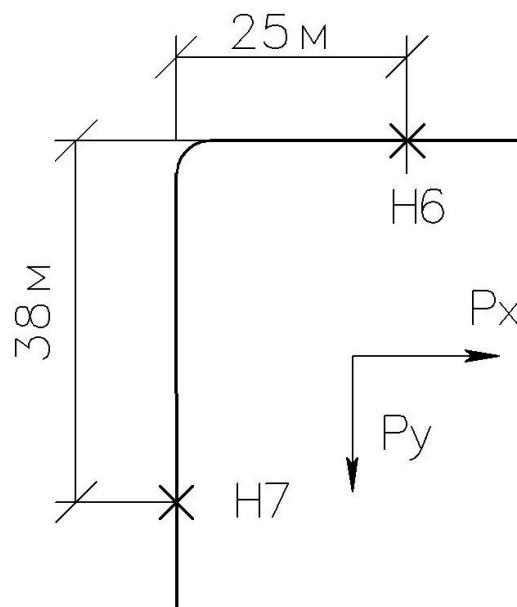


Рисунок 3.2 Схема Г-образного участка самокомпенсации

Теплоноситель вода - $\tau_1 = 95^\circ\text{C}$

Наружный диаметр - $D_H = 273 \times 6$

Угол поворота - 90°

Длина плеч $\ell_\sigma = 108$ м; $\ell_M = 94$ м

Расчетная температура наружного воздуха – $t_{\text{нар}} = +20^\circ\text{C}$

Расчетный угол $\beta = 90^\circ - 90^\circ = 0^\circ$

Соотношение плеч $n = \ell_\sigma / \ell_M = 108/94 = 1,15$

Расчетная разность температур:

$\Delta t = \tau_1 - t_H = 95 - 20 = 75^\circ\text{C}$

По номограммам 135, 139 [3] определяем вспомогательные коэффициенты:

$A = 15$; $B = 7$; $C = 4,8$.

Значения вспомогательных величин определяем по таблице 226 [3]

$\alpha \cdot E \cdot J / 10^7 = 1,15 \text{ кгм} / ^\circ\text{C}$; $\alpha \cdot E \cdot D_H / 10^7 = 0,0382 \text{ кгм} / \text{мм}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.

J – момент инерции поперечного сечения, $J = 652 \text{ см}^2$;

α – коэффициент линейного расширения, $\alpha = 1,25 \cdot 10^{-2} \text{ мм} / \text{м} \cdot ^\circ\text{C}$.

Продольное изгибающее компенсационное напряжение в опоре Н2:

$$\sigma_{u(a)}^\kappa = C \frac{\alpha \cdot E \cdot D_H}{10^7} \cdot \frac{\Delta t}{\ell_M} \quad (3.3)$$

$$\sigma_{u(a)}^\kappa = 1,86 \text{ кг} / \text{мм}^2$$

Полученное значение не превышает допустимого предела $8 \text{ кг} / \text{мм}^2$, следовательно размеры плеч достаточны.

Силы упругой деформации опоры Н2

$$P_x = A \frac{\alpha \cdot E \cdot J}{10^7} \cdot \frac{\Delta t}{\ell_M^2} \quad (3.4)$$

$$P_y = B \frac{\alpha \cdot E \cdot J}{10^7} \cdot \frac{\Delta t}{\ell_M^2} \quad (3.5)$$

$P_x = 32,5 \text{ кг}$,

$P_y = 20,4 \text{ кг}$.

С учетом вышеперечисленного, выполняется монтажная схема и продольный профиль сетей представленные на листах.

3.3 Гидравлический расчет

В связи с применением четырехтрубной системы теплоснабжения гидравлический расчет водяных тепловых сетей проводится только для зимнего периода.

По таблицам для гидравлического расчета, составленным для труб с коэффициентом эквивалентной шероховатости $K_{\text{э}} = 0,5$ мм, определяется диаметр теплопровода, действительная удельная потеря давления на трение R и скорость движения теплоносителя. При этом скорость движения теплоносителя должна быть не более 3,5 м/с.

Потери давления в местных сопротивлениях заменяются равновеликими потерями давления в прямолинейном трубопроводе того же диаметра длиной $\ell_{\text{э}}$. Для этого по монтажной схеме определяются местные сопротивления на расчетных участках и по [4] табл. 9.12 принимаются значения эквивалентных длин местных сопротивлений $\ell_{\text{э}}$. Общие потери давления на участке (линейные и в местных сопротивлениях) определены как произведение удельных линейных потерь давления R на приведенную длину участка $\ell_{\text{пр}}$, равную сумме фактической и эквивалентной длин участка:

$$P = R \cdot \ell_{\text{пр}} = R \cdot (\ell_{\text{ф}} + \ell_{\text{э}}), \quad (3.6)$$

Гидравлический расчет теплопроводов сведен в таблицы 3.2, 3.3. Расчет произведен таким образом, чтобы величина невязки между потерями давления в ветках не превышала 10%.

Таблица 3.2 - Гидравлический расчет тепловых сетей (отопление)

№ уч.	Расход, Г, т/ч	Ду, мм	ДнхS, мм	Фактическая длина, l _ф , м	Эквивалентная длина, l _ф , м	L _{пр} , м	Скорость, м/с	R, Па/м	p = R·l _{пр} , Па	H, м	Σ R·l _{пр} , Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ветка А											
1	303,74	250	273х8	54	21,3	75,3	1,65	12,5	903,6	0,09	941,25
2	253,79	250	273х8	47	25,53	72,53	1,4	9,0	652,77	0,07	1594,02
3	131,49	200	219х7	33	26,12	59,12	1,1	7,5	443,4	0,04	2037,42
4	84,64	150	159х4,5	36,5	2,93	39,43	1,4	17	670,31	0,07	2707,73
5	68,39	150	159х4,5	31	1,28	32,28	1,11	11	355,08	0,04	3062,81
6	41,64	125	133х4	91,5	13,09	104,59	1,0	12	1255,08	0,13	4317,89
7	14,65	70	76х35	18,5	1,28	19,78	1,1	29	573,62	0,06	4891,51
8	11,9	70	76х35	20,5	0,65	21,15	0,93	21	444,15	0,04	5335,66
Ветка Б											
9	122,3	175	194х6	22	20,16	42,16	1,35	13	548,08	0,05	5883,74
10	103,15	175	194х6	41,5	5,62	47,12	1,15	9,5	447,64	0,04	6331,38
11	65	150	159х4	42	12,56	54,56	1,05	9,9	540,14	0,05	6871,52
12	48,75	125	133х4	69	1,28	70,28	1,15	15	1054,2	0,1	7925,72
13	32,5	100	108х4	40	1,28	41,28	1,18	21	866,88	0,09	8792,6
14	16,25	80	89х3,5	34,5	1,28	35,78	0,87	15	536,7	0,05	9329,3
Невязка: $\delta = \frac{3741 - 3993}{3741} \cdot 100\% = -6,7\%$											

продолжение таблицы 3.2

Ветка В											
15	21,9	80	89x3,5	41	6,68	47,68	1,2	27	1287,36	0,13	10616,66
16	4,9	40	45x2,5	79,5	0,65	80,15	1,09	66	5289,9	0,53	16206,56
Невязка: $\delta = \frac{2997 - 3106}{2997} \cdot 100\% = -6,2\%$											
Ветка Г											
17	49,35	125	133x4	39,5	19,4	58,9	1,16	15	883,5	0,09	17090,06
18	47,2	125	133x4	25,5	2,2	27,7	1,12	13,5	373,95	0,04	17464,01
19	26,2	100	108x4	89	1,28	90,28	0,95	13,5	1218,78	0,12	18682,79
Невязка: $\delta = \frac{4343 - 1369}{4343} \cdot 100\% = 68\%$ Увязка осуществляется при помощи установки дросселирующего клапана											

Таблица 3.3 Гидравлический расчет тепловых сетей (ГВС)

№ уч.	Расход, Г, т/ч	Ду, мм	ДнхS, мм	Фактическая длина, l _ф , м	Эквивалентная длина, l _ф , м	L _{пр} , м	Скорость, м/с	R, Па/м	p = R·l _{пр} , Па	H, м	Σ R·l _{пр} , Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ветка А											
1	124,49	175	194х6	54	8,15	62,15	1,4	13,5	839,03	0,08	839,03
2	119,63	175	194х6	47	3,3	50,3	1,3	12	603,6	0,06	1442,63
3	77,62	150	159х4,5	33	11,78	44,78	1,25	14	626,92	0,06	2069,55
4	64,04	150	159х4,5	36,5	8,45	44,95	1,05	9,7	436,015	0,04	2505,57
5	58,79	125	133х4	31	7,8	38,8	1,4	22	853,6	0,09	3359,17
6	9,47	70	76х3,5	91,5	3,98	95,48	0,75	14	1336,72	0,13	4695,89
7	9,18	70	76х3,5	18,5	5,1	23,6	0,72	13	306,8	0,03	5002,69
8	6,12	50	57х3,5	20,5	10,5	31	0,9	29	899	0,09	5901,69
Ветка Б											
9	42,05	125	133х4	22	6,38	26,38	1	11	312,18	0,03	6213,87
10	33,52	100	108х4	41,5	18,16	59,66	1,2	21	1252,86	0,13	7466,73
11	26,32	100	108х4	42	15,6	57,6	0,92	12	691,2	0,07	8157,93
12	15,8	70	76х3,5	69	10,36	79,36	1,15	32	2539,52	0,25	10697,45
13	10,55	50	57х3,5	40	7,8	47,8	1,42	78	3728,4	0,37	14425,85
14	5,26	40	45х2,5	34,5	8,28	42,78	1,1	66	283,48	0,28	17249,33
Невязка: $\delta = \frac{4456 - 4492}{4456} \cdot 100\% = 0,8\%$											

Продолжение таблицы 3.3

Ветка В											
15	8,28	70	76x3,5	41	8,77	49,77	0,63	9,5	472,82	0,05	17722,15
16	1,08	40	45x2,5	79,5	8,28	87,78	0,25	30	2633,4	0,26	20355,55
Невязка: $\delta = \frac{3105 - 2928}{3105} \cdot 100\% = 5,7\%$											
Ветка Г											
17	4,86	50	57x2,5	39,5	15,6	55,1	0,71	19,5	1074,45	0,1	21430
18	1,44	40	45x2,5	25,5	7,8	33,3	0,33	6	199,8	0,02	21629,8
19	0,36	40	45x2,5	89	7,8	96,8	0,1	1	96,8	0,01	21726,6
Невязка: $\delta = \frac{5059 - 1370}{5059} \cdot 100\% = 73\%$ Увязка осуществляется при помощи установки дросселирующего клапана											

По результатам гидравлического расчета построен пьезометрический график.

