

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт «Архитектурно-строительный»
Кафедра «Градостроительство, инженерные сети и системы»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент
_____ Д.В. Ульрих
_____ 2020 г.

Реконструкция отопительной котельной 4,3 МВт
станции ЛПДС «Челябинск» п. Ново-Синеглазово.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 08.03.01.2020.178 ПЗ ВКР

Консультанты:
Раздел «Автоматизация»
доцент, к.т.н.

_____ С.В. Панферов
_____ 2020 г.

Руководитель проекта:
Ст. преподаватель

_____ Дегтярь С.Л.
_____ 2020 г.

Автор проекта:
студент группы АС-425
_____ Тимаев Н.И
_____ 2020 г.

Нормоконтролер:
ст. преподаватель
_____ Дегтярь С.Л.
_____ 2020 г.

АННОТАЦИЯ

Тимаев Н.И. Выпускная квалификационная работа «Реконструкция отопительной котельной 4,3 МВт станции ЛПДС «Челябинск» п. Ново-Синеглазово» – Челябинск: ЮУрГУ, АСИ, 2020 г.
Объем работы: с.48
Библиографический список: 15 наим.
6 листов чертежей ф. А1.

В дипломном проекте разработаны следующие разделы : исходные данные , расчет тепловых нагрузок, определение расчетных расходов теплоносителя, построение годового графика расходов теплоты , построение температурного графика и отпуска тепловой нагрузки, принципиальная тепловая схема , подбор основного оборудования, тепловой расчет котла, дымовые трубы, отопление вентиляция , автоматизация работы котельной.

Графическая часть выполнена на 6 листах А1 и включает в себя: Общие данные, ситуационный план, план трубопроводов котельной , тепловая схема котельной, газоходы котельной.

						08.03.01.2020.178 ПЗ ВКР		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Зав. каф.	Ульрих Д.В				Реконструкция отопительной котельной 4,3 МВт станции ЛПДС «Челябинск» п. Ново-Синеглазово»	Стадия	Лист	Листов
Н.контр.	Дегтярь С.Л					ДП	3	47
Руководит.	Дегтярь СЛ					ЮУрГУ Кафедра ГИСиС		
Автор	ТимаевН.И							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Исходные данные	7
2 РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК.....	8
2.1 РАСЧЁТ ГОДОВЫХ РАСХОДОВ ТЕПЛА	10
3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ	12
4 ПОСТРОЕНИЕ ГОДОВОГО ГРАФИКА РАСХОДОВ ТЕПЛОТЫ	13
5 ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ГРАФИК РЕГУЛИРОВАНИЯ ОТПУСКА ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ.....	14
6 ПРИНЦИПАЛЬНАЯ ТЕПЛОВАЯ СХЕМА КОТЕЛЬНОЙ	16
6.1 ОПИСАНИЕ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ	16
6.2 РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ.....	17
7 ПОДБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОТЕЛЬНОЙ.....	20
7.1 ПОДБОР КОТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА.....	20
7.2 ПОДБОР ГОРЕЛОЧНОГО УСТРОЙСТВА.....	21
7.3 ПОДБОР ТЕПЛООБМЕНИКА.....	23
7.4 ПОДБОР НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	25
8. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ КОТЛА	28
8.1 РАСЧЕТ ЭНТАЛЬПИЙ ВОЗДУХА И ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ	30
9 ДЫМОВЫЕ ТРУБЫ.....	30
10 ОТОПЛЕНИЕ ВЕНТИЛЯЦИЯ.....	36
10.1 ВЕНТИЛЯЦИЯ КОТЕЛЬНОГО ЗАЛА.....	36
10.1.1 ПРИТОЧНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ.....	36
10.1.2 ВЫТЯЖНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ	38
10.3 ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС	41
11 АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ КОТЕЛЬНОЙ	42
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	44
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	45
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	46
Расходы тепла НПС «Челябинск»	46
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	47
Расходы теплоносителя НПС «Челябинск»	47
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	49
Годовой график расходов тепла НПС «Челябинск»	49
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	50
Температурный график регулирования отпуска тепловой нагрузки НПС «Челябинск»	50
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	51
Энтальпии теор. объема воздуха и продуктов сгорания топлива.....	51
ПРИЛОЖЕНИЕ И.....	53
Ситуационный план станции НПС «Челябинск»	53
ПРИЛОЖЕНИЕ К	54
Тепловая схема котельной станции НПС « Челябинск»	54

									Лист
									4
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

ПРИЛОЖЕНИЕ Л.....	55
План и разрез газоходов котельной станции НПС «Челябинск»	55
ПРИЛОЖЕНИЕ М.....	56
Технический лист секций приточной установки.....	56
ПРИЛОЖЕНИЕ Н.....	57
Технический лист котла ТТ100	57
ПРИЛОЖЕНИЕ О	59
Технический лист горелки CIB Unigaz HR93A PR-MD.....	59

					08.03.01.2020.178 ПЗ ВКР	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

Исходным объектом является водогрейная котельная-3,4 МВт ЛПДС «Челябинск» филиала акционерного общества «Транснефть-Урал» находящиеся по адресу п. Ново-Синеглазово ул. Советская 1а.

Линейная производственно-диспетчерская станция осуществляет прием, сдачу, хранение и транспортировку нефти и нефтепродуктов. Котельная станции рассчитана на тепловые нагрузки отопления и вентиляции. Нагрузки на горячие водоснабжение отсутствуют, т.к. для нагрева воды используется электрическое бойлерное оборудование.

Продукцией, вырабатываемой котельной, является горячая вода с параметрами 105/80°C . По надежности отпуска тепловой энергии потребителям относиться ко второй категории. Введена в эксплуатацию в 2011 году. В 2019 году были запроектированы новые отапливаемые помещения станции, следовательно, увеличилась тепловая нагрузка на отопление.

Целью выпускной квалификационной работы является реконструкция отопительной котельной 4,3 МВт станции ЛПДС «Челябинск» п. Ново-Синеглазово. Причиной реконструкции является повышение тепловой нагрузки с 3,4 МВт до 4,3 МВт.

					08.03.01.2020.178 ПЗ ВКР	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Краткое описание объекта проектирования

Объектом проектирования является водогрейная газовая котельная для инвестиционных проектов: блочно-модульная водогрейная котельная МВКУ-3,4 МВт ЛПДС «Челябинск» филиала акционерного общества «Транснефть-Урал» находящиеся по адресу п. Ново-Синеглазово ул. Советская 1а.

Котельная по отпуску тепла относится ко II категории. Потребитель относится ко II категории.

В качестве основного топлива используется природный газ с $Q_{н\ p} = 8000$ ккал/м³, в качестве аварийного - дизельное топливо с $Q_{н\ p} = 10000$ ккал/кг. Теплоноситель - сетевой контур вода с параметрами 95 - 70 °С. Теплоноситель - котловой контур вода с параметрами 105 - 80 °С.

2. Климатологические параметры Климатологические параметры наружного воздуха принимаются по [3] для города Челябинска и приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Климатологические параметры

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Величина
Температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0.92	$t_{но}$	°С	-32
Средняя температура наиболее холодного месяца	$t_{нхм}$	°С	-15
Средняя температура отопительного периода	$t_{от.п}$	°С	-6,6
Продолжительность отопительного периода	n_o	сутки	212

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

2 РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК

Расчет часовых расходов тепла на отопление производится по формулам [1]

I. Часовой расход тепла на отопление рассчитывается по формуле:

$$Q_o = q_o \cdot A \cdot V \cdot (t_b - t_n) \quad (2.1)$$

Где:

q_o – удельная тепловая характеристика здания для расчета отопления ккал/(м³·ч·°С) [1] (табл.11.18)

A – поправочный коэффициент для жилых и общественных зданий [1] (табл. 11.17);

V – строительный объем здания (м³);

t_b – средняя температура воздуха в помещениях отапливаемого здания, °С;

t_n – расчётная температура наружного воздуха в холодный период года, °С

1. Склад, $V = 2960 \text{ м}^3$, $t_g = 16 \text{ °С}$, $a = 0,98$.

$$Q_o = 0,98 \cdot 0,6 \cdot 2960 \cdot (16 - (-32)) \cdot 10^{-6} = 0,087 \text{ Гкал/ч}$$

2. Склад, $V = 2960 \text{ м}^3$, $t_g = 16 \text{ °С}$, $a = 0,98$.

$$Q_o = 0,98 \cdot 0,6 \cdot 2960 \cdot (16 - (-32)) \cdot 10^{-6} = 0,084 \text{ Гкал/ч}$$

3. Склад, $V = 2960 \text{ м}^3$, $t_g = 16 \text{ °С}$, $a = 0,98$.

$$Q_o = 0,98 \cdot 0,6 \cdot 2960 \cdot (16 - (-32)) \cdot 10^{-6} = 0,084 \text{ Гкал/ч}$$

4. Склад, $V = 2960 \text{ м}^3$, $t_g = 16 \text{ °С}$, $a = 0,98$.

$$Q_o = 0,98 \cdot 0,6 \cdot 2960 \cdot (16 - (-32)) \cdot 10^{-6} = 0,084 \text{ Гкал/ч}$$

5. Гараж арочный $V = 2974 \text{ м}^3$, $t_g = 18 \text{ °С}$, $a = 0,96$.

$$Q_o = 0,96 \cdot 0,6 \cdot 2974 \cdot (18 - (-32)) \cdot 10^{-6} = 0,086 \text{ Гкал/ч}$$

6. Гараж автомобильный $V = 4252 \text{ м}^3$, $t_g = 18 \text{ °С}$, $a = 0,96$.

$$Q_o = 0,96 \cdot 0,55 \cdot 4252 \cdot (18 - (-32)) \cdot 10^{-6} = 0,113 \text{ Гкал/ч}$$

7. Ремонтно-мастерская $V = 5340 \text{ м}^3$, $t_g = 18 \text{ °С}$, $a = 0,96$

$$Q_o = 0,96 \cdot 0,5 \cdot 5340 \cdot (18 - (-34)) \cdot 10^{-6} = 0,131 \text{ Гкал/ч}$$

Результаты расчета сводим в таблицу 2.1

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

Таблица 2.1-Расчетные расходы тепла

№	Наименование потребителя	Расход тепла кВт (Гкал/час)	Температура воздуха °С	Время работы систем Z, час
1	Склад	101,2 (0,087)	+16	24
2	Склад	101,2 (0,087)	+16	24
3	Склад	101,2 (0,087)	+16	24
4	Склад	101,2 (0,087)	+16	24
5	Гараж арочный	103,57 (0,089)	+18	24
6	Гараж	0,131 (0,113)	+18	24
7	Ремонта-мастерская	0,152 (0,131)	+18	24

Общая сводная таблица приведена в (прил. А)

2.1 РАСЧЁТ ГОДОВЫХ РАСХОДОВ ТЕПЛА

Годовой расчет тепла на отопление рассчитывается по формуле:

$$Q_o^{\text{год}} = 24 \cdot Q_{\text{отmax}} \cdot \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}} \cdot n_o \cdot 10^{-6} \quad (2.2)$$

Где: $t_{\text{ср. о.}}$ – температура наружного воздуха средняя за отопительный период – для Челябинска $t_{\text{ср. о.}} = -6,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{вн.}}$ - внутренняя температура в здании;

$t_{\text{р.о.}}$ - расчётная температура наружного воздуха = $-32 \text{ }^{\circ}\text{C}$

n_o - продолжительность отопительного периода = 212 суток

Q^{max}_o - максимальный часовой расход тепла на отопление общественных зданий, ккал/час, рассчитан по СНиП 2.04.07-86 (см. расчёт часовых расходов).