С помощью пьезометрического графика можно определить напор в тепловой сети, а также располагаемый напор в любой ее точке, учесть взаимное влияние рельефа местности, высоты присоединенных потребителей и потерь напора в сети при разработке гидравлического режима, выбрать схемы присоединения потребителей и подобрать автоматические регуляторы и др.

После построения профиля местности и нанесения высот домов построен пьезометрический график при гидростатическом режиме, т.е. когда сетевые насосы не работают, а напор в системе теплоснабжения поддерживают на заданном уровне подпиточные насосы. При таком режиме график напоров представляет собой прямую линию S-S, параллельную оси абсцисс. Линия статического напора не превышает предела прочности отопительных приборов и калориферов систем вентиляции и в то же время обеспечивают заполнение водой систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.

При построении пьезометрического графика условно принимают, что ось трубопровода находится на расстоянии 0,5 м от поверхностью земли. За начало координат принята отметка поверхности земли котельной (отметка 58 м). По построенному профилю местности разрабатывают график при гидростатическом режиме, когда циркуляция теплоносителя в тепловой сети осуществляется сетевыми насосами.

3.4 Расчет и подбор тепловой изоляции

Для прокладки тепловой сети в данном проекте используются предизолированные трубы ППУ ОЦ тип 2, толщина слоя принимается в зависимости от диаметра труб, коэффициент теплопроводности равен $\lambda = 0,023$ Вт/м·К.

Преимущества:

- низкий коэффициент тепловой проводимости (потери тепла не превышают 1-2%), высокая плотность материала.

- широкий диапазон эксплуатационных температур: от -170 градусов до +130 градусов.
- эксплуатационный срок конструкции при условии постоянного контроля составляет от 25 до 35 лет
- как правило, изделия комплектуются необходимыми деталями для монтажа: отводами, тройниками, компенсаторами и арматурой.
- в сравнении с другими изолированными конструкциями (ППМ или АПБ) вес ППУ трубопроводов будет наименьшим.
- удобная система мониторинга, экономия средств на ручной проверке и - профилактике системы.
- теплоизоляция безопасна для окружающей среды. При правильной схеме использования полимер не выделяет токсических веществ в грунт и не оказывает губительного воздействия на человеческий организм.

Нормы для производства изделий в оцинкованной и в ПЭ изоляции регламентирует документ ГОСТ 30732-2006.

Для оценки эффективности теплоизоляционных конструкций принято пользоваться коэффициентом эффективности изоляции [6]:

$$\eta_u = \frac{q_n - q_u}{q_n}, \quad (3.8)$$

где q_n , q_u – теплотери неизолированной и изолированной трубы соответственно.

Для современных изоляционных конструкций теплопроводов эффективность тепловой изоляции должна составлять не менее 92%.

Удельные тепловые потери изолированного и неизолированного теплопровода:

$$q_u = \frac{t - t_0}{\Sigma R}, \quad (3.9)$$

$$q_n = \frac{t - t_0}{R_n} \quad (3.10)$$

где R – термическое сопротивление, $m^2 \cdot K / Вт$;

t – средняя температура теплоносителя, °С;

t_0 – температура окружающей среды, °С.

Термическое сопротивление наружной поверхности трубопровода и изоляции:

$$R_n = \frac{1}{\pi \cdot \alpha_n \cdot d_n}, \quad (3.11)$$

$$R_u = \frac{1}{2\pi \cdot \lambda_u} \cdot \ln \frac{d_n}{d_{тр}} \quad (3.12)$$

где d_n , $d_{тр}$ – наружные диаметры изоляции и трубопровода, м;

α_n – коэффициент теплоотдачи от поверхности в окружающую среду, Вт/м²·К;

λ_u – коэффициент теплопроводности изоляции, Вт/м·К.

Расчет проведен для трубы диаметром $d_n = 273 \times 7$ мм., толщина изоляции при таком диаметре 62,7 мм, диаметр ППУ трубы в оболочке $d_{ни} = 400$ мм.

$$R_n = \frac{1}{3,14 \cdot 8 \cdot 0,273} = 0,146 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт};$$

$$R_u = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,023} \cdot \ln \frac{0,4}{0,273} = 2,644 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт};$$

$$q_n = \frac{\frac{95 + 70}{2} - (-6,6)}{0,146} = 610 \text{ Вт}/\text{м}^2$$

$$q_u = \frac{\frac{95 + 70}{2} - (-6,6)}{2,644} = 33,7 \text{ Вт}/\text{м}^2$$

$$\eta_u = \frac{610 - 33,7}{610} \cdot 100\% = 94,5\%$$

Эффективность теплоизоляции используемых в проекте предизолированных труб ППУ ОЦ тип 2 составляет 94.5%, что полностью удовлетворяет требованиям предъявляемых к изоляционным конструкциям трубопроводов.

4 КОТЕЛЬНАЯ

4.1 Расчет и подбор котельных агрегатов

На основании расчётов, приведенных выше, выбираем три водогрейных котла марки Vitomax 200 WS компании Viessmann (Германия) (рисунок 4.1), технические характеристики которого приведены в таблице 4.1.

Таблица 8 - Технические характеристики котла марки Vitomax 200 WS

№ п/п	Наименование	Ед. измерения	Значение
1.	Номинальная тепловая мощность	кВт	5815
2.	Номинальная тепловая нагрузка	кВт	6185
3.	Допустимая температура подачи (температура срабатывания защитного ограничителя температуры)	°С	110
4.	Сопротивление на стороне топочных газов:	Па	800
		мбар	8,0
5.	Габаритные размеры:		
5.1.	Общая длина	мм	6020
5.2.	Общая ширина	мм	2850
5.3.	Общая высота	мм	3250
6.	Фундамент:		
6.1.	Длина	мм	5410
6.2.	Ширина	мм	1900
7.	Общая масса водогрейного котла с теплоизоляцией	кг	12500
8.	Диаметр камеры сгорания	мм	1294
9.	Длина камеры сгорания	мм	4940
10.	Объем котловой воды	л	15900
11.	Параметры отходящего газа:		
11.1.	Температура при номинальной тепловой мощности	°С	150
11.2.	Температура при минимальной тепловой мощности	°С	100
12.	Массовый расход:		
12.1.	При номинальной тепловой мощности	кг/ч	9490
12.2.	При минимальной тепловой мощности	кг/ч	4745
13.	Требуемый напор	Па/мбар	0
14.	Высота звукопоглощающих подкладок котла (нагруженных)	мм	37

Основные преимущества водогрейного котла марки Vitomax 200 WS:

- Трехходовой котел с низкой теплонапряженностью камеры сгорания ($\leq 1,0 \text{ МВт/м}^3$) – высокая экологичность при минимальном выделении окислов азота.
- Экономичное потребление энергии. К.п.д. котла: 94%.
- Дополнительный циркуляционный трубопровод в нижней части котла (байпасная труба) служит для внутренней циркуляции котловой воды и, тем самым, для оптимальной теплоаккумуляции в котле.
- Высокая эксплуатационная надежность и длительный срок службы достигаются за счет широких проходов между жаровыми трубами и большого водонаполнения котлового блока с хорошей естественной циркуляцией, а также эффективного теплосъема.
- Высокое удобство для сервисного обслуживания благодаря наличию водоохлаждаемых поворотных камер без обмуровки и поворотной крышки больших размеров – это снижает затраты на обслуживание.
- Проходная площадка по верхней части водогрейного котла входит в комплект поставки – облегчает монтаж и обслуживание котла, а также предохраняет теплоизоляцию от повреждения.
- Незначительные потери на излучение за счет эффективной охватывающей теплоизоляции толщиной 100 мм и водяного охлаждения передней стенки.

4.2 Разработка тепловой схемы

Состав оборудования и коммуникации современных котельных установок отличаются значительным многообразием и сложностью. Чтобы показать последовательность происходящих в них процессов, системы и элементы оборудования котельных установок, а также взаимные связи между ними по различным рабочим веществам (воде, пару, газам, топливу и др.) представляют в виде схем.

Тепловые схемы котельных установок отражают связи между котлами и вспомогательным оборудованием по потокам воды, пара и конденсата. Их состав определяется назначением котельной установки, типом котлов, способом водозабора из тепловых сетей и другими факторами.

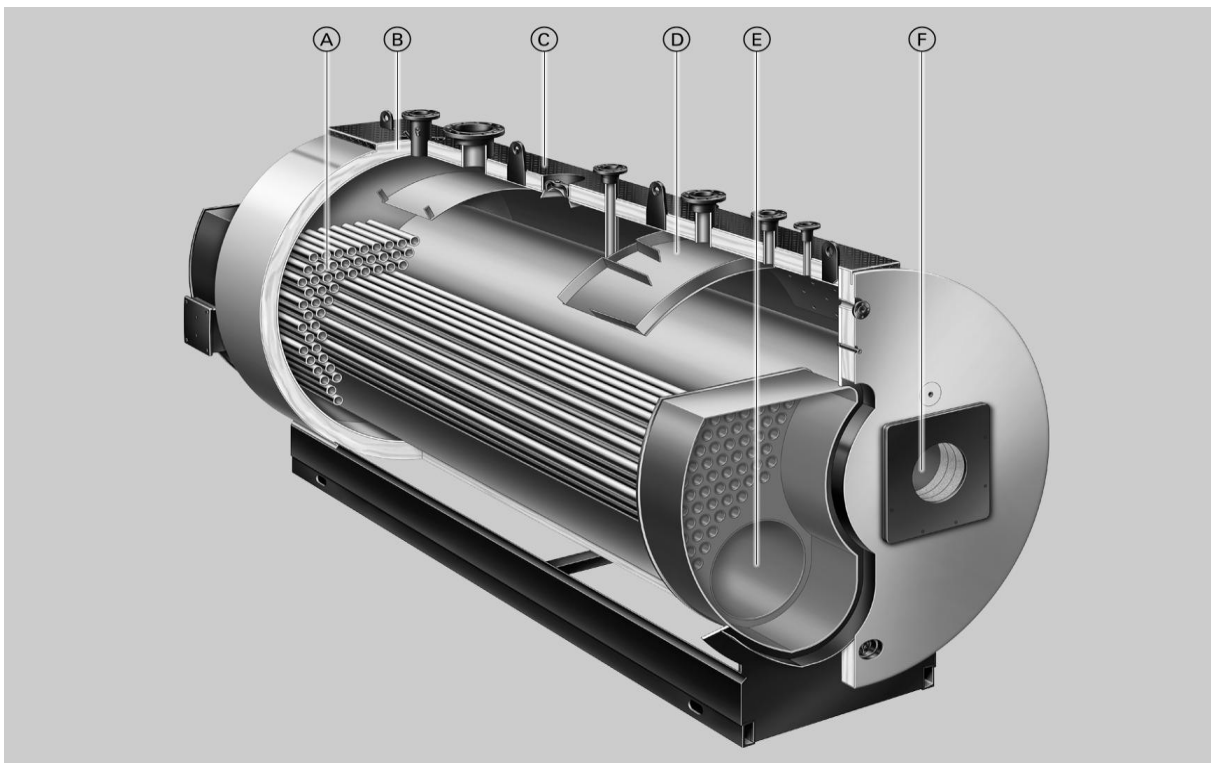


Рисунок 4.1. Водогрейный котел марки Vitomax 200 WS

- A. Третий газоход
- B. Высокоэффективная охватывающая теплоизоляция 100 мм
- C. Проходная верхняя площадка
- D. Водонаправляющий щиток
- E. Второй газоход
- F. Камера сгорания

Схемы разрабатываются при проектировании котельных установок с целью определения состава оборудования, расходов и параметров пара, воды и конденсата. Эти данные используются при выборе оборудования котельной и определении ее технико-экономических показателей.

Расчётом определяются температуры различных потоков воды (сетевой, подпиточной, умягченной, сырой) и конденсата.

На расчётной тепловой схеме котельной указываются направления основных потоков теплоносителей, их расходы и параметры. Результаты

расчетов являются исходными данными для расчёта и выбора оборудования отдельных узлов тепловой схемы и основных трубопроводов котельной.

Состав тепловой схемы зависит, прежде всего, от типа принятых котлов. Приближенный выбор типа котла может быть сделан из анализа характера тепловых нагрузок, вида теплоносителя и его параметров.

В отопительно-производственных котельных водогрейные котлы в общем случае могут устанавливаться отдельно либо в сочетании с паровыми.

В зависимости от схемы присоединения установок горячего водоснабжения различают закрытые и открытые системы теплоснабжения. В закрытых системах на горячее водоснабжение поступает вода из водопровода, нагретая до требуемой температуры (обычно +5 °С) водой из тепловой сети в теплообменниках, установленных в тепловых пунктах. В открытых системах вода подаётся непосредственно из тепловой сети (непосредственный водоразбор). Утечка воды из-за неплотностей в системе, а также её расход на водоразбор компенсируются дополнительной подачей соответствующего количества воды в тепловую сеть.

Тепловая схема котельной представлена на листе графических приложений.

Котельная при закрытой двухконтурной системе теплоснабжения отпускает тепло на отопление, вентиляцию (нагретая вода по температурному графику), ГВС (подогрев воды в теплообменниках котельной).

Водогрейными котлами вырабатывается нагретая до 105°С вода идущая к теплообменникам ГВС (3х2000 кВт) и сетевому регулирующему клапану.

Циркуляцию сетевого (первичного) контура обеспечивают три (два рабочих, один резервный) насоса.

В схеме предусмотрено качественное регулирование температуры сетевой воды в прямом трубопроводе по температуре наружного воздуха, путем смешения обратной воды, идущей из тепловой сети и нагретой воды от котлов с помощью трехходовых клапанов «DanFoss».

Качественное регулирование температуры воды системы ГВС достигается путем регулирования количества воды котлового контура,

идущей на теплообменники с помощью трехходовых клапанов. Подачу воды в систему ГВС обеспечивают четыре насоса.

Для поддержания необходимого объема воды в контурах котельной при возможных утечках проектом предусмотрена автоматическая подпитка. Вода, идущая на подпитку котлового и сетевого контура, проходит одноступенчатое умягчение в натрий - катионитовой блочной установки SF. Установка обеспечивает карбонатную жесткость не более – 0,8 мг-экв/дм³. Процесс регенерации производится автоматически по счетчику воды, график устанавливается в процессе наладки. Во время регенерации использование сырой воды на подпитку контуров котельной – ЗАПРЕЩАЕТСЯ. Регенерация производится после обработки 400 м³, расход соли на одну регенерацию – 38 кг. Для связывания растворенного кислорода и создания защитного покрытия на металлических поверхностях производится дозированный ввод реагента NaOH и Na₂SO₃, данные реагенты имеют гигиенический сертификат и допускаются для применения в системах ГВС (с учетом несанкционированного водозабора на нужды ГВС). Хранение реагентов – сухое (менее 3000 кг реагентов в месяц), на складах КЭЧ. Система химводоподготовки представляет собой автоматизированный комплект оборудования, подобранный для обеспечения требуемого качества подпиточной воды для водогрейных котлов до 115°С, работающих на жидком топливе исходя из качества исходной воды. Давления не менее 4 кг/см² перед установкой ХВО обеспечивается системой водоснабжения военного городка.

Для температурной стабилизации давления установлены расширительные баки мембранного типа марки REFLEX (2x1000), а также используются системы расширения потребителей.

Первоначальное заполнение сети производится до статического давления при обезвоздушенной системе плюс 0,2...0,3 кгс/см². При нагреве сети давление в обратном трубопроводе поднимается до 1,8...1,95 кгс/см².

Подпитка котлового и сетевого контура производится автоматическим открытием клапана по сигналу ЭКМ при падении давления в обратном трубопроводе сетевого контура.

В котельной предусмотрены приборы учета в соответствии с СП [8].

Для учета расходов воды ГВС и на подпитку и регенерацию на вводе водопровода в насосную установлен расходомер с аналоговым сигналом.

Все дренажи и сливы котельной выводятся через трап в наружные сети канализации.

От предохранительных клапанов предусмотрен вывод трубопроводов за пределы котельной.

4.3 Расчет и подбор вспомогательного оборудования

4.3.1 Выбор насосов

Выбор насосов на горячее водоснабжение:

Производительность насосов на горячее водоснабжение:

$$G_{n \max} = 1,1 \cdot (G_{ГВС \max} + G_{подп}) \quad (4.1)$$

$$G_{n \min} = 1,1 \cdot G_{ГВС \min} \quad (4.2)$$

$$G_{n \max} = 106,9 \text{ м}^3/\text{час}$$

$$G_{n \min} = 43,96 \text{ м}^3/\text{час}$$

К установке принимаются один рабочий и один резервный насосы марки К 150-125-315 [9].

Характеристики:

Макс. производительность, м³/час: 200

Макс. напор, м: 32

Мощность двигателя, кВт: 30

Выбор котловых насосов: $G_{\text{нкот}} = 166,81 \text{ м}^3/\text{час}$

К установке принимаются два рабочих и один резервный насосы марки К 100 80-160 [9].

Выбор рециркуляционных насосов: $G_{\text{реци}} = 20 \text{ м}^3/\text{час}$

К установке принято два рециркуляционных насоса, при этом один из них резервный фирмы Ebara марки LPS 50/75 M [10].

Характеристики:

Подача, $\text{м}^3/\text{ч} - 24$

Напор, м – 14,8

Мощность, Вт – 750

Выбор сетевых насосов: $G_{\text{сет}} = 329,18 \text{ м}^3/\text{час}$

К установке принято два рабочих и один резервный насосы марки 1Д 200-366 [11].

Характеристики:

Макс. производительность, $\text{м}^3/\text{час}$: 180

Макс. напор, м: 25

Мощность электродвигателя, кВт: 22

Частота вращения, об/мин: 1450

Выбор насосов исходной воды: $G_{\text{нас ив}} = 9,01 \text{ м}^3/\text{ч}$

К установке принимается один рабочий и один резервный насос марки К 50-32-125 [9].