1. Склад

$$Q_o^{\text{год}} = 24 \cdot 0,087 \cdot \frac{16+6,6}{16+32} \cdot 212 = 205,8 \text{ Гкал/год}$$

2. Склад

$$Q_o^{\text{год}} = 24 \cdot 0,087 \cdot \frac{16+6,6}{16+32} \cdot 212 = 205,8 \text{ Гкал/год}$$

3. Склад

$$Q_o^{\text{год}} = 24 \cdot 0,087 \cdot \frac{16+6,6}{16+32} \cdot 212 = 205,8 \text{ Гкал/год}$$

4. Склад

$$Q_o^{\text{год}} = 24 \cdot 0,087 \cdot \frac{16+6,6}{16+32} \cdot 212 = 205,8 \text{ Гкал/год}$$

5. Гараж арочный

$$Q_o^{\text{год}} = 24 \cdot 0,089 \cdot \frac{18+6,6}{18+32} \cdot 212 = 221,19 \text{ Гкал/год}$$

6. Гараж

$$Q_o^{\text{год}} = 24 \cdot 0,113 \cdot \frac{18+6,6}{18+32} \cdot 212 = 289,88 \text{ Гкал/год}$$

7. Ремонтно-мастерская

$$Q_o^{\text{год}} = 24 \cdot 0,131 \cdot \frac{18+6,6}{18+32} \cdot 212 = 336,78 \text{ Гкал/год}$$

Определяя расчетный расход теплоты, учитывают, что при транспортировке теплоносителя происходят потери теплоты в окружающую среду, которые принимаются равными 5% от тепловой нагрузки. Поэтому суммарные расходы теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение умножают на коэффициент 1,05.

									Лист
									10
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

Таблица 2.1-Расчетные расходы тепла

№ п/п	Наименование потребителя	Расход тепла кВт/час (Гкал/год)
		Отопление
1	Склад	239,345 (205,80)
2	Склад	239,34 (205,80)
3	Склад	239,34 (205,80)
4	Склад	239,34 (205,80)
5	Гараж арочный	257,244 (221,19)
6	Гараж	337,130 (289,88)
7	Ремонта-мастерская	397,162 (336,78)
	Итого	1943,422 (1671,04)
	Всего с учетом 5% потерь	2040,591 (1754,59)

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Расчетные расходы теплоносителя определяются исходя из максимальных тепловых нагрузок на системы отопления, вентиляции и горячего водоснабжения с последующим их суммированием для каждого квартала.

Расход воды для систем отопления $G_{от}$, кг/ч, определяется по формуле:

$$G_{от} = \frac{3,6 \cdot Q_{от}^{max}}{c \cdot (T_1 - T_2)} \quad (3.1)$$

где $Q_{от}^{max}$ – максимальная тепловая нагрузка на систему отопления, Вт;

c – удельная теплоемкость воды, кДж/кг $^{\circ}$ С;

T_1, T_2 – расчетные температуры теплоносителя (при максимальных тепловых нагрузках) в подающем и обратном трубопроводах.

Суммарный расчетный расход теплоносителя определяется по формуле:

$$G_{\Sigma} = G_{от} + G_{в} + k_3 \cdot G_{ГВ}^{max} \quad (3.2)$$

где k_3 – коэффициент, учитывающий влияние качественного регулирования отпуска теплоты,

Пример расчета для 1-го абонента:

$$G_{от} = \frac{3,6 \cdot 0,097 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (95 - 70)} = 3,4 \text{ т/ч};$$

Результаты расчетов остальных абонентов сводится в таблицу 3.1.

Таблица 3.1.- Расчетные расходы теплоносителя

Наименование пот-я	Расчетный расход воды G, т/ч		
	$Q_{от}$	$G_{от}$	$G_{об}$
Склад	0,097	3,340	3,340
Склад	0,097	3,340	3,340
Склад	0,097	3,340	3,340
Склад	0,097	3,340	3,340
Гараж арочный	0,100	3,435	3,435
Гараж	0,131	4,502	4,502
Ремонтно-мастерская	0,152	5,230	5,230
		26,528	26,528

Общая сводная таблица приведена в (ПРИЛОЖЕНИЕ Б)

4 ПОСТРОЕНИЕ ГОДОВОГО ГРАФИКА РАСХОДОВ ТЕПЛОТЫ

График расходов теплоты применяется для решения важных вопросов теплофикации и централизованного теплоснабжения: выбора тепло-подготовительного оборудования для ТЭЦ и районных котельных, составления графика регулирования тепловой нагрузки, ремонта оборудования и тепловых сетей, координации графиков отпусков обслуживающего персонала и других целей.

Построение графика выполняется графоаналитическим способом.

Для этого график разбивается на части: вспомогательную (левую) и основную (правую).

Во вспомогательной части строятся графики зависимостей часовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение от наружной температуры t_n , °С, в основной части изображается количество теплоты, необходимое для систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения по продолжительности стояния наружной температуры t_n , °С.

Таблица 4.1 – Продолжительность стояния температур наружного воздуха (табл. 1.3 [2])

$t_n, ^\circ\text{C}$	-45	-40	-37	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	+5	+8
Продолжительность t_n , ч	-	-	83	129	263	364	539	771	905	932	1042	612
Σn	-	-	83	212	475	839	1378	215	3054	3986	5028	5640

Пример расчета для наружной $t_x = +8^\circ\text{C}$ при $t_n = -32^\circ\text{C}$:

$$Q_o^{+8} = 4,297 \cdot \frac{18-8}{18+32} = 0,859 \text{ МВт}$$

Полученные данные расчета сведены в таблицу 4.2

Таблица 4.2-Итоговая таблица тепловых нагрузок

Наименование нагрузки	Температура наружного воздуха				
	$t_{но}=-32^\circ\text{C}$	$t=-15,1^\circ\text{C}$	$t_{cp.o}=-6,6$	$t_n=8^\circ\text{C}$	$t>8^\circ\text{C}$
Q_o , МВт	4,297	2,892	2,231	0,859	0

Исходя данной таблицы можно построить годовой график расходов теплоты (ПРИЛОЖЕНИЕ В)

Далее по оси x справа откладываем последовательно в масштабе время повторяемости для каждого интервала наружных температур в часах. Ординаты точек, отложенных для каждого интервала температур, определяем с помощью графика зависимости суммарного расхода теплоты от t_n . Построение выполняем по точкам, соответствующим значениям t_n . Полученные в правой части точки графика соединяем плавной кривой и получаем график отпуска теплоты в течение

										Лист
										13
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	08.03.01.2020.178 ПЗ ВКР					

отопительного сезона. Затем добавляем летнюю часть графика, соответствующую расходу теплоты на горячее водоснабжение в летний период, и получаем суммарный годовой график отпуска теплоты в течении отопительного сезона. Затем добавляем летнюю часть графика, соответствующую расходу теплоты.

5 ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ГРАФИК РЕГУЛИРОВАНИЯ ОТПУСКА ТЕПЛОЙ НАГРУЗКИ

Согласно [15] при расчете графиков температур сетевой воды в системах централизованного теплоснабжения начало и конец отопительного периода принимается при среднесуточной температуре наружного воздуха $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение пяти суток.

Исходные данные для построения графика: температура наружного воздуха отопительного периода $t_o = -32$;

температура воды в подающем трубопроводе $\tau_1 = 105$;

температура воды в обратном трубопроводе $\tau_2 = 80$

температура воды в подающем трубопроводе СО $\tau_3 = 95$

температура внутреннего воздуха $t_B = 18$

Расчет параметров графика :

Средняя температура воды в ОП определяется по формуле :

$$\tau_m = \frac{\tau_3 + \tau_2}{2} \quad (5.1)$$

$$\tau_m = \frac{95 + 80}{2} = 87.5^{\circ}\text{C}$$

Температурный напор определяется по формуле :

$$\Delta t_o = \tau_m - t_B \quad (5.2)$$

$$\Delta t_o = 87.5 - 18 = 69.5^{\circ}\text{C}$$

Расчетный перепад температур сетевой воды определяется по формуле :

$$\Delta \tau = \tau_1 - \tau_2 \quad (5.3)$$

$$\Delta \tau = 105 - 80 = 25^{\circ}\text{C}$$

Расчет перепада температур воды в местной системе отопления по формуле

$$\theta = \tau_3 - \tau_2 \quad (5.4)$$

$$\theta = 95 - 80 = 15^{\circ}\text{C}$$

Расчет отопительной нагрузки определяется по формуле :

$$Q = \frac{\tau_i - \tau_H'}{\tau_i - \tau_o} \quad (5.5)$$

Определим температуру при подаче по формуле :

$$\tau_1 = t_i + \Delta t \cdot Q_0^{0.8} + \left(\Delta t - \frac{\theta}{2}\right) \cdot \theta \quad (5.6)$$

$$\tau_2 = t_i + \Delta t \cdot Q_0^{0.8} - \frac{\theta}{2} \cdot \theta \quad (5.7)$$

$$\tau_3 = t_i + \Delta t \cdot Q_0^{0.8} + \frac{\theta}{2} \cdot \theta \quad (5.8)$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Расчет при $\tau = +8^{\circ}\text{C}$

$$\tau_1 = t_i + \Delta t \cdot Q_0^{0,8} + \left(\Delta t - \frac{\theta}{2}\right) \cdot \theta$$

$$\tau_2 = t_i + \Delta t \cdot Q_0^{0,8} - \frac{\theta}{2} \cdot \theta$$

$$\tau_3 = t_i + \Delta t \cdot Q_0^{0,8} + \frac{\theta}{2} \cdot \theta$$

$$\tau_1 = 18 + 69,5 \cdot \left(\frac{18 - 8}{18 + 32}\right)^{0,8} + \left(25 - \frac{15}{2}\right) \cdot \left(\frac{18 - 8}{18 + 32}\right) = 40,68^{\circ}\text{C}$$

$$\tau_2 = 18 + 69,5 \cdot \left(\frac{18 - 8}{18 + 32}\right)^{0,8} - \frac{15}{2} \cdot \left(\frac{18 - 8}{18 + 32}\right) = 35,68^{\circ}\text{C}$$

$$\tau_3 = 18 + 69,5 \cdot \left(\frac{18 - 8}{18 + 32}\right)^{0,8} + \frac{15}{2} \cdot \left(\frac{18 - 8}{18 + 32}\right) = 38,68^{\circ}\text{C}$$

Занесем следующие значения в таблицу 5.1

Таблица 5.1 Расчетные значения температур теплоносителя.

τ_i	Температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$									
	8	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-32
τ_1	40,68	46,21	54,99	63,39	71,51	79,39	87,10	94,65	102,1	105
τ_2	35,68	39,71	45,99	51,89	57,51	62,89	68,10	73,15	78,1	80
τ_3	38,68	43,61	51,39	58,79	65,91	72,79	79,50	86,05	92,47	95

Исходя данной таблицы можно построить температурный график регулирования отпуска тепловой нагрузки (ПРИЛОЖЕНИЕ Г)

6 ПРИНЦИПАЛЬНАЯ ТЕПЛОВАЯ СХЕМА КОТЕЛЬНОЙ

Основной целью расчета любой тепловой схемы котельной является выбор основного и вспомогательного оборудования с определением исходных данных для последующих технико-экономических расчетов.

Условное графическое обозначение основного и вспомогательного оборудования котельной установки, соединенное линиями трубопроводов, называется тепловой схемой котельной.

6.1 ОПИСАНИЕ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ

В соответствии с заданием на проектирование, а также согласно тепловым нагрузкам в проекте приняты два водогрейных котла Термотехник ТТ100 установленной мощностью 2200 кВт с комбинированными горелками, СІВ Unigaz HR-93A PR-MD предназначенным для работы на природном газе и дизельном топливе.

Проектом предусмотрено разделение котлового и сетевого контуров пластинчатыми теплообменниками, причем каждый котел имеет индивидуальный котловой контур со своим разделительным теплообменником «Ридан» типа НН№47.

Так же подобраны сетевые насосы компании Wilo типа NL125/315-30-4-12 рециркуляционные насосы типа NL 50/160-0.55-4-0.5. Циркуляция теплоносителя в котловом контуре обеспечивается котловыми насосами ІL150/220-11/4 .

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Тип	Модель	Мощность кВт		Электрическое питание	Двигатель вентилятора кВт	Двигатель насоса кВт	Присоединительные размеры по газу
		мин.	макс.				
HR91A	MG.xx.S.xx.A.1.xx	480	2.670	230/400 V 3N AC	4,0	1,1	2" - DN65 - 80 - 100
HR92A	MG.xx.S.xx.A.1.xx	480	3.050	230/400 V 3N AC	5,5	1,1	2" - DN65 - 80 - 100
HR93A	MG.xx.S.xx.A.1.xx	550	4.100	230/400 V 3N AC	7,5	1,1	2" - DN65 - 80 - 100

Конфигурацию газовых рампы Вы найдете на стр. 150-152.

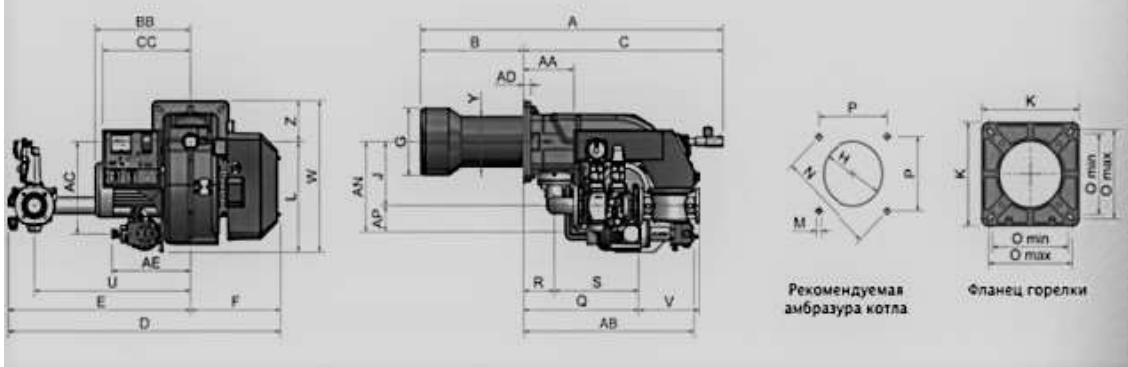


Рисунок 6.1 Теплотехническая характеристика горелок

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

6.2 РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ

Расчет тепловой схемы котельной выполняется по методике, представленной в [3] для трех режимов работы котельной: максимально зимнего (мз), наиболее холодного месяца (хм), летнего (л). По исходным данным выбираем схему подключения теплообменников горячего водоснабжения:

$$\frac{Q_{\text{ГВС}}^{\text{МЗ}}}{Q_0^{\text{МЗ}}} = \frac{0}{4,3} = 0$$

Так как $\frac{Q_{\text{ГВС}}^{\text{МЗ}}}{Q_0^{\text{МЗ}}} = 0 < 0,2$, то принимаем одноступенчатую последовательную схему подключения теплообменников.

Определяем коэффициент снижения расхода теплоты на нужды отопления и вентиляции для наиболее холодного месяца:

$$K_{\text{ОВ}} = \frac{t_{\text{В}} - t_{\text{Н}}^{\text{ХМ}}}{t_{\text{В}} - t_{\text{Н}}^{\text{МЗ}}} \quad (6.1)$$
$$K_{\text{ОВ}} = \frac{18 - 15,6}{18 - 32} = 0,65$$

Определяем температуру воды, °С, в подающем трубопроводе на нужды отопления и вентиляции для наиболее холодного месяца:

$$t_1^{\text{ХМ}} = t_{\text{В}} + (82,5 - t_{\text{В}}) \cdot (K_{\text{ОВ}})^{0,8} + ((t_1^{\text{МЗ}} - t_2^{\text{МЗ}}) - 17,5) \cdot K_{\text{ОВ}} \quad (6.2)$$

где 82,5 – средняя температура отопительного прибора при расчете отопления на параметры 95°-75°С ;

$t_1^{\text{МЗ}}$ – расчетная температура в подающем трубопроводе, принимаем по заданию $t_1^{\text{МЗ}} = 95^\circ\text{С}$;

$t_2^{\text{МЗ}}$ – расчетная температура в обратном трубопроводе после систем отопления и вентиляции, принимаем по заданию $t_2^{\text{МЗ}} = 70^\circ\text{С}$;

17,5 – половина температурного перепада в системе отопления, °С .

$$t_1^{\text{ХМ}} = 18 + (82,5 - 18) \cdot (0,65)^{0,8} + ((105 - 80) - 12,5) \cdot 0,65 = 71,3^\circ\text{С}$$

Определяем температуру воды (°С) в обратном трубопроводе после систем отопления и вентиляции для наиболее холодного месяца:

$$t_2^{\text{ХМ}} = t_1^{\text{ХМ}} - (t_1^{\text{МЗ}} - t_2^{\text{МЗ}}) \cdot K_{\text{ОВ}} \quad (6.3)$$
$$t_2^{\text{ХМ}} = 71,3 - (105 - 80) \cdot 0,65 = 55,1^\circ\text{С}$$

Определим суммарную тепловую нагрузку, МВт, на нужды вентиляции и отопления:

$$Q_{\text{ОВ}}^{\text{МЗ}} = Q_0^{\text{МЗ}} + Q_{\text{В}}^{\text{МЗ}} \quad (6.4)$$

$$Q_{\text{ОВ}}^{\text{ХМ}} = Q_0^{\text{МЗ}} \cdot K_{\text{ОВ}} \quad (6.5)$$

$$Q_{\text{ОВ}}^{\text{МЗ}} = 3,692 + 0,6 = 4,3 \text{ МВт}$$

$$Q_{\text{ОВ}}^{\text{ХМ}} = 4,3 \cdot 0,65 = 2,8 \text{ МВт}$$

Определим суммарную тепловую нагрузку, МВт, на нужды отопления, вентиляции и горячего водоснабжения:

$$Q^{\text{МЗ}} = Q_{\text{ОВ}}^{\text{МЗ}} + Q_{\text{ГВС}}^{\text{МЗ}} \quad (6.6)$$

$$Q^{\text{ХМ}} = Q_{\text{ОВ}}^{\text{ХМ}} + Q_{\text{ГВС}}^{\text{ХМ}} \quad (6.7)$$

$$Q^{\text{МЗ}} = 4,3 + 0 = 4,3 \text{ МВт}$$

$$Q^{\text{ХМ}} = 2,8 + 0 = 2,8 \text{ МВт}$$

					08.03.01.2020.178 ПЗ ВКР	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Определим расход сетевой воды, на нужды отопления и вентиляции:

$$G_{\text{ОВ}} = \frac{860 \cdot Q_{\text{ОВ}}}{t_1 - t_2} \quad (6.8)$$

$$G_{\text{ОВ}}^3 = \frac{860 \cdot 4,3}{105 - 80} = 148 \frac{\text{Т}}{\text{Ч}}$$

Определим расход сетевой воды, на нужды отопления, вентиляции и ГВС внешних потребителей:

$$G_{\text{ВН}}^{\text{МЗ}} = G_{\text{ОВ}}^{\text{МЗ}}$$

$$G_{\text{ВН}}^{\text{МЗ}} = 148 \frac{\text{Т}}{\text{Ч}}$$

Определим температуру сетевой воды, после внешних потребителей:

$$t_{\text{обр}} = t_2 - \frac{860 \cdot Q_{\text{ГВС}}}{G_{\text{ВН}} \cdot \eta} \quad (6.9)$$

где η – тепловая эффективность теплообменников, принимаем $\eta=0,98$.

$$t_{\text{обр}} = 80 - \frac{860 \cdot 0}{148 \cdot 0,98} = 80^\circ\text{C}$$

Определим расход химически очищенной воды, для восполнения утечек сетевой воды:

$$G_{\text{ХОВ}} = 0,01 \cdot K_{\text{ТС}} \cdot G_{\text{ВН}} \quad (6.10)$$

Где $K_{\text{ТС}}$ - процент утечек в тепловой сети, принимаем $K_{\text{ТС}} = 2\% = 0,02$.

$$G_{\text{ХОВ}} = 0,01 \cdot 0,02 \cdot 148 = 0,03 \frac{\text{Т}}{\text{Ч}}$$

Определим суммарный расход теплоты, МВт, который необходимо выработать в котлах:

$$\Sigma Q = Q + Q_{\text{СВ}} + Q_{\text{ХОВ}} + Q_{\text{Д}} - Q_{\text{ОХЛ}}$$

$$\Sigma Q = 4,3 + 0,001 + 0,01 + 0,01 - 0,05 = 4,26 \text{ МВт}$$

Расход воды, через водогрейные котлы:

$$G_k^{\text{МЗ}} = \frac{860 \cdot \Sigma Q}{t_1^{\text{БК}} - t_2^{\text{БК}'}} \quad (6.10)$$

где $t_2^{\text{БК}'}$ температура воды на входе в котел, принимается по паспорту, $t_2^{\text{БК}'} = 80^\circ\text{C}$

$$G_k^{\text{МЗ}} = \frac{860 \cdot 4,26}{105 - 80} = 147 \frac{\text{Т}}{\text{Ч}}$$

Определим расход воды, на рециркуляцию:

$$G_{\text{рец}} = \frac{G_k \cdot (t_2^{\text{БК}} - t_{\text{обр}})}{t_1^{\text{БК}} - t_{\text{обр}}} \quad (6.11)$$

$$G_{\text{рец}} = \frac{147 \cdot (80 - 75)}{105 - 75} = 24,5 \frac{\text{Т}}{\text{Ч}}$$

Определим расход воды, по перепускной линии:

$$G_{\text{пер}} = \frac{G_{\text{ВН}} \cdot (t_1^{\text{БК}} - t_1)}{t_1^{\text{БК}} - t_{\text{обр}}} \quad (6.12)$$

$$G_{\text{пер}}^{\text{МЗ}} = \frac{148 \cdot (105 - 105)}{105 - 75} = 0 \frac{\text{Т}}{\text{Ч}}$$