Характеристики:

Подача, $\text{м}^3/\text{ч} - 12,5$

Напор, м – 20

Мощность, кВт – 2,2

4.3.2 Выбор и расчет теплообменных аппаратов

В настоящее время в системах теплоснабжения в качестве подогревателей ГВС и отопления устанавливаются пластинчатые теплообменники вместо ранее используемых для этой цели секционных кожухотрубных подогревателей. В данном проекте в качестве теплообменных аппаратов также принимаются теплообменные аппараты пластинчатого типа. Это связано с целым рядом обстоятельств:

- коэффициент теплопередачи в пластинчатых теплообменниках в 3-4 раза больше, чем в кожухотрубных, благодаря специальному гофрированному профилю проточной части пластины. Соответственно, в 3-4 раза поверхность пластинчатых теплообменников меньше, чем у кожухотрубных;
- пластинчатые теплообменники имеют малую металлоемкость, очень компактны, их можно установить в небольшом помещении;
- в отличие от кожухотрубных, они легко разбираются и быстро чистятся, при этом не требуется дополнительных подводящих трубопроводов;
- в пластинчатом теплообменнике можно легко и быстро заменить пластину или прокладку, а также увеличить его поверхность, если со временем возросла тепловая нагрузка;
- пластинчатые теплообменники не требуют наличия специального основания и могут непосредственно устанавливаться на ровном полу.

Расчёт производим в соответствии с СП [12].

Теплообменники для системы отопления:

$$Q_{\text{действ}} = 3907253,417 \text{ Вт}, F_{\text{действ}} = 127,5 \text{ м}^2, t''_{1, \text{действ}} = 78,091 \text{ }^{\circ}\text{C}, t''_{2, \text{действ}} = 96,909 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

К установке принимаются три теплообменника ТМПО 168х2-1,0-5-УЗ
- тепловая мощность, кВт – 1430

Теплообменники для системы горячего водоснабжения:

$$Q_{\text{действ}} = 5789862,2 \text{ Вт}, F_{\text{действ}} = 33,5 \text{ }^{\circ}\text{C}, t''_{1, \text{действ}} = 71,3 \text{ }^{\circ}\text{C}, t''_{2, \text{действ}} = 79,14 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

К установке принимаются три теплообменника марки VT20 [14].
мощность, кВт – 2000

Определены основные технико-экономические показатели котельной, приведены в приложении А.

4.3.3 Расчет рассеивания и подбор дымовой трубы

Максимальный секундный расход $V_{\text{сек}}$ топлива, потребляемого котельной,

определяется по выражению через установленную мощность котельной $Q_{уст}$, МВт:

$$B_{сек} = \frac{Q_{уст}}{Q_n^p \eta_k}, \quad (4.3)$$

для котельных с водогрейными котлами по выражению:

$$Q_{уст} = Q_{к.а} \cdot n \quad (4.4)$$

где $Q_{к.а}$ – тепловая мощность водогрейного котла, МВт;

Q_n^p – низшая теплота сгорания топлива, МДж/нм³;

η_k – средний к.п.д котлов.

$$Q_{уст} = 5,815 \cdot 3 = 17,45 \text{ МВт},$$

$$B_{сек} = \frac{17,45 \cdot 10^3}{42,624 \cdot 0,94} = 435 \text{ г/с}$$

Максимальное значение приземной концентрации i -го вредного вещества достигается при опасной скорости ветра и неблагоприятных метеорологических условиях на максимально опасном x_m (м) расстоянии от источника и определяется по формуле:

$$C_m^i = \frac{A \cdot M_i \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_z \cdot \Delta T}} \quad (4.5)$$

A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы в данном регионе, $c^{-2/3} \cdot ^\circ C^{1/3}$; $A=200$ – коэффициент, где значение которого соответствует неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе максимальна;

M_i – секундный выброс вредного вещества, г/с;

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе; Для газообразных вредных

веществ и мелкодисперсных аэрозолей (пыли, золы и т.п., скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю) значение безразмерного коэффициента F принимается $= 1$;

m и n – безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода продуктов сгорания из устья источника выброса;

H – высота источника выброса над уровнем земли (высота дымовой трубы), м;

η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности; в случае ровной или слабопересеченной местности принимается $\eta=1$;

ΔT – разность между температурой выбрасываемых продуктов сгорания и температурой окружающего атмосферного воздуха, °С;

V_2 – расход продуктов сгорания, м³/с.

Количество образовавшихся продуктов сгорания котельной на один нм³ газообразного сжигаемого топлива может быть определен из выражения:

$$V_1 = V_r^0 + (\alpha - 1)V^0 \quad (4.6)$$

α – коэффициент избытка воздуха в уходящих газах котельной, где принимается с учетом избытка воздуха в топке 1,1 и присосов по тракту 0,4 - $\alpha=1,5$.

V_2^0, V^0 - теоретические объемы дымовых газов и воздуха соответственно принимается по техническим характеристикам котла.

$$V_1 = 10,62 + (1,5 - 1) \cdot 11,48 = 16,36 \text{ м}^3 / \text{м}^3$$

Секундный расход продуктов сгорания:

$$V_2 = B_{сек} \cdot V_1 \cdot 10^{-3}, \quad V_2 = 435 \cdot 16,36 \cdot 10^{-3} = 7,11 \text{ м}^3 / \text{кг}$$

Задавшись рекомендованным значением скорости продуктов сгорания в пределах 10÷15 м/с, определяется расчётный диаметр дымовой трубы:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot V_2}{\pi \cdot w_0}}, \quad D = \sqrt{\frac{4 \cdot V_2 \cdot 7,11}{3,14 \cdot 15}} = 0,77 \text{ м}$$

В соответствии с СП [8], ближайшему по величине нормируемое значение диаметра для стальных труб принимается $D = 0,8$ м.

Окончательное расчетное значение скорости продуктов сгорания в устье источника выбросов:

$$w_0 = \frac{4 \cdot V_z}{\pi \cdot D^2}, \quad w_0 = \frac{4 \cdot 7,11}{3,14 \cdot 0,8^2} = 14,15 \text{ м/с}$$

Предварительная высота дымовой трубы определяется для каждой из вредностей по формуле:

$$H_i = \sqrt{\frac{A \cdot M_i \cdot F \cdot \eta}{\left(\frac{Q_{ДК_i} - c_{\phi i}}{3} \right) \cdot \sqrt[3]{V_z \cdot \Delta T}}$$

При расчете получены следующие значения:

Расчёт выброса твердых частиц (сажи):

$$M_{\text{ТВ}} = 0,01 \cdot B \cdot q_4 \cdot \frac{Q_i^r}{32,68} \cdot (1 - \eta_3)$$

$$M_{\text{ТВ}} = 0,01 \cdot 435 \cdot 0,5 \cdot \frac{42,624}{32,68} \cdot (1 - 0) = 2,83 \text{ г/с}$$

$$H_{\text{ТВ}} = 30,909 \text{ м}$$

Расчет выбросов окиси углерода:

$$M_{\text{CO}}^{\text{сек}} = B_{\text{сек}} \cdot Q_{\text{H}}^p \cdot k_{\text{CO}} \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100} \right) \cdot 10^{-3},$$

k_{CO} – количество окиси углерода, образующееся на единицу теплоты, выделяющейся при сгорании топлива, кг/ГДж.

$$M_{\text{CO}}^{\text{сек}} = 435 \cdot 42,624 \cdot 0,32 \cdot \left(1 - \frac{0,5}{100} \right) \cdot 10^{-3} = 5,9 \text{ г/с}$$

$$H_{\text{CO}} = 6,419 \text{ м}$$

Расчёт выбросов окислов серы:

$$M_{\text{SO}_2}^{\text{сек}} = B_{\text{сек}} \cdot \frac{2S^p}{100} \cdot \left(-\eta'_{\text{SO}_2} \right) \cdot \left(-\eta''_{\text{SO}_2} \right) \cdot \left(1 - \frac{q_4}{100} \right)$$

$$M_{\text{SO}_2}^{\text{сек}} = 435 \cdot \frac{2 \cdot 0,3}{100} \cdot \left(-0,02 \right) \cdot \left(-0 \right) \cdot \left(1 - \frac{0,5}{100} \right) = 2,54 \text{ г/с}$$

$$H_{\text{SO}_2} = 10,25 \text{ м}$$

Расчет выбросов окислов азота:

$$M_{NO_2}^{сек} = B_{сек} \cdot Q_H^p \cdot k_{NO_2} \cdot (1 - \beta) \cdot 10^{-3}$$

$$M_{NO_2}^{сек} = 435 \cdot 42,624 \cdot 0,15 \cdot (1 - 0) \cdot 10^{-3} = 2,78 \text{ г/с}$$

$$H_{NO_2} = 40,696 \text{ м}$$

$k_{NO_2} = 0,15$ – параметр, характеризующий количество окислов азота, образующихся на 1 ГДж теплоты, кг/ГДж;

$\beta = 0$ – коэффициент, учитывающий степень снижения выбросов окислов азота в результате применения технических решений; при отсутствии последних может быть принят равным 0.

Принимаем предварительно максимальную из учета рассеивания высоту дымовой трубы по СП [8] $H = 45$ м.