Определим расход воды, в обратной линии (с учетом утечек):

$$G_{\text{обр}} = G_{\text{ВН}} - G_{\text{ут}}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$$G_{\text{обр}}^{\text{МЗ}} = 148 - (148 \cdot 2\%) = 145,04 \frac{\text{Т}}{\text{Ч}}$$

Определим расчетный расход воды, через котлы:

$$G'_K = G_{\text{вн}} + G_{\text{гр}}^{\text{ПОД}} + G_{\text{рец}} - G_{\text{пер}}$$

$$G'_K{}^{\text{МЗ}} = 148 + 0,3 + 24,5 - 0 = 172,8 \frac{\text{Т}}{\text{Ч}}$$

Определим расход воды, к внешним потребителям по подающей линии:

$$G' = G'_K - G_{\text{гр}}^{\text{ПОД}} - G_{\text{гр}}^{\text{Д}} - G_{\text{рец}} + G_{\text{пер}}$$

$$G'^{\text{МЗ}} = 172,8 - 0,3 - 0,5 - 24,5 + 0 = 147,4 \frac{\text{Т}}{\text{Ч}}$$

Определим невязку вычисленного и уточненного ранее расходов воды внешними потребителями:

$$\Delta G = \frac{G_{\text{вн}} - G'}{G_{\text{вн}}} \quad (6.13)$$

$$\Delta G = \frac{148 - 147,4}{148} \cdot 100\% = 0,4\%$$

Так как $\Delta G = 0,4\% \leq 3\%$ значит расчет выполнен верно.

$$n = \frac{G'_k}{G^{\text{ВК}}} \quad (6.14)$$

где $G^{\text{ВК}}$ расчетный расход воды через один котел, принимается по паспортным данным $G^{\text{ВК}} = 78 \frac{\text{Т}}{\text{Ч}}$

$$n = \frac{147,4}{78} = 1,9 \approx 2$$

7 ПОДБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОТЕЛЬНОЙ

На основе результатов расчета тепловой схемы произведем подбор основного оборудования. Согласно [14] Тепловые нагрузки для расчета и выбора оборудования котельной следует определять для обеспечения устойчивой работы при трех режимах:

- максимального - при температуре наружного воздуха в наиболее холодную пятидневку;
- среднего - при средней температуре наружного воздуха холодного месяца;
- минимального, летнего - при минимальной нагрузке горячего водоснабжения.

Число и производительность котлов, установленных в котельной, следует выбирать, обеспечивая:

- расчетную мощность котельной согласно 4.12;
- стабильную работу котлов при минимально допустимой нагрузке в теплый период года.

7.1 ПОДБОР КОТЕЛЬНОГО АГРЕГАТА

Подбор котла производится по установленной мощности котельной в зимний период 4,3 МВт в соответствии с техническим заданием. В данном проекте принимаем к установке 2 водогрейных котла марки ТЕРМОТЕХНИК тип ТТ100 с номинальной мощностью 2200 кВт.

Котлы серии ТЕРМОТЕХНИК тип ТТ100 – это трехходовые водогрейные газотрубные котлы; изготавливаются мощностью от 1,0 до 16,5 МВт. Область применения: стационарные, блочно- модульные и транспортабельные котельные, используемые в закрытых и открытых системах теплоснабжения.

максимальные значения эксплуатационного КПД среди котлов данного класса. Высокая эффективность достигается следующими способами

Интенсивный конвективный теплообмен. Трехходовая конструкция и оптимально подобранные теплообменные поверхности, включая полностью омываемую теплоносителем первую поворотную камеру, позволяют максимально использовать энергию дымовых газов, передавая ее теплоносителю, циркулирующему в объеме котла. 2. Интенсивный лучистый теплообмен. Гладкостенная цилиндрическая жаровая труба полностью омывается теплоносителем, что позволяет максимально воспринимать излучение факела и передавать воспринятое тепло теплоносителю. 3. Точный подбор соотношения сечений дымогарных труб второго и третьего ходов обеспечивает минимальные значения аэродинамического сопротивления при сохранении высокой площади теплообменных поверхностей. 4. Качественная теплоизоляция. Для тепловой

					08.03.01.2020.178 ПЗ ВКР	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

изоляция корпуса котла применены минеральные маты с низкими значениями коэффициентов теплопроводности сводит к минимуму потери энергии в окружающую среду через обшивку котла

Таблица 7.2 Основные характеристики котла

Наименование	Ед.изм.	Показатели	Примечание
Марка котла	-	ТЕРМОТЕХНИ К тип ТТ100	
Теплопроизводительность	кВт	2200	
Коэффициент полезного действия	%	92,2	
Температура на входе в котел (max)	°С	105	
Температура на выходе из котла (min)	°С	80	
Максимальное рабочее давление воды	МПа	0,6	
Температура уходящих газов	°С	185	
Водяной объем	м ³	2,7	
Гидравлическое сопротивление	м.в.ст.	4,23	
Тип горелочного устройства	-	CIB Unigaz HR-93A PR-MD	комбинированная
Производительность горелки	кВт	2386	
Мощность электрического двигателя вентилятора горелки	кВт	5,5	
Габаритные размеры котла (ДхШхВ)	мм	3340 1740 1968	
Масса котлоагрегата	кг	4632	Без воды

Трехходовая схема газового тракта котла с низкой теплонапряженностью камеры сгорания обеспечивает удобную настройку режимов горения котла и минимальные выделения вредных продуктов сгорания. Низкое аэродинамическое сопротивление котла позволяет наиболее оптимально подобрать горелочное устройство.

7.2 ПОДБОР ГОРЕЛОЧНОГО УСТРОЙСТВА

Горелочные устройства должны обеспечивать надежное воспламенение и устойчивое горение топлива без отрыва и проскока пламени в заданном диапазоне режимов работы, не допускать выпадения капель топлива на поверхность топки.

					08.03.01.2020.178 ПЗ ВКР	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Аэродинамические характеристики горелок и их размещение должны обеспечивать равномерное заполнение топки факелом без наброса его на стены и исключать образование застойных и плохо вентилируемых зон в объеме топки

Горелочные устройства подбираются в зависимости от типа топлива, давления газа для конкретной модели котла. В данном проекте в качестве топлива предусмотрен природный газ по ГОСТ 5542-2014, а в качестве аварийного топлива предусмотрено дизельное топливо, поэтому к установке примем горелочное устройство комбинированного типа.

Подбор выполняется по тепловой мощности горелки, кВт, которая определяется по формуле:

$$Q_{\Gamma} = \frac{Q_{\text{уст}} \cdot 100}{\eta}$$

где $Q_{\text{уст}}$ – номинальная тепловая мощность котла, кВт, $Q_{\text{уст}} = 2200$ кВт
 η - КПД котла, $\eta = 92,2$

$$Q_{\text{уст}} = \frac{2200 \cdot 100}{92,2} = 2386 \text{ кВт}$$

Также следует учесть аэродинамическое сопротивление газового тракта котла которое равно 963 Па. Для подбора горелочного устройства сопротивление следует перевести в миллибары $963 \text{ Па} = 9,63 \text{ мбар}$. Подбор осуществляется по рабочему графику горелки

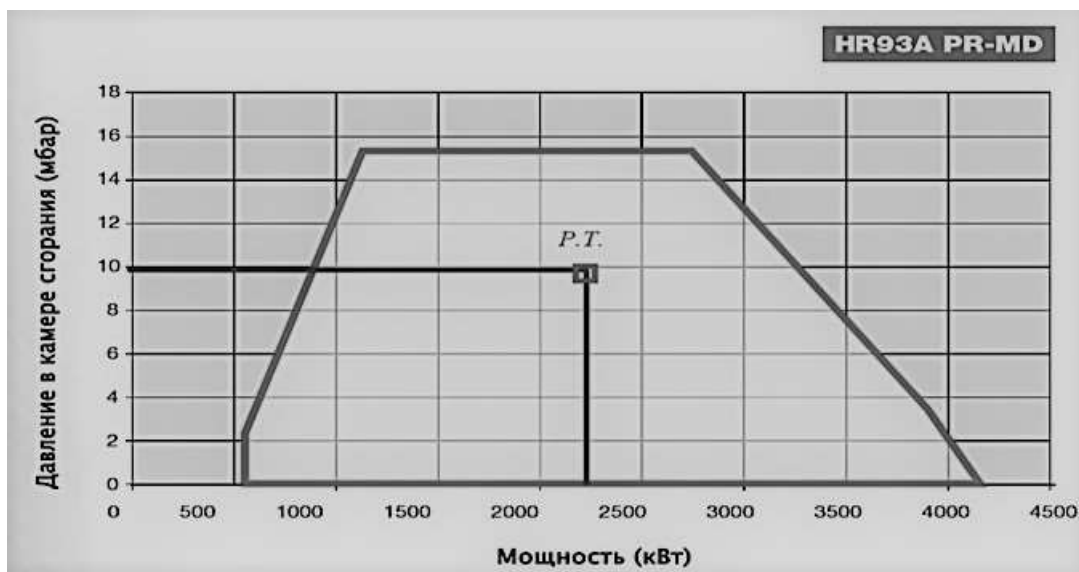


Рисунок 7.3 -Подбор горелочного устройства

К установке принимаем горелочное устройство комбинированного типа (газ/дизель) модели CIB Unigaz серии HR-93A PR-MD. Производительность горелки 2386 кВт.

Тип	Модель	Мощность кВт		Электрическое питание	Двигатель вентилятора кВт	Двигатель насоса кВт	Присоединительные размеры по газу
		мин.	макс.				
HR91A	MG.xx.S.xx.A.1.xx	480	2.670	230/400 V 3N AC	4,0	1,1	2" - DN65 - 80 - 100
HR92A	MG.xx.S.xx.A.1.xx	480	3.050	230/400 V 3N AC	5,5	1,1	2" - DN65 - 80 - 100
HR93A	MG.xx.S.xx.A.1.xx	550	4.100	230/400 V 3N AC	7,5	1,1	2" - DN65 - 80 - 100

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

7.3 ПОДБОР ТЕПЛООБМЕНИКА

Проектом предусмотрено разделение котлового и сетевого контуров пластинчатыми теплообменниками, причем каждый котел имеет индивидуальный котловой контур со своим разделительным теплообменником.

Подбор теплообменников производится в специализированной программе «Ридан» исходя из типа среды, температурного графика греющей и нагреваемой сред и мощности котлоагрегата.

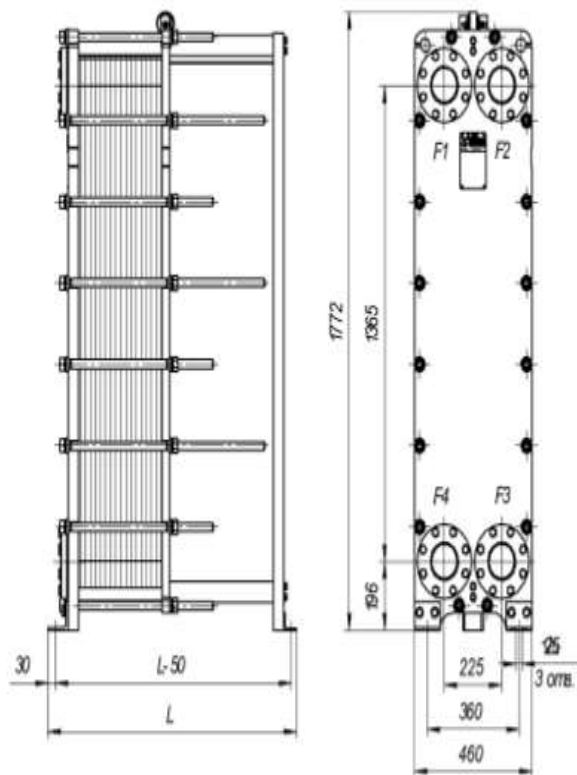
Нагреваемой средой является вода, температурный график греющей среды 105/80 °С, температурный график нагреваемой среды 95/70 °С, мощность котлоагрегата 20 МВт. Запас поверхности на загрязнение 10%.

Исходя из расчета принимаем пластинчатый теплообменник разделения контуров типа НН №47 Общее количество теплообменников в системе 2 штуки

Контур Среда	Горячая сторона	Холодная сторона
	Вода	Вода
Расход, т/ч	74,0	74,0
Температура на входе, С°	105	70
Температура на выходе, С°	80	95
Потери давления, м. вод. ст.	2,98	2,8
Скорость в порту, м/с	2,72	2,7
Скорость в каналах, м/с	0,9	0,85
Тепловая нагрузка, ккал/ч	1 859 855	
Запас площади поверхности, %	10	
Коеф. теплопередачи, ккал/м ² *ч*К	4 843 / 5329	
Эффективная площадь, м ²	38,4	
Число пластин	77	
Компоновка каналов	1 x 38 + 0 x 0	1 x 38 + 0 x 0
Внутренний объём, л	43,7	43,7
Толщина, материал пластин	0.5 мм AISI316L	
Материал прокладок	EPDM	
Расчетное/пробное давление, кгс/см ²	10/14	
Расчетная температура, С°	130	
Соединения	Соединение фланцевое Ду100, Ру10 ГОСТ 33259-2015	Соединение фланцевое Ду100, Ру10 ГОСТ 33259-2015
Покрытие портов		
Межфланцевые прокладки	Прокладка А-100-10/16 ПОН-Б ГОСТ 15180-86	Прокладка А-100-10/16 ПОН-Б ГОСТ 15180-86
Ответные фланцы	Фланец 100-10-01-1-В-Ст.20-III-дв110 ГОСТ 33259-2015	Фланец 100-10-01-1-В-Ст.20-III-дв110 ГОСТ 33259-2015

Рисунок 7.4 - Результаты подбора теплообменника

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Масса нетто: 668,06 кг.

Внутренний объем: 87,4 л.

Длина 1000 мм.

Максимальное кол-во пластин: 105

F1 - Вход горячей среды
F2 - Выход холодной среды
F3 - Вход холодной среды
F4 - Выход горячей среды

Рисунок 7.4.1-Параметры и габариты теплообменника

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

08.03.01.2020.178 ПЗ ВКР

Лист

24

7.4 ПОДБОР НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Подбор сетевых насосов

Расчетный напор, м, определяется по формуле:

$$H_c^H = 1,1 \cdot (\Delta H_{TC} + \Delta H_K)$$

Где ΔH_{TC} - потери давления в тепловой сети, м, принимаем $\Delta H_{TC} = 42$ м

ΔH_K - гидравлическое сопротивление котла в соответствии с каталогом, м, умноженное на коэффициент запаса 1,5, принимаем $\Delta H_K = 1,5 \cdot 0,43 = 0,65$ м

$$H_c^H = 1,1 \cdot (42 + 0,65) = 47 \text{ м}$$

Расчетная производительность, сетевого насоса определяется по формуле:

$$G_c^H = 1,5 \cdot (G_{BH} + G_{гр.})$$

Где $G_{BH} + G_{гр.}$ - расходы в соответствии расчетом тепловой сети, $\frac{т}{ч}$

$$G_c^H = 1,5 \cdot (148 + 0,3) = 223 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Исходя из расчетных данных принимаем насос Wilo NL125/315-30-4-12 количестве 2 штук. Рабочая характеристика насоса приведена на рисунке 7.5

					08.03.01.2020.178 ПЗ ВКР	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

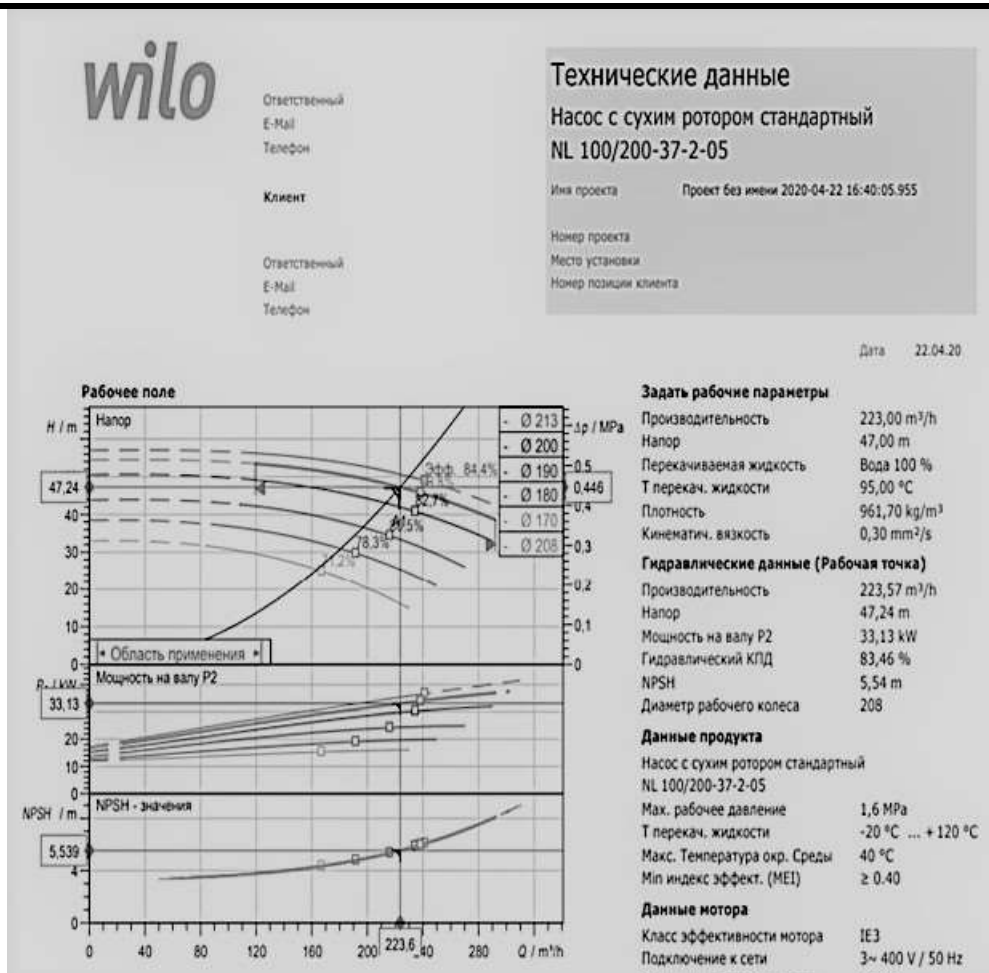


Рисунок 7.5-Характеристика насоса NL100/200-30-4-12

Одноступенчатый центробежный насос с сухим ротором линейного типа, предназначенный для установки в трубах или на фундаменте. Блочная конструкция с низким уровнем шума и вибрации, с фонарем и неподвижно присоединенным стандартным электродвигателем с фланцевым креплением (стандартный электродвигатель). С не зависящим от направления вращения скользящим торцевым уплотнением в кожухе с принудительным охлаждением и снижающим кавитацию рабочим колесом.

Согласно СП 124.13330. «Тепловые сети» пб.16 расход подпиточной воды в рабочем режиме должен компенсировать расчетные (нормируемые) потери сетевой воды в системе теплоснабжения.

Подбор рециркуляционных насосов

Расчетный напор, м, определяется по формуле:

$$H_{\text{рец}}^H = 1,1 \cdot (\Delta H_{\text{обр}} + \Delta H_{\text{к}})$$

Где $\Delta H_{\text{обр}}$ - потери давления в тепловой сети, м, принимаем $\Delta H_{\text{обр}} = 25,5\text{м}$

$\Delta H_{\text{к}}$ - гидравлическое сопротивление котла в соответствии с каталогом, м, умноженное на коэффициент запаса 1,5, принимаем $\Delta H_{\text{к}} = 1,5 \cdot 0,43 = 0,65\text{м}$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

$$H_{\text{рец}}^H = 1,1 \cdot (25,5 + 0,65) = 28,5\text{м}$$

Расчетная производительность, насоса определяется по формуле:

$$G_{\text{рец}}^H = 1,5 \cdot G_{\text{рец}}$$

$G_{\text{рец}}$ - расход воды на рециркуляцию в соответствии с расчетом тепловой сети

$$G_{\text{рец}}^H = 1,5 \cdot 24,5 = 36 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Исходя из расчетных данных принимаем насос Wilo IL 50/160-5.5/2 в количестве 2 штук.

Рабочая характеристика насоса приведена на рисунке 7.6

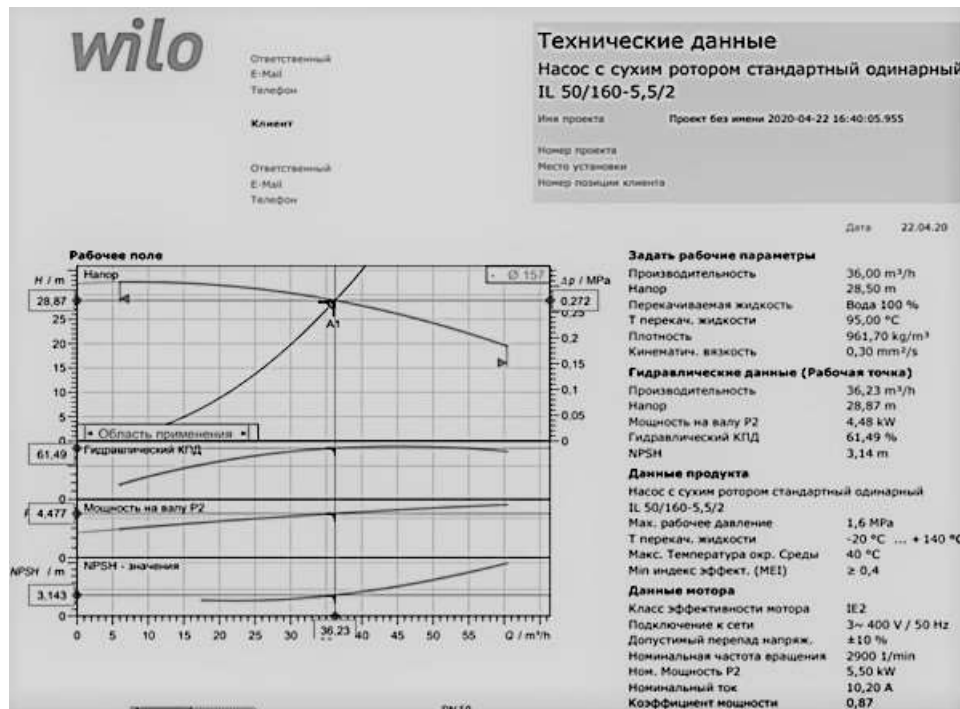


Рисунок 7.6 -Рабочая характеристика насоса NL 50/160-0.55-4-0.5

Циркуляция теплоносителя в котловом контуре обеспечивается котловыми насосами IL150/220-11/4 . Общее количество насосов в системе 2 штук.