Значения коэффициентов m и n определяются по эмпирическим формулам в зависимости от безразмерных параметров, полученных опытным путем:

$$f = 1000 \cdot \frac{w_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}, \quad f = 1000 \cdot \frac{14,15^2 \cdot 0,8}{45^2 \cdot (150 - 14,6)} = 0,000583$$

$$x_M = 0,65 \cdot \sqrt{\frac{V_z \cdot \Delta T}{H}}, \quad x_M = 0,65 \cdot \sqrt{\frac{7,11 \cdot (150 - 14,6)}{45}} = 1,8$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}} \quad \text{при } f < 100$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{0,000583} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{0,000583}} = 1,42$$

$$n = 0,532 \cdot x_M^2 - 2,13 \cdot x_M + 3,13 \quad \text{при } 0,5 \leq x_M \leq 2$$

$$n = 0,532 \cdot 1,8^2 - 2,13 \cdot 1,8 + 3,13 = 1,02$$

Максимально возможные концентрации вредных веществ в приземном слое:

$$\text{Твердые частицы: } M_{ТВ} = 2,83 \text{ г/с}, \quad C_M^{ТВ} = \frac{200 \cdot 2,83 \cdot 1 \cdot 1,42 \cdot 1,02 \cdot 1}{45^2 \cdot \sqrt[3]{7,11 \cdot (150 - 14,6)}} = 41 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{Окись углерода: } M_{CO}^{сек} = 5,9 \text{ г/с}, \quad C_M^{CO} = \frac{200 \cdot 5,9 \cdot 1 \cdot 1,42 \cdot 1,02 \cdot 1}{45^2 \cdot \sqrt[3]{7,11 \cdot (150 - 14,6)}} = 85 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{Окислы серы: } M_{SO_2}^{сек} = 2,54 \text{ г/с}, \quad C_M^{SO_2} = \frac{200 \cdot 2,54 \cdot 1 \cdot 1,42 \cdot 1,02 \cdot 1}{45^2 \cdot \sqrt[3]{7,11 \cdot (150 - 14,6)}} = 36 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{Окислы азота: } M_{NO_2}^{сек} = 2,78 \text{ г/с, } C_M^{NO_2} = \frac{200 \cdot 2,78 \cdot 1 \cdot 1,42 \cdot 1,02 \cdot 1}{45^2 \cdot \sqrt[3]{7,11 \cdot (150 - 14,6)}} = 40 \text{ мг/м}^3$$

Для вредных веществ, обладающих свойством суммации, должна рассчитываться безразмерная суммарная концентрация, либо значения концентрации этих вредных веществ приводятся условно к значению концентрации одной из них.

$$C_{np} = C_{NO_2} + C_{SO_2} \cdot \frac{ПДК_{NO_2}}{ПДК_{SO_2}} + C_{CO} \cdot \frac{ПДК_{NO_2}}{ПДК_{CO}}, \quad (4.7)$$

где C_{NO_2} , C_{SO_2} , C_{CO} – максимально возможные концентрации соответственно диоксида азота, сернистого ангидрида и оксида углерода, мг/м³;

$ПДК_{NO_2}$, $ПДК_{SO_2}$, $ПДК_{CO}$ – предельно допустимые концентрации соответственно диоксида азота, сернистого ангидрида и оксида углерода, мг/м³.

Приведенная мощность выброса нескольких вредных веществ определяется по формуле:

$$M_{np} = M_{NO_2}^{сек} + M_{SO_2}^{сек} \cdot \frac{ПДК_{NO_2}}{ПДК_{SO_2}} + M_{CO}^{сек} \cdot \frac{ПДК_{NO_2}}{ПДК_{CO}}. \quad (4.8)$$

$$C_{np} = 40 + 36 \cdot \frac{0,085}{0,5} + 85 \cdot \frac{0,085}{5} = 168,9 \text{ мг/м}^3$$

$$M_{np} = 2,78 + 2,54 \cdot \frac{0,085}{0,5} + 5,9 \cdot \frac{0,085}{5} = 3,31 \text{ г/с}$$

Конечная высота дымовой трубы определяется в соответствии с суммарной мощностью выброса вредных веществ и суммарной приведенной концентрации вредных веществ:

$$H = \sqrt{\frac{A \cdot M_{np} \cdot F \cdot \eta}{C_{np} \cdot \sqrt[3]{V_z \cdot \Delta T}}}, \quad H = \sqrt{\frac{200 \cdot 3,31 \cdot 1 \cdot 1}{0,1689 \cdot \sqrt[3]{7,11 \cdot (150 - 14,6)}}} = 25 \text{ м.}$$

Выбирается действительное значение высоты дымовой трубы как ближайшее большее из ряда типовых значений, рекомендуемых СП [8]. Таким образом, высота дымовой трубы принимается $H = 30 \text{ м}$.

5 КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЗАЦИЯ

Проектом предусматривается оснащение котельной современными средствами автоматического регулирования, контроля, сигнализации, защиты и блокировок.

Уровень автоматизации позволит обеспечить надежную и экономичную работу технологического оборудования без постоянного обслуживающего персонала.

Все средства автоматизации, принимаемые в проекте, имеют Российские сертификаты и разрешены к применению на территории РФ.

Объектом автоматизации и оснащения КИП котельной являются:

- насосы циркуляции котлового контура;
- насосы рециркуляции котлового контура;
- насосы циркуляции сетевого контура;
- насосы циркуляции контура ГВС;
- насосы рециркуляции контура ГВС;
- баки К11;
- регулирование температуры теплоносителя сетевого контура и ГВС.

Система автоматизации принята электрическая на релейно-контактной и микропроцессорной аппаратуре с применением аппаратов, приборов (в том числе контрольно-измерительных - КИП) и материалов, выпускаемых серийно.

Питание системы автоматизации осуществляется переменным током напряжением 220 В и частотой 50 Гц.

Автоматизация котельной предусматривает:

- дистанционное, со щита управления насосами, выбранным в качестве рабочего насосов циркуляции и рециркуляции котловой воды (К4, К7), насосами рециркуляции контура ГВС (К8).

- местное управление всеми электроприемниками, имеющими, кроме того, дистанционное управление, для наладки и опробования.

Контроль и измерение технологических параметров:

- температуры и давления прямой и обратной воды к котлам;
- температуры и давления прямой и обратной сетевой воды;
- давления на насосах и фильтрах;
- расхода воды, давления и температуры в прямом и обратном трубопроводах отопительного контура (с регистрацией) при помощи теплосчетчика, позволяющего также учитывать расход тепловой энергии.

Сигнализация световая и звуковая на щите аварийно-предупредительной сигнализации:

- низкое давление в трубопроводе обратной сетевой воды;
- высокое давление в трубопроводе обратной сетевой воды;
- низкий уровень воды в баках К11;
- высокий уровень воды в баках К11;
- авария насосов К4, К5, К6, К7, К8
- пожар в котельной.

Для установки аппаратуры управления и сигнализации в помещениях котельной предусматриваются нестандартизированные шкафного типа щиты автоматизации:

- насосов – ЩУН, ЩУН-5, ЩУН-6;
- температурой в контурах отопления и ГВС и уровнем воды в баках – ЩУКБ;
- сигнализации – ЩАПС;
- учета тепловой энергии – ЩУТ.

В соответствии с действующими правилами котельная оснащена необходимыми контрольно-измерительными приборами, к числу которых относятся показывающие, регистрирующие и суммирующие:

- счетчик трехфазной электроэнергии;
- счетчик общего количества тепла, отпускаемого потребителям котельной;
- счетчик холодной воды, расходуемой на технологические нужды

(заполнение, подпитка и регенерация и отмывка) котельной;

Показывающие приборы:

- манометры на всасывающих и выходных патрубках всех насосов,
- манометры на подающей и обратной магистралях системы отопления,
- манометры на подающем и обратном трубопроводе котлов,
- манометр на вводе холодной воды в котельную,
- манометры на входе и выходе воды из фильтров для контроля степени загрязненности фильтров,
- манометры на общем трубопроводе греемого теплоносителя перед теплообменниками;
- манометры на каждом выходе из теплообменника со стороны греемой среды
- термометры на подающих и обратных линиях контуров котельной и трубопроводах дизельного топлива ,
- термометры на входе и выходе воды из котла и на газоходе за котлом,
- термометры на каждом входе и выходе теплообменников;
- термометр на вводе холодной воды в котельную.

В помещениях котельной предусматривается также автоматическая пожарная сигнализация, предназначенная для обнаружения пожара на ранней стадии его развития, а также оповещения людей о пожаре.

В помещении котельной устанавливаются автоматические тепловые извещатели ИП-103-3-А2-1М, извещатель дымовой ИП 212-3СУ и ручные пожарные извещатели ИПР-3С.

Извещатели ИП-103-3-А2-1М устанавливаются на потолке котельной на расстоянии не более 2,5м от стены и 4,5м между извещателями. Для подачи сигналов о пожаре вручную у входа устанавливается ручной кнопочный пожарный извещатель ИПР-3С на высоте 1,5м от уровня пола. Извещатель дымовой ИП 212-3СУ устанавливается на потолке над электрощитами.

Шлейф пожарной сигнализации выполняется проводом марки ТРВ2х0,4 открытым способом по стенам и потолкам.

Расстояние от проводов шлейфов пожарной сигнализации до силовых и осветительных сетей не менее 0,5м, до одиночных проводов – 0,25м.

Шлейф пожарной сигнализации включается в приемную станцию «Нота». Прибор приемно-контрольный "Нота" устанавливается на стене помещения с круглосуточным пребыванием обслуживающего персонала, на высоте 0,8-1,8 метров от пола.

Прибор формирует сигналы на выходах переключением контактов реле. Данные сигналы передаются в систему диспетчеризации, и информация о срабатывании пожарной сигнализации поступает в помещение диспетчерской на табло оператора. При срабатывании пожарной сигнализации происходит закрытие отсечного клапана подачи газа в котельную.

Все сигналы о работе котельной передаются по слаботочным линиям связи на диспетчерский пункт эксплуатирующей организации.

В качестве дискретных сигналов передается информация об аварийных отклонениях в соответствии с СП[8] информация о режиме работы насосного оборудования.

Аналоговые сигналы предназначены для отображения параметров работы котельной в режиме реального времени.

Функциональная схема системы автоматического управления нагрузками на котельную представлена на рисунках 5.1, 5.2.