Характеристика насоса представлена на рисунке 7.7.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Ответственный
E-Mail
Телефон

Клиент

Ответственный
E-Mail
Телефон

Технические данные

Насос с сухим ротором стандартный одинарный
IL 150/220-11/4

Имя проекта Проект без имени 2020-04-22 16:40:05.955

Номер проекта
Место установки
Номер позиции клиента

Дата 22.04.20

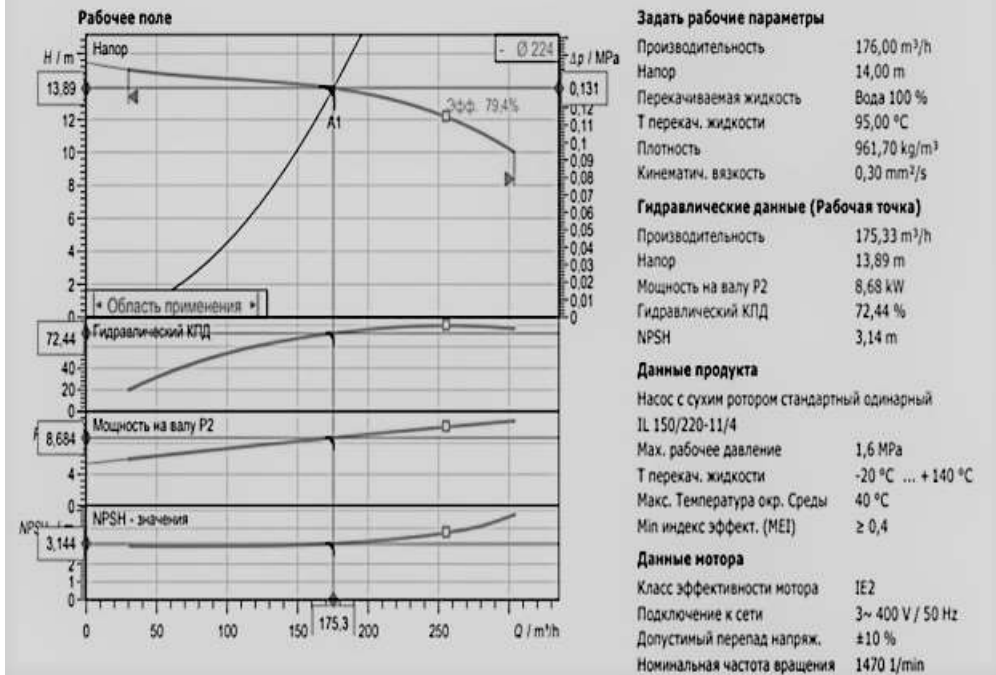


Рисунок 7.7 Рабочая характеристика насоса IL150/220-11/4

8. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ КОТЛА

Основным топливом для котлов служит природный газ газопровода Бухара - Урал.

Характеристика топлива:

Таблица 9 – Характеристика топлива

CH	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	N ₂	CO ₂	Q ^P _H
----	-------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	----------------	-----------------	-----------------------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	08.03.01.2020.178 ПЗ ВКР	Лист
						28

							МДж/м ³
94,9%	3,2%	0,4%	0,1%	0,1%	0,9%	0,4%	33,5

$$Q_H^p = 33472 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3} \rho = 0,685 \frac{\text{кгс}}{\text{м}^3}$$

Так как в топке избыточное давление, то присосов воздуха нет. Коэффициент избытка воздуха $\alpha = 1,05$ (по паспорту горелки).

Рассчитываем теоретический объем воздуха, необходимый для сгорания 1 м³ топлива:

$$V^0 = 0,0476 \cdot [0,5\text{CO} + 0,5\text{H}_2 + 1,5\text{H}_2\text{S} + \sum(m + 0,25n) \cdot \text{C}_m\text{H}_n - \text{O}_2]; \quad (8.1)$$

$$V^0 = 0,0476 \cdot [0,5 \cdot 0 + 0 + 0 + (1 + 0,25 \cdot 4) \cdot 94,9 + (2 + 0,25 \cdot 6) \cdot 3,2 + (3 + 0,25 \cdot 8) \cdot 0,4 + (4 + 0,25 \cdot 10) \cdot 0,1 + (5 + 0,25 \cdot 12) \cdot 0,1 - 0] = 9,732 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}$$

Теоретические объёмы продуктов сгорания топлива:

а) объём трехатомных газов:

$$V_{\text{RO}_2} = 0,01(\text{CO}_2 + \text{CO} + \text{H}_2\text{S} + \sum \text{ZmC}_m\text{H}_n) \quad (8.2)$$

$$V_{\text{RO}} = 0,01 \cdot (0,4 + 0 + 0 + 1 \cdot 94,4 + 2 \cdot 3,2 + 3 \cdot 0,4 + 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,1) = 1,038 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

б) объём двухатомных газов:

$$V_{\text{N}_2}^0 = 0,79 \cdot V^0 + 0,01 \cdot \text{N}_2 \quad (8.3)$$

из этого выражения можно посчитать значение:

$$V_{\text{N}_2}^0 = 0,79 \cdot 9,732 + 0,01 \cdot 0,9 = 7,967 \frac{\text{нм}^3}{\text{м}^3}$$

в) объём водяных паров:

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^0 = 0,01 \cdot (\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2 + \sum 0,5n\text{C}_m\text{H}_n + 0,124 \cdot d_{\text{г.тл}}) + 0,0161 \cdot V^0$$

где $d_{\text{г.тл}}$ - влагосодержание топлива, отнесенное к 1 м³ сухого газа, г/м³; при $t_{\text{г.тл}} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ тогда можно подсчитать что: $d_{\text{г.тл}} = 10 \text{ г/м}^3$

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^0 = 0,01 \cdot (0 + 0 + (0,5 \cdot 4 \cdot 94,4) + (0,5 \cdot 6 \cdot 3,2) + (0,5 \cdot 8 \cdot 0,01) + (0,5 \cdot 12 \cdot 0,1) + (0,124 \cdot 10)) + (0,0161 \cdot 9,732) = 2,169 \frac{\text{нм}^3}{\text{м}^3}$$

Определим объём продуктов сгорания, объёмные доли трёхатомных газов и другие характеристики продуктов сгорания в поверхностях нагрева.

Результаты сводим в таблицу 10

Таблица 10 – объёмы продуктов сгорания

Величин а	Формула	Размерность	Результат
Среднее значение коэффициента α	по паспорту горелки		1,05
Объём водяных паров	$V_{\text{H}_2\text{O}} = V_{\text{H}_2\text{O}}^0 + 0,0161 \cdot (\alpha - 1) \cdot V^0$	нм ³ /м ³	$2,169 + 0,0161 \cdot (1,05 - 1) \cdot 9,732 = 2,177$

							Лист
							29
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	08.03.01.2020.178 ПЗ ВКР		

Объем дымовых газов	$V_{\Gamma} = V_{RO_2} + V_{N_2}^0 + V_{H_2O} + (\alpha - 1) \cdot V^0$	нм ³ /м ³	1,038 + 7,697 + 2,177 + + (1,05 - 1) · 9,732 = 11,398
Объемные доли трехатомных газов	$r_{RO_2} = V_{RO_2} / V_{\Gamma}$		1,038 / 11,398 = 0,091
Объемные доли водяных паров	$r_{H_2O} = V_{H_2O} / V_{\Gamma}$		2,177 / 11,398 = 0,191
Суммарная объемная доля трехатомных газов	$r_n = r_{RO_2} + r_{H_2O}$		0,091 + 0,191 = 0,282

8.1 РАСЧЕТ ЭНТАЛЬПИЙ ВОЗДУХА И ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ

Используем для расчёта следующие формулы:

Энтальпия теоретического объёма воздуха:

$$I_B^0 = V^0 (ct)_B$$

где $(ct)_B$ – удельная энтальпия 1м³ воздуха, кДж/м принимаем из таблиц.

Энтальпия теоретического объема продуктов сгорания:

$$I_{\Gamma}^0 = I_{RO_2} + I_{N_2}^0 + I_{H_2O}^0 = V_{RO_2} (cv)_{CO_2} + V_{N_2}^0 (cv)_{N_2} + V_{H_2O}^0 (cv)_{H_2O}$$

Энтальпия продуктов сгорания при $\alpha > 1$:

$$I_{\Gamma} = I_{\Gamma}^0 + (\alpha - 1) \cdot I_B^0$$

Результаты расчета энтальпии теоретического объема воздуха и продуктов сгорания, кДж/м сводим в таблицу Д1 и Д2.

9 ДЫМОВЫЕ ТРУБЫ

В современной теплоэнергетике при сильно увеличенном аэродинамическом сопротивлении котлов дымовые трубы утратили свое первоначальное предназначение – создание самотяги.

В настоящее время основная функция дымовой трубы – удаление продуктов сгорания и их рассеивание в окружающую среду до ПДК в приземном слое.

Согласно [13] Расчет дымовой трубы состоит в определении сечения и высоты дымовой трубы. Сечение дымовой трубы определяют по объему дымовых газов, определенному в тепловом расчете котельной при максимальной нагрузке с

									Лист
									30
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	08.03.01.2020.178 ПЗ ВКР				

учетом расширения, и проверяют по минимальной летней нагрузке с обеспечением скорости газов в устье трубы не менее значений, указанных в таблице 7.1. [13]

Высоту дымовой трубы определяют по максимальной концентрации вредных веществ при работе котельной с тепловыми нагрузками, соответствующими температуре наиболее холодной пятидневки, обеспечивая рассеивание вредных выбросов в приземном слое не выше установленной ПДк. Дымовую трубу так же считают и на плохие условия т.е. на температуру теплового периода. В данном проекте ведется расчет для холодного периода.

Общие положения для расчета дымовой трубы:

1) максимальная приземная концентрация вредного вещества не должна превышать одного ПДК_{мр} или десяти ПДК_{сс};

2) в зонах санитарной охраны курортов концентрация вредного вещества не должна превышать 0,8 ПДК_{мр} или восьми ПДК_{сс}.

Для расчета необходимы следующие исходные данные:

– температура наружного воздуха – принимается по [1] – $t_n = -32$ °С;

– скорость дымовых газов на выходе из устья дымовой трубы – $\omega_0 = 16$;

– теплопроизводительность котла – принимается по техническому паспорту котла – $Q_k = 2200$ кВт = 7920000 кДж/ч;

– температура дымовых газов на входе в дымовую трубу – принимается по техническому паспорту котла – $t_d = 185$ °С;;

– низшая теплота сгорания топлива – принимается по техническому заданию – $Q_{рн} = 33,47 \frac{\text{МДж}}{\text{нм}^3}$;

– расход топлива – определяется по формуле:

$$V_T = \frac{Q_k}{Q_{рн} \cdot \eta} \quad (9.1)$$

$$V_T = \frac{7920000}{33472 \cdot 0.92} = 257.19 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}} = 0,07 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Для того, чтобы найти действительную высоту трубы, сначала необходимо рассчитать количество NO₂, выбрасываемое в атмосферу с уходящими газами:

$$M_{NO_2} = V_T \cdot Q_{рн}^p \cdot \beta_k \cdot k_{NO_2} \cdot \beta_t \cdot \beta_\alpha \cdot (1 - \beta_r) \cdot (1 - \beta_\delta) \cdot k_{п} \quad (9.2)$$

где β_α – поправочный коэффициент, учитывающий влияние на выход оксидов азота качества сжигаемого топлива. (считаем, что топливо хорошо подготовленное, $\beta_\alpha = 1$);

β_r – коэффициент, характеризующий эффективность воздействия рециркуляционных дымовых газов ($\beta_r = 0$, т.к. рециркуляция отсутствует);

β_k – коэффициент, учитывающий особенности конструкции горелки и режим ее работы, для газа $\beta_k = 1$.

β_δ – безразмерный коэффициент, учитывающий ступенчатый ввод воздуха в топочную камеру, принимаем 0;

									Лист
									31
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

β_t – безразмерный коэффициент, учитывающий температуру воздуха, подаваемого для горения, определяется по формуле:

$$\beta_t = 1 + 0,002 \cdot (t_b - 30) \quad (9.3)$$
$$\beta_t = 1 + 0,002 \cdot (5 - 30) = 0,95$$

k_{Π} – коэффициент пересчета, принимаем равным 1;

k_{NO_2} – удельный выброс оксидов азота NO₂ при сжигании газа, г/МДж, для водогрейных котлов принимается по формуле:

$$k_{NO_2} = 0,0113 \cdot \sqrt{Q_T} + 0,03 \quad (9.4)$$

Где Q_T – фактическая тепловая мощность котла по введеному в топку теплу МВт, определяется по формуле :

$$Q_T = B_T \cdot Q_H^p \quad (9.5)$$
$$Q_T = 0,071 \cdot 33,47 = 2,4 \text{ МВт}$$
$$k_{NO_2} = 0,0113 \cdot \sqrt{2,4} + 0,03 = 0,05 \frac{\text{г}}{\text{МДж}}$$

Таким образом

$$M_{NO_2} = 0,071 \cdot 33,47 \cdot 1 \cdot 0,05 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,11 \frac{\text{г}}{\text{с}}$$

Далее по рекомендуемой скорости дымовых газов в дымовой трубе определяется диаметр дымовой трубы:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot G_T}{\pi \cdot w_0}} \quad (9.6)$$

Где G_T – расход дымовых газов определяется по формуле

$$G_{дг} = V_d \cdot B_T \frac{273+t_y}{273} \quad (9.7)$$

Где V_d – действительный объем продуктов сгорания, нм³/м³ принимается по п. 8;

B_T – секундный расход топлива, $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$

t_y – температура уходящих газов, °С

$$G_{дг} = 11,398 \cdot 0,071 \cdot \frac{273 + 185}{273} = 1,36 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Диаметр устья дымовой трубы :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,36}{3,14 \cdot 18}} = 0,310$$

Возьмем диаметр трубы D_{ct} 310 мм

Уточняем скорость дымовых газов:

$$w_{\phi} = \frac{4 \cdot G_{дг}}{\pi \cdot D_{ct}^2} \quad (9.8)$$
$$w_{\phi} = \frac{4 \cdot 1,36}{\pi \cdot 0,31^2} = 18 \text{ м/с}$$

Действительная высота трубы определяется по формуле:

									Лист
									32
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

$$H_d^1 = \sqrt{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \frac{M_{NO_2}}{ПДК_{cc}} \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{G_{дг}^0 \cdot \Delta T}}} \quad (9.9)$$

где A – коэффициент температурной стратификации в данной местности определяется по [1]: в проекте принимаем $A = 160$

F – коэффициент, учитывающий оседание частиц в приземном слое: для газов и мелкодисперсных аэрозолей $F = 1$;

$G_{дг}^0$ – расход дымовых газов на выходе из трубы, условно считаем таким же, как на входе;

$ПДК_{cc}$ – предельно допустимая среднесуточная концентрация NO_2 , мг/м³, принимается по [5] равным 0,04 мг/м³;

ΔT – температурный перепад между окружающим воздухом и дымовыми газами, рассчитывается по формуле:

$$\Delta T = \vartheta_{yx} - t_H^B \quad (9.10)$$

$$\Delta T = 185 + 32 = 217 \text{ }^\circ\text{C}$$

m и n – безразмерные коэффициенты, при этом:

Коэффициент m зависит от коэффициента f , который определяется по формуле

$$f = \frac{10^3 \cdot w_{\phi}^2 \cdot D_{ст}}{(H_3^1)^2 \cdot \Delta T}$$

(9.11)

Где H_3^1 – заданная высота дымовой трубы, м;

если $f \geq 100$, то

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}}; \quad (9.12)$$

если $f < 100$, то

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,31\sqrt[3]{f}} \quad (9.13)$$

зададим высоту в первом приближении равной $H_3^1 = 1$ метру

$$f = \frac{10^3 \cdot 18^2 \cdot 0,31}{(1)^2 \cdot 217} = 462,85$$

$f \geq 100$, тогда m определяется по формуле 9.12

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{462,85}} = 0,19$$

Коэффициент n зависит от параметра V_m , который определяется по формуле

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{G_r^0 \cdot \Delta T}{H_3^1}}$$

(9.14)

									Лист
									33
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	08.03.01.2020.178 ПЗ ВКР				

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{1,36 \cdot 217}{1}} = 4,3 > 2$$

значит коэффициент $n=1$

Определим действительную высоту дымовой трубы в первом приближении по формуле (9.9):

$$H_d^1 = \sqrt{160 \cdot 1 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot \frac{1,73}{0,04} \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{1,36 \cdot 217}}} = 14 \text{ м}$$

зададим высоту в втором приближении равной $H_3^2 = 40$ метрам

$$f = \frac{10^3 \cdot 18^2 \cdot 0,3}{(40)^2 \cdot 217} = 0,279$$

$f \leq 100$, тогда m определяется по формуле 9.13

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{0,279} + 0,34\sqrt[3]{0,279}} = 1,05$$

Коэффициент n зависит от параметра V_m , который определяется по формуле

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{1,36 \cdot 217}{40}} = 1,27 < 2$$

$$\begin{aligned} 0,5 < V_m < 2, \text{ значит коэффициент } n &= 0,532 \cdot V_m^2 - 2,13 \cdot V_m + 3,13 \\ n &= 0,532 \cdot 1,3^2 - 2,13 \cdot 1,3 + 3,13 = 1,26 \end{aligned}$$

Определим действительную высоту дымовой трубы в втором приближении по формуле (9.9):

$$H_d^2 = \sqrt{160 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 1,27 \cdot \frac{1,73}{0,04} \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{1,36 \cdot 217}}} = 37 \text{ м}$$

Числовое поле для определения высоты дымовой трубы изображено на рисунке 9.1.

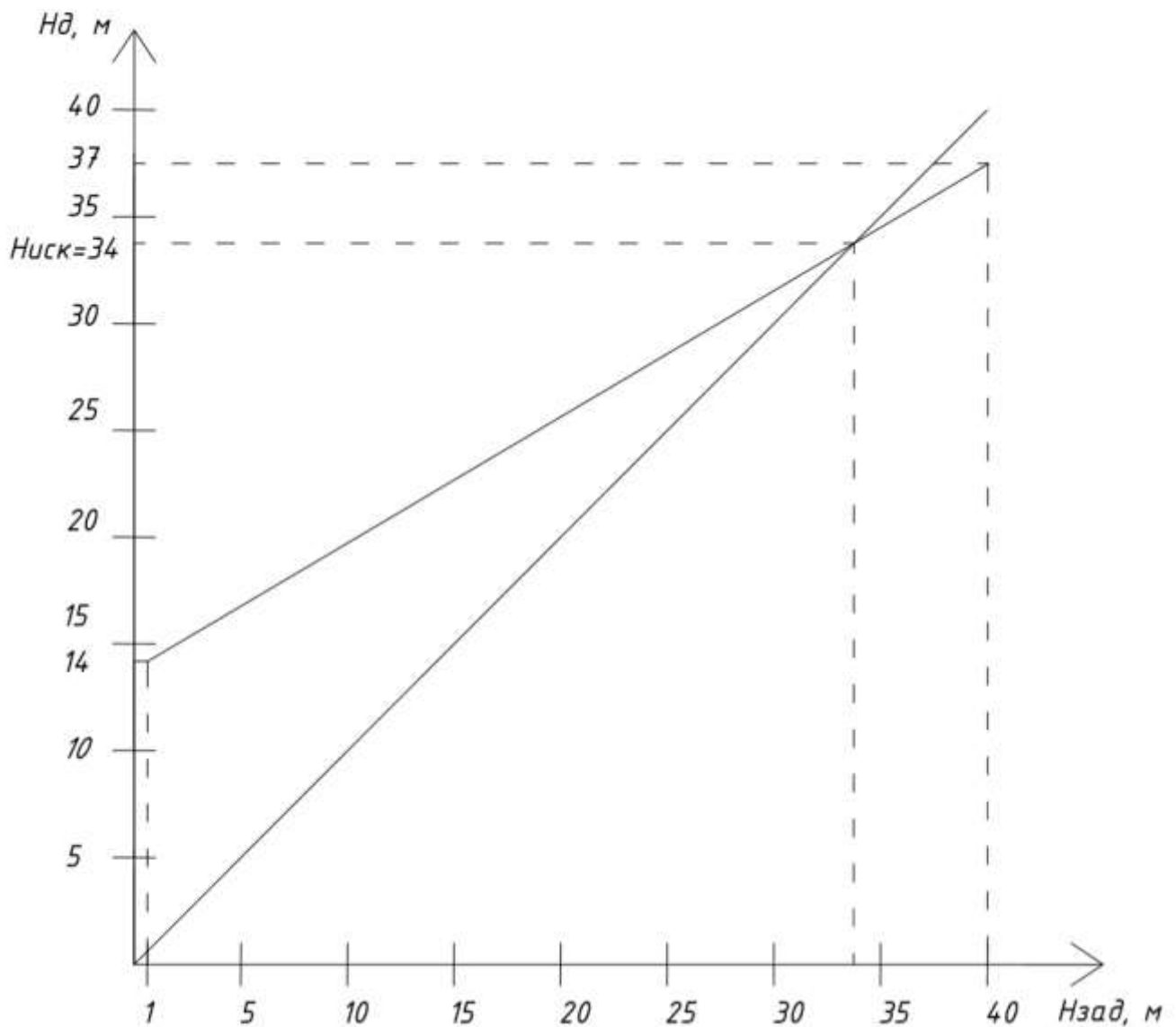


Рисунок 9.1- Числовое поле для определения высоты дымовой трубы

Из числового поля следует что искомая высота дымовой трубы 34 м.

Так как в данном проекте дымовая труба индивидуальна для каждого котла, поэтому принимается в количестве 2 шт. с высотой 34 м и диаметром 310 мм.