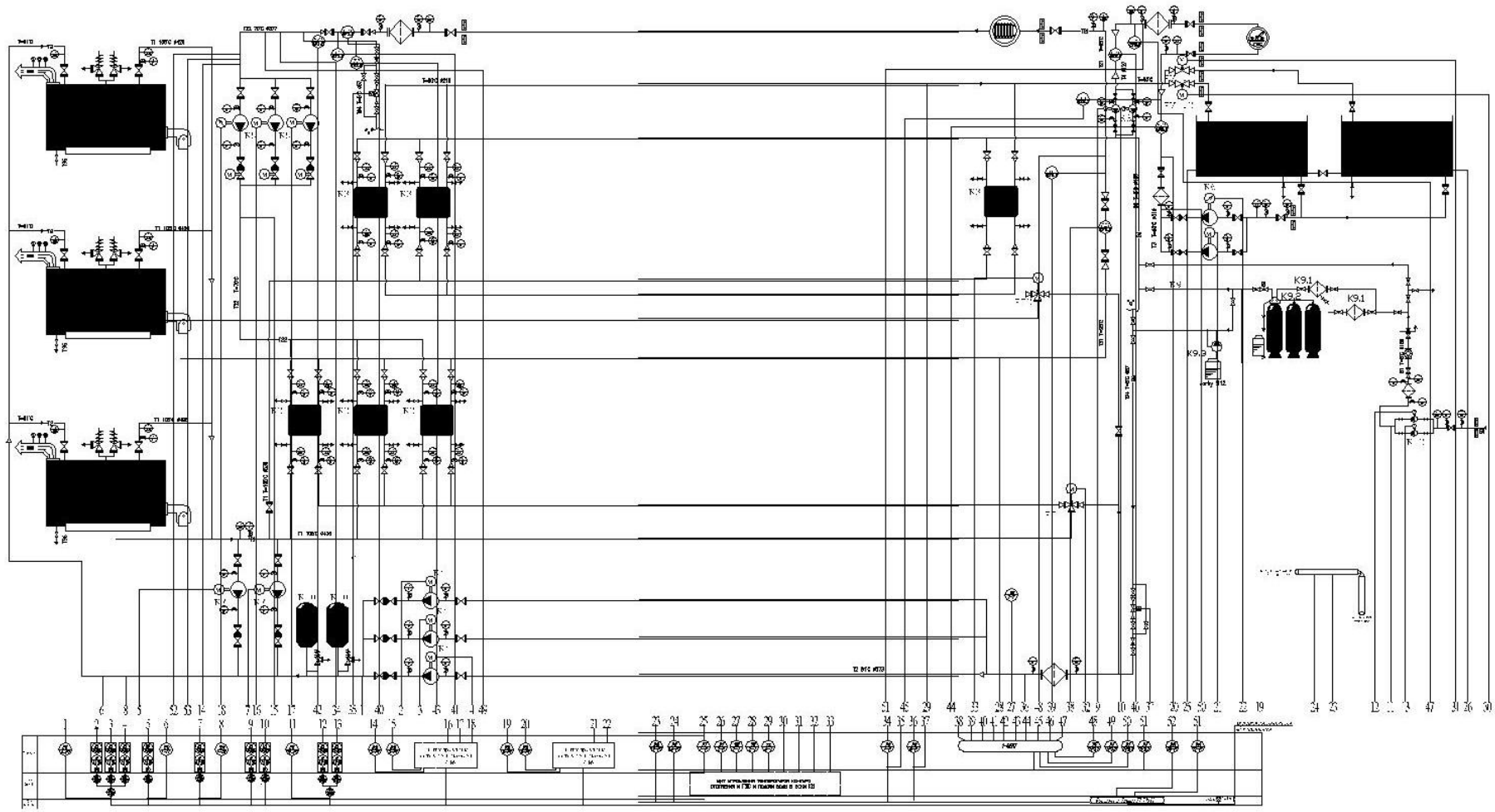


Рисунок 5.1. Функциональная схема автоматизации котельной

6 ОРГАНИЗАЦИЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

В связи с небольшой протяженностью тепловой сети все работы выполняются одной бригадой на одной захватке. Исходные данные приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1- Исходные данные для ППР

1	Место расположения объекта	Камчатский край. п.Ключи
2	Рельеф местности	спокойный
3	Геологические и гидрологические условия грунта Уровень грунтовых вод	суглинок ниже отметки заложения канала
4	Наличие дорог и транспортных коммуникаций	Пересечение с дорогами 10x2
5	Источник основных энергетических ресурсов	Подключение к существующим высоко- и низковольтным сетям
	а) электроэнергия	
	б) вода	К действующим водопроводным сетям
	в) сжатый воздух	Передвижные компрессорные установки
	г) жидкое топливо	Со склада дизельного топлива
6	Условия снабжения материалами а) расстояние возки материалов б) дороги в) скорость движения транспорта	10 км асфальтированные 35 км/ч
7	Назначение и основные параметры сетей а) температура теплоносителя б) давление теплоносителя	$t_1 = 95^{\circ}\text{C}$; $t_2 = 70^{\circ}\text{C}$ $p = 0,6 \text{ МПа}$
8	Источники теплоснабжения	Котельная
9	Характеристики трассы трубопровода а) длина I з.	855,5м –система отопление 766,5м –система ГВС
	б) диаметр труб I з.	250,200,150,100,80,50,40
	в) длина поставляемых труб	6 м
10	Тип опор в) неподвижных опор (количество) I з.	Металлические опоры 117
	д) арматуры (кол-во) I з.	задвижки чугунные 60
	е) компенсаторов (кол-во) I з.	П-образные 7
	з) количество отводов под углом 90° I з. тройников I з.	34 10
11	Характеристика противокоррозионной изоляции и тепловой изоляции труб с указанием толщины	ППУ трубы

6.1 Определение объемов и трудоемкости работ

Длина захватки - $l_3 = 1711\text{ м} / 1533\text{ м}$

Диаметры труб на захватках – $d_{1,2} = 250\text{ мм}$; $d_{3,4} = 200\text{ мм}$; $d_{5,6} = 175\text{ мм}$; $d_{7,8} = 125\text{ мм}$; $d_{9,10} = 100\text{ мм}$; $d_{11,12} = 80\text{ мм}$; $d = 50\text{ мм}$;

Число камер - $n = 4$;

Требуемые затраты труда и машинного времени устанавливаются по ЕНиР.

$$T_p = (V \cdot N_{вр}) / 8,2 ,$$

где V – объем работ, м^3 ;

$N_{вр}$ - норма времени, час;

8,2 – продолжительность смены, час.

По расчетам составляется ведомость трудоемкости работ приложение Б.

Продолжительность работы определяется по формуле:

$$T = T_p / n \cdot k, \quad (6.1)$$

где T_p – трудоемкость;

n – количество рабочих;

k – количество смен.

6.2. Выбор и обоснование машин и механизмов для производства работ

Трубовоз

$$Q = q \cdot l \cdot n$$

$$Q = 17,15 \cdot 6 \cdot 11 = 1,13\text{ т}$$

Марка автомобиля тягача – ЗИЛ-130

Марка прицепа 1-АПР-5

Грузоподъемность, по шоссе – 7,3 т.

по грунтовым дорогам – 6,8 т

Число одновременно перевозимых труб диаметром $d = 150$ – 11 шт.

Сварочное оборудование

Трансформатор ТД-300

Сварочный агрегат АСД-3-1

Сварочные электроды: МР – 3, МР-6, диаметром 4 мм.

Монтажный кран

L – вылет стрелы

$$L = l' + U + (2 \cdot d_n + 0,4) + 1,0 + c,$$

l' – расстояние от оси вращения грузовой платформы крана до оси установки выносных опор. l' от 2 до 2,5 м.

d_n – наружный диаметр трубопровода с учетом изоляции, м.

$$d_n = 0,159 + 0,080 = 0,239 \text{ м}$$

$$U = 0,5$$

$$c = b/2 + 0,5 \cdot (d_n + 0,2)$$

b – ширина по верху котлована.

Необходимо соблюдение условия:

$$U + (2 \cdot d_n + 0,4) + 1 + c \geq k + c'$$

$$c' = a/2 + 0,5 \cdot (d_n + 0,2)$$

a – ширина котлована по дну,

k – минимально допустимое расстояние между опорой крана и основанием откоса котлована, k = 2 м.

$$c = 3,65/2 + 0,5 \cdot (0,239 + 0,2) = 2,04 \text{ м}$$

$$c' = 3,25/2 + 0,5 \cdot (0,239 + 0,2) = 1,84 \text{ м}$$

$$L = 2 + 0,5 + (2 \cdot 0,239 + 0,4) + 1,0 + 2,04 = 6,42 \text{ м.}$$

$$0,5 + (2 \cdot 0,239 + 0,4) + 1 + 2,04 \geq 3 + 1,84$$

$$4,42 \text{ м} \geq 3,84 \text{ м}$$

Грузоподъемность крана

$$Q_1 = l_{\text{тр}} \cdot q$$

l_{тр.} – длина плети.

$$Q_1 = 24 \cdot 17,15 = 0,4 \text{ т.}$$

Условная длина плети:

$$l_{\text{усл}} = 0,685 \cdot \sqrt{\frac{\sigma_u \cdot W}{q}} = 0,685 \cdot \sqrt{\frac{25 \cdot 82}{17,15}} = 7,5 \text{ м}$$

Расстояние между точками подвеса (строповки) трубы:

$$l_{\text{стр}} = 0,586 \cdot l_{\text{усл}} = 0,586 \cdot 7,5 = 4,4 \text{ м.}$$

$$l_{тр.} = 24 \text{ м} > 2 \cdot l_{усл} = 2 \cdot 7,5 = 15 \text{ м.}$$

Монтаж необходимо вести двумя кранами с перехватом.

Нагрузка на один кран Q_2 .

$$Q_2 = l_{тр.} \cdot q/2 = 0,4/2 = 0,2 \text{ т.}$$

Принимаем два крана марки КС-4361А

Длина основной стрелы – 10,5 м.

Грузоподъемность основного крюка
на опорах:

при наименьшем вылете - 16 т.

при наибольшем вылете - 3,4 т.

Базовый автомобиль ЗИЛ-130

Мощность силовой установки автомобиля – 110 кВт

Вылет стрелы: max – 10 м, min – 3,8 м.

Высота подъема крюка: max – 10 м, min – 5,3 м.

Компрессорная станция

ЗИФ-157М

Производительность – 5,0 м³/мин

Рабочее давление – 0,7 МПа

Марка двигателя – ЗИЛ-157М

Мощность – 76,5 кВт

Гидравлические испытания (насос)

Насосы ВМС-45А

Подача – 3,24 м³

Максимальное давление – 2,5 МПа

Электродвигатель типа А32-4 мощностью – 1 кВт

Механизмы для изоляционных работ

Ручная гильотина

Рабочая длина - 1320 мм

Толщина металла - 1,5 мм

Разматыватель КР-5.0

Мощностью - 1,5 кВт

Вальцы с электроприводом С 46-10/0,8

Мощностью-1,1 кВт

Зиг-машина с электроприводом

Мощностью-0,75 кВт

Листовые ножницы, термоусаживающая муфта, металлическая щётка, растворитель, пропановая горелка, перманентный маркер, сверло, адгезивная лента, аппарат для опрессовки, жидкий ППУ.

6.3 Определение потребности в материалах, изделиях и оборудовании.

Расход основных материалов, полуфабрикатов, деталей, строительных конструкций и санитарно-технического оборудования определяется по рабочим чертежам.

Потребность в материалах сводится в таблицу 6.2

Таблица 6.2-Ведомость потребности в строительных конструкциях, материалах, изделиях и оборудовании.

№ п/п	Работы			Наименование	Материалы		
	Наименование	Един. измер.	Кол-во объем работ		един. измер.	Норма расхода на единицу работ	Потребность на весь объем работ
1.	Монтаж стальных труб	м		трубы стальные			
			202	d=250мм, l=6м q=17,15 кг	<u>м, шт.</u> т	<u>6;1</u> 0,103	<u>626;106</u> 10,92
			193	d=200мм, l=6м q=10,26 кг	<u>м, шт.</u> т	<u>6;1</u> 0,062	<u>558;94</u> 5,83
			670	d=150мм, l=6м q=17,15 кг	<u>м, шт.</u> т	<u>6;1</u> 0,103	<u>626;106</u> 10,92
			462	d=100мм, l=6м q=10,26 кг	<u>м, шт.</u> т	<u>6;1</u> 0,062	<u>558;94</u> 5,83
			701	d=80мм, l=6м q=17,15 кг	<u>м, шт.</u> т	<u>6;1</u> 0,103	<u>626;106</u> 10,92
			940	d=50мм, l=6м q=17,15 кг	<u>м, шт.</u> т	<u>6;1</u> 0,103	<u>626;106</u> 10,92

Продолжение таблицы 6.2

№ п/п	Работы			Наименование	Материалы				
	Наименование	Един. измер.	Кол- во объем работ		един. измер.	Норма расхода на единицу работ	Потреб- ность на весь объем работ		
3.	Монтаж задвижек	шт.		задвижки чугунные					
			6	d=250мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,078}$	$\frac{2}{0,156}$		
			4	d=200мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,04}$	$\frac{6}{0,24}$		
			6	d=150мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,078}$	$\frac{2}{0,156}$		
			2	d=100мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,04}$	$\frac{6}{0,24}$		
			22	d=80мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,032}$	$\frac{4}{0,128}$		
			4	d=50мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,02}$	$\frac{4}{0,08}$		
			0,97	d=200мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,012}$	$\frac{12}{0,080}$		
			0,7	d=150мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,009}$	$\frac{4}{0,036}$		
			0,42	d=100мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,005}$	$\frac{12}{0,060}$		
			0,42	d=80мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,004}$	$\frac{10}{0,040}$		
			тройники	шт.	2	d=150мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,017}$	$\frac{7}{0,034}$
					2	d=100мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,010}$	$\frac{7}{0,020}$
	2	d=80мм			$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,007}$	$\frac{7}{0,014}$		
4.	Установка неподвижных опор	шт.	14	d =250мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,009}$	$\frac{18}{0,14}$		
			24	d =200мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,008}$	$\frac{16}{0,12}$		
			16	d =150мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,007}$	$\frac{14}{0,102}$		
			18	d =100мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,006}$	$\frac{12}{0,08}$		
			10	d =80мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,006}$	$\frac{12}{0,076}$		
			10	d =80мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,006}$	$\frac{12}{0,076}$		

7 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

7.1 Технологическая характеристика объекта

Камчатский край. Поселок Ключи. Военный городок. Теплоснабжение.

Таблица 7.1 – Технологический паспорт объекта

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

Таблица 7.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№ п/п	Технологическая операция, выполняемых работ	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
1	Монтаж ж/б конструкций	Двигающиеся объекты	Автотранспорт, плита
2		Производственный шум	Работа ДВС, удары
3		Напряженность труда	Работа в различных погодных условиях

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

№ п/п	Опасный и вредный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения, устранения опасного и вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Двигающиеся предметы	Соблюдение требований охраны труда	Костюм х/б с пропиткой от общих производственных загрязнений; ботинки кожаные с жестким подмостком; очки защитные; каска строительная; перчатки с полимерным покрытием, жилет сигнальный 2 класса опасности
2	Производственный шум	Техническими средствами, применение организационно-технических мероприятий	
3	Опасность обрушения кромок котлована, траншеи	Дополнительное усиление кромок котлована	
4	Напряженность труда	Соблюдение технических перерывов	

7.2 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Таблица 7.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Камчатский край. Поселок Ключи. Военный городок. Теплоснабжение.	Автомобили и спецтехника, битумная мастика, сварочное оборудование, электроинструмент	Класс D	Повышенная температура, Продукты сгорания. Негативные термохимические воздействия, используемых при пожаре огнетушащих веществ, на предметы и людей.	Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 7.5 Средства обеспечения пожарной безопасности.

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

Таблица 7.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

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

7.3 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Таблица 7.7 – Идентификация экологических факторов

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

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

Наименование технического объекта	Камчатский край. Поселок Ключи. Военный городок. Теплоснабжение.
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на атмосферу	Уменьшение выбросов выхлопных газов ДВС
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на гидросферу	Использование временной канализации, биотуалет
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на литосферу	Рекультивация земель, вывоз строительного мусора в специально отведенное место

Заключение

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

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменением N 2). М.: Минрегион России, 2012
2. Манюк В.И. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей. Справочник./В.И. Манюк и др. – М.: Стройиздат, 1988. – 430 с.
3. Справочник по теплоснабжению и вентиляции в гражданском строительстве/ Р.В.Щекин и др.- Киев.:Гос.изд. лит. по строительству и архитектуре УССР, 1962. – 1020 с
4. Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей/И.П. Александров и др. под общ. ред. А.А. Николаева.М.: Издательство литературы по строительству, 1965. – 360 с.
5. СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003 М.: Минрегион России, 2012. – 78 с.
6. СП 61.13330.2012 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003. - М.: Минрегион России, 2012. – 39 с.
7. Каталог. Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой. [Электронный ресурс] - режим доступа: http://www.teplopipes.ru/products_pictures/teplopipes_catalog.pdf
8. СП 89.13330.2012 Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35-76- М.: Минрегион России, 2012. – 110 с.
9. Регион - новые технологии. Каталог насосов [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://ufk-techno.ru/articles.htm>
10. Водная техника. Каталог товаров. [Электронный ресурс] - режим доступа: <https://wtpump.ru/catalog/detail/53644/>
11. Электрогидромаш. Каталог продукции. [Электронный ресурс] - режим доступа: <http://nasos-egm.ru/production/pumps>
12. СП 41-101-95 Проектирование тепловых пунктов. М.: ГУП ЦПП, 1997. – 114 с.

13. Пластинчатые теплообменники. Каталог. [Электронный ресурс] - режим доступа: <https://sn22.ru/catalog/plastinchatie-teploobmenniki>
14. Приказ №579 от 31 декабря 2010 года «О порядке установления источников выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, подлежащих государственному учёту и нормированию, и о перечне вредных (загрязняющих) веществ, подлежащих государственному учёту и нормированию».
15. ГОСТ 24.104-85 «Автоматизированные системы управления». – М.:ИПК Издательство стандартов, 2002. – 18 с.
16. ОНД-86 «Методика расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий». – Ленинград.: Гидрометеоиздат, 1987. – 202 с.
17. Беляйкин, И.В. Водяные тепловые сети: справочное пособие по проектированию/ И.В. Беляйкин, В.П. Витальев, Н.К. Громов [и др.]; под ред. Н.К. Громова, Е.П. Шубина. - М.: Энергоатомиздат, 1988.- 376 с.
18. Газовые топлива и их компоненты: свойства, получение, применение, экология : справочник / В. Н. Бакулин [и др.]. - Москва : Изд-во МЭИ, 2009. - 614 с.
19. Ионин, А.А. Теплоснабжение: учебник для вузов/ Ионин А.А., Хлыбов Б.М., Братенков В.Н., Терлецкая Е.Н.; под ред. А.А. Ионина. – М.: Стройиздат, 1982.- 336 с.
20. Справочник по котельным установкам малой производительности/ К.Ф. Роддатис, А.Н. Полтарецкий; под ред. Роддатиса К.Ф.. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 488 с.
21. Сахаев В.Г. Справочник по охране окружающей среды/ В.Г. Сахаев, Б.В. Щербицкий – К., Будивельник, 1986. - 152 с.
22. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для вузов/ Е.Я. Соколов. – 7-е изд., стереот. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 472 с.
23. Сотникова О. А. Теплоснабжение : учеб. пособие / О. А. Сотникова, В. Н. Мелькумов. - Гриф УМО. - Москва : Изд-во Ассоциации строит. вузов, 2007. - 292 с.

24. Тавастшерна, Р.И. Монтаж технологических трубопроводов./ Р.И. Тавастшерна. - М.: Высш. школа, 1980. –256 с.
25. Теплоснабжение и вентиляция : курсовое и дипломное проектирование : учеб. пособие для вузов / Б. М. Хрусталева [и др.] ; под общ. ред. Б. М. Хрусталева. - 3-е изд., испр. и доп. ; гриф МО. - Москва : АСВ, 2008.
26. Теплогазоснабжение и вентиляция : учеб. для студентов, обуч. по направлению "Строительство" / Е. М. Авдолимов [и др.]. - 2-е изд., перераб. ; гриф УМО. - Москва: Академия, 2013. - 400 с.
27. Хубаев С.-М. К. Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции : учеб. пособие / С.-М. К. Хубаев. - Гриф УМО. - Москва : Изд-во Ассоциации строит. вузов, 2004. - 69 с.
28. Мухин О.А. Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции: Учебное пособие для вузов. – Минск.: Высш. шк., 1986. – 304 с.
29. Маслова Н. В. Технология и организация строительства наружных трубопроводов : учеб. пособие для вузов / Н. В. Маслова. - ТГУ; Гриф УМО. - Тольятти : ТГУ, 2006. - 132 с.
30. Единые нормы и расценки.[Электронный ресурс] - режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/data1/2/2090/>

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Ведомость трудоемкости работ

№ п/п	Наименование работ	Един. изм.	Обоснование	Норма времени		Трудоемкость						Всего		Профессиональный, квалифицированный и количественный состав бригад /по ЕНиР/
				Чел.- час	Маш.- час	Захватка I			Захватка II			Чел.- дней	Маш.- смен	
						Объем работ	Чел.- дней	Маш.- смен	Объем работ	Чел.- дней	Маш.- смен			
1	Монтаж чугунных задвижек	шт	Е-9-2-16											м.н.т. 4р-2;3р-1
	d=250 мм			3,1		6	2,3				2,3			
	d=200 мм			2,5		4	1,2				1,2			
	d=150 мм			1,6		6	1,17				1,17			
	d=100 мм			1,2		2	0,29				0,29			
	d=80 мм			0,77		22	2,07				2,07			
	d=50 мм			0,77		4	0,4				0,4			
d=40 мм	0,77		10	0,94				0,94						
2	Монтаж фасонных частей	шт	Е-9-2-14										м.н.т. 4р-1;3р-2	
	d=200 мм			0,97		4	0,47				0,47			
	отводы d=150 мм			0,7		2	0,17				0,17			
	d=80 мм			0,42		24	1,23				1,23			
	d=50 мм			0,42		2	0,1				0,1			
	тройники d=250 мм			1,4		2	0,34					0,34		
	d=200 мм			1,1		2	0,27				0,27			
	d=150 мм			0,85		4	0,41				0,41			
	тройники d=100 мм			0,49		2	0,98				0,98			
4	Установка неподвижных опор	1 шт	Е-9-2-18										м.н.т. 5р-1;3р-1	
	d=250 мм			2,1		14	3,6				3,6			

Продолжение приложения Б

№ п/п	Наименование работ	Един. изм.	Обосно- вание	Норма времени		Трудоемкость						Всего		Профессиона- льный, квалифициро- ванный и количественный состав бригад /по ЕНиР/	
				Чел.- час	Маш.- час	Захватка I			Захватка II			Чел.- дней	Маш.- смен		
						Объем работ	Чел.- дней	Маш.- смен	Объем работ	Чел.- дней	Маш.- смен				
	d=200 мм			1,6		24	4,7					4,7			
	d=150 мм			1,6		16	3,12					3,12			
	d=100 мм			0,82		18	1,8					1,8			
	d=80 мм			0,82		10	1					1			
	d=50 мм			0,64		12	0,94					0,94			
5	Сборка труб в секции	1 м	Е-9-2-1											м.н.т. 5р-1;3р-1	
	d=250 мм			0,05		101	0,62						0,62		
	d=200 мм			0,04		96,5	0,47						0,47		
	d=150 мм			0,03		335	1,23						1,23		
	d=100 мм			0,02		231	0,57						0,57		
	d=80 мм			0,02		350,5	7,01						7,01		
	d=50 мм			0,02		470	9,4						9,4		
6	Сварка поворотных стыков	1 стык	Е-22-2-2											электросварщик ручной сварки 5р-1	
	d=250 мм			0,66		28	2,5						2,5		
	d=200 мм			0,45		16	0,88						0,88		
	d=150 мм			0,34		40	1,66						1,66		
	d=100 мм			0,23		28	0,79						0,79		
	d=80 мм			0,2		46	1,12						1,12		
	d=50 мм			0,14		66	1,13						1,13		
7	Укладка секций труб в каналы, на опоры	1 м	Е-9-2-1											м.н.т. 5р-1;4р-2; 3р-2	

Продолжение приложения Б

№ п/п	Наименование работ	Един. изм.	Обосно- вание	Норма времени		Трудоемкость						Всего		Профессиона- льный, квалифициро- ванный и количественный состав бригад /по ЕНиР/	
				Чел.- час	Маш.- час	Захватка I			Захватка II			Чел.- дней	Маш.- смен		
						Объем работ	Чел.- дней	Маш.- смен	Объем работ	Чел.- дней	Маш.- смен				
	d=250 мм			0,2		101	2,47					2,47			
	d=200 мм			0,18		96,5	2,12					2,12			
	d=150 мм			0,16		335	6,54					6,54			
	d=100 мм			0,14		231	3,95					3,95			
	d=80 мм			0,14		350,5	5,99					5,99			
	d=50 мм			0,14		470	8,02					8,02			
8	Установка П-образных компенсаторов	1 шт	Е-9-2-17											м.н.т. 5р-1;4р-1; 3р-1	
	d=250 мм			10,5		2	2,56						2,56		
	d=200 мм			5,8		2	1,41						1,41		
	d=150 мм			3,5		4	1,7						1,7		
	d=100 мм			2,1		4	1,02						1,02		
	d=80 мм			2,1		4	1,02						1,02		
	d=50 мм			2,1		2	0,51						0,51		
	d=40 мм			2,1		2	0,51						0,51		
9	Неповоротная сварка	1 стык	Е-22-2-2											электросварщик ручной сварки 5р-1	
	d=250 мм			0,46		40	2,24						2,24		
	d=200 мм			0,4		28	1,37						1,37		
	d=150 мм			0,34		50	2,07						2,07		
	d=100 мм			0,3		50	1,83						1,83		
	d=80 мм			0,26		46	1,46						1,46		
	d=50 мм			0,17		92	1,91						1,91		

Продолжение приложения Б

№ п/п	Наименование работ	Един. изм.	Обосно- вание	Норма времени		Трудоемкость						Всего		Профессиона- льный, квалифициро- ванный и количественный состав бригад /по ЕНиР/
				Чел.- час	Маш.- час	Захватка I			Захватка II			Чел.- дней	Маш.- смен	
						Объем работ	Чел.- дней	Маш.- смен	Объем работ	Чел.- дней	Маш.- смен			
10	Первичные гидроиспытания	1 м	Е-9-2-9											м.н.т. 5р-1;4р-1; 3р-2
	d=250 мм			0,18		101	2,22					2,22		
	d=200 мм			0,16		96,5	1,89					1,89		
	d=150 мм			0,12		335	4,9					4,9		
	d=100 мм			0,1		231	2,82					2,82		
	d=80 мм			0,1		350,5	4,28					4,28		
	d=50 мм	0,1		470	5,73					5,73				
11	Окончательное гидравлическое испытание трубопроводов	1 м	Е-9-2-9											м.н.т. 5р-1;4р-1; 3р-2
	d=250 мм			0,18		101	2,22					2,22		
	d=200 мм			0,16		96,5	1,89					1,89		
	d=150 мм			0,12		335	4,9					4,9		
	d=100 мм			0,1		231	2,82					2,82		
	d=80 мм			0,1		350,5	4,28					4,28		
	d=50 мм	0,1		470	5,73					5,73				
12	Промывка и хлорирование трубопроводов	1 м	Е-9-2-9											м.н.т. 4р-1;3р-1; 2р-2
	d=250 мм			0,08		101	0,99					0,99		
	d=200 мм			0,07		96,5	0,83					0,83		
	d=150 мм			0,06		335	2,45					2,45		
	d=100 мм	0,05		231	1,41					1,41				

Продолжение приложения Б

№ п/п	Наименование работ	Един. изм.	Обосно- вание	Норма времени		Трудоемкость						Всего		Профессиона- льный, квалифициро- ванный и количественный состав бригад /по ЕНиР/
				Чел.- час	Маш.- час	Захватка I			Захватка II			Чел.- дней	Маш.- смен	
						Объем работ	Чел.- дней	Маш.- смен	Объем работ	Чел.- дней	Маш.- смен			
	d=80 мм			0,05		350,5	2,14					2,14		
	d=50 мм			0,05		470	2,87					2,87		
ИТОГО												156,9		
Затраты труда на необъемные работы выполняемые за счет накладных расходов, принимаются равными 16% от осуммарной трудоемкости основных работ														
												25,1		
Затраты труда на подготовительные работы, принимаются равными 8% от от суммарной трудоемкости основных работ														
												12,55		