Максимальная приземная концентрация не должна превышать десятикратной предельно допустимой среднесуточной концентрации. Она определяется по формуле:

$$C_{NO_2} = \frac{A \cdot M_{NO_2} \cdot F \cdot m \cdot n}{H_{иск}^2 \cdot \sqrt[3]{V_{дг} \Delta T}} \quad (9.15)$$

зададим высоту в втором приближении равной $H_{иск} = 34$ метрам

$$f = \frac{10^3 \cdot 18^2}{(34)^2 \cdot 217} = 1.3$$

$f \leq 100$, тогда m определяется по формуле 9.

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{1,3} + 0,34\sqrt[3]{1,3}} = 0,86$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Коэффициент n зависит от параметра V_m , который определяется по формуле

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{1,6 \cdot 217}{34}} = 1,41 < 2$$

Исходя из формулы () коэффициент $n=1,26$

$$C_{NO_2} = \frac{160 \cdot 0,11 \cdot 1 \cdot 0,86 \cdot 1,26}{34^2 \cdot \sqrt[3]{1,36 \cdot 217}} = 0,0024 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

Сравним максимально приземную концентрацию и десятикратный размер среднесуточной ПДК:

$$C_{NO_2} = 0,0024 < 10\text{ПДК}_{NO_2} = 0,4 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$$

Отсюда можно сделать вывод что при искомой высоте найденной графоаналитическим способом условие рассеивания оксида азота выполняется.

10 ОТОПЛЕНИЕ ВЕНТИЛЯЦИЯ

Отопление и вентиляция газифицированных котельных должны соответствовать санитарным нормам для категории промышленных предприятий средней тяжести работ. При проектировании систем вентиляции и отопления учитываться, что котельная предназначена для работы с непостоянным присутствием обслуживающего персонала. В помещениях встроенных котельных должен быть обеспечен не менее чем однократный воздухообмен в 1 ч, без учета воздуха, подаваемого в топку котлов для горения. Конструкции вытяжных вентиляторов должны исключать возможность искро-образования .

10.1 ВЕНТИЛЯЦИЯ КОТЕЛЬНОГО ЗАЛА

Для нормальной работы котельной и полного сгорания топлива требуется достаточное количества воздуха, обеспечивающие необходимый воздухообмен и расход воздуха на горения. Недостаток воздуха в помещении может привести образованию угарного газа , который неблагоприятно воздействует на здоровье рабочего персонала котельной .

Также в котельном зале необходима установка эффективной вытяжки, которая будет препятствует образованию гари и не будет позволять тяге снизиться.

10.1.1 ПРИТОЧНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ

Приточное оборудование рассчитано на однократный воздухообмен в сумме с расходом воздуха на горение т.к. воздух на горение поступает непосредственно из помещения.

Расход воздуха на горение определяется по формуле :

$$L_{\Gamma} = V_{\text{в}} \cdot \alpha \cdot \frac{Q \cdot 860}{Q_{\text{п}}^{\text{н}} \cdot \eta}$$

где $V_{\text{в}}$ – действительный объем воздуха на горение, $\frac{\text{нм}}{\text{м}^3}$

α – коэффициент избытка воздуха, принимаем равным 1,05.

									Лист
									36
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

Q –тепловая мощность котельная котельной кВт , принимается 4300 кВт
 η –коэффициент полезного действия котельной , принимается по техническому паспорту 92,2%

$$L_{\Gamma} = 10,219 \cdot 1,05 \cdot \frac{4300 \cdot 3600}{33472 \cdot 0,92} = 5394 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Определим расход воздуха на обеспечения однократного воздухообмена:

$$L_{\Pi} = K \cdot V_{\Pi} \tag{10.1}$$

Где K - кратность воздухообмена , в данном проекте принимается однократной.

V_{Π} –объем помещения котельного зала, 517 м³

$$L_{\Pi} = 1 \cdot 517 = 517 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Определим общий расход воздуха через приточные вентиляционные установки по формуле:

$$L_o = 5394 + 517 = 5911 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

В данном проекте предусмотрена приточная установка , включающих в себя воздушных клапан, фильтр, водяной нагреватель, вентиляторную секцию и шумоглушитель.

Определяем мощность калорифера по формуле :

$$Q = 0,278 \cdot L \cdot \rho \cdot c \cdot (t_k - t_H) \tag{10.2}$$

L –расчётный расход воздуха м³/ч

ρ –плотность воздуха при t_k , кг/м³

t_k –температура конечного нагрева воздуха в калорифере принимается меньше на 1°С температуры приточного воздуха.

t_H –температура наружного воздуха, -32 °С

c –удельная теплоемкость воздуха, 1,005 $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}^\circ\text{С}}$

Плотность воздуха определяется по формуле :

$$\rho = \frac{353}{273 + t_k}$$

$$\rho = \frac{353}{273 + 4} = 1,27 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$Q = 0,278 \cdot 5911 \cdot 1,27 \cdot 1,005 \cdot (4 + 32) = 75506 \text{ Вт}$$

Типоразмер : 80-50	Производительность : 5911 м ³ /ч
Маркировка : DEX-V-FWS-80-50	Располагаемый напор : 11 Па
Габариты : Н: 570 мм , W: 920 мм , L: 2526 мм	Автоматика : включена
Вес установки : 135,6 кг	Скорость воздуха : 4,1049 м/сек

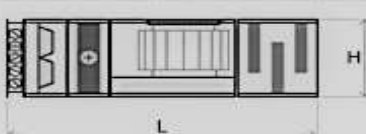


Рисунок 10.1.1-Результаты подбора приточной установки
 Принимаем установку DEX-V-FWS-80-50

10.1.2 ВЫТЯЖНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ

В проекте принимается вытяжная вентиляция с естественным побуждением. Удаление воздуха осуществляется с помощью дефлекторов с узлами прохода через кровлю и поддоном для сбора конденсата.

Расход воздуха принимается в зависимости от однократного воздухообмена в помещении без учета воздуха на горение :

$$L_{\text{выт}} = 517 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Рассчитаем данные дефлектора в программе по подбору Deflector

Исходные данные для расчета		
Скорость ветра,	2,3	м/с
Температура наружного воздуха,	32	°С
Температура внутреннего воздуха,	5	°С
Объем удаляемого воздуха,	517	м ³ /ч
Длина воздуховода до патрубка дефлектора,	0,1	м
Коэффициент понижение для определения предварительной скорость,	0,5	Б/р
Высота этажа,	3,3	м
Количество этажей,	1	Б/р
Длина шахты, (воздуховода),	500	мм
Ширина шахты, (воздуховода),	62	мм
Количество отводов (Если они есть),		шт
		град
Сумма дополнительных К.М.С,	1,2	Б/р
Коэффициент запаса,	10	%
Данные расчета		
Поправочный коэффициент b,	2,13	Б/р
Поправочный коэффициент С,	3,45	Б/р
Предварительный диаметр патрубка дефлектора,	396,5	мм
Предварительная скорость в патрубке дефлектора,	1,15	м/с
Ветровое давление,	1,7	Па
Тепловое (Гравитационное) давление,	-0,37	Па
Сумма КМС,	2,51	Б/р
Данные для подбора дефлектора		
Диаметр патрубка дефлектора,	503,0	мм
Скорость в патрубке дефлектора,	0,77	м/с

Рисунок 10.1.2 - Результаты подбора дефлектора
К установки принимаем один дефлектор диаметром 500 мм

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

10.2 ОТОПЛЕНИЕ

Определение нагрузок систем отопления определяется путем составления теплового баланса. В состав теплового баланса входят нагрузки тепловые потери и теплопоступления котельной: тепловые потери через наружно ограждающие конструкции ($Q_{\text{НОК}}$), потери на нагрев приточного воздуха ($Q_{\text{ВЕНТ}}$), теплопоступления от оборудования котельной ($Q_{\text{ОБ}}$) и теплопоступления от системы отопления.

На основе выше перечисленных тепловых потерь и теплопоступлений составляется уравнение :

$$Q_{\text{СО}} + Q_{\text{ОБ}} = Q_{\text{НОК}} + Q_{\text{ВЕНТ}}$$

Выражаем тепловую нагрузку на систему отопления

$$Q_{\text{СО}} = Q_{\text{НОК}} + Q_{\text{ВЕНТ}} - Q_{\text{ОБ}}$$

10.2.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЧЕРЕЗ НАРУЖНЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ.

Основные и добавочные потери теплоты для помещений следует определять, суммируя потери теплоты через отдельные ограждающие конструкции помещения Q_i , Вт, определенные по формуле

$$Q_{\text{огр}} = K \cdot A \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot n_i \cdot (1 + \beta) \quad (10.4)$$

где A_i - расчётная площадь ограждающей конструкции, м^2 ;

K – коэффициент теплопередач наружного ограждения, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$, определяется по формуле :

$$K = \frac{1}{R_{oi}^{\text{пр}}}$$

$R_{oi}^{\text{пр}}$ - приведённое сопротивление теплопередаче i -го ограждения, $\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$;

$t_{\text{в}}$ – расчётная температура воздуха, $^\circ\text{C}$, в помещении;

$t_{\text{н}}$ – расчетная зимняя температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, при расчёте потерь теплоты через наружные ограждения или температура воздуха более холодного помещения – при расчёте потерь теплоты через внутреннее ограждение

n_i – коэффициент, принимаемый в зависимости от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху

β_i - добавочные потери теплоты в долях от основных потерь.

Добавочные потери теплоты β через ограждающие конструкции следует принимать:

В помещениях любого назначения через наружные вертикальные и наклонные (вертикальная проекция) стены, двери и окна, обращённые на север, восток, северо-восток и северо-запад в размере 0,1, на юго-восток и запад – в размере 0,05; в угловых помещениях дополнительно – по 0,1 на каждую стену, дверь и окно, если одно из ограждений обращено на север, восток, северо-восток и северо-запад и 0,05 – в других случаях;

Согласно [7] $R_{\text{н.п}}$ – сопротивление теплопередаче неутепленного пола, ($\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)/Вт – принимается по зонам шириной 2м, параллельным наружным стенам, равным:

									Лист
									39
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

- 2,1 – для 1 зоны;
- 4,3 – для 2 зоны;
- 8,6 – для 3 зоны;
- 14,2 – для 4 зоны (для оставшейся площади пола).

Сопrotивление теплопередачи наружных ограждающих конструкций принимаем равными нормативным значениям. Расчет нормативных значений сопротивления теплоты ведется в соответствии с [7].

Нормативное сопротивление теплопередачи рассчитываем по формуле:

$$R_0^{TP} = a \text{ ГСОП} + b \quad (10.5)$$

a и b – коэффициенты, значения которых принимаем по таблице 3 [7],
ГСОП – аббревиатура градусо – сутки отопительного периода [$^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}/\text{год}$]

$$\text{ГСОП} = (t_b - t_{от.п.}) \cdot Z_{от.п.} \quad (10.6)$$

$$\text{ГСОП} = (5 - (-6,6)) \cdot 212 = 2459,2 \frac{^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}}{\text{год}}$$

$$R_0^{TP} = a \text{ ГСОП} + b$$

Далее приведен расчет требуемого сопротивления теплопередаче для наружной стены НС. Остальные наружные ограждающие конструкции высчитываются по такому же принципу.

где $a = 0,0002$, $b = 1$

$$R_0^{TP} = 0,0002 \cdot 2459,2 + 1 = 1,49 \frac{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}}$$

Расчет требуемого сопротивления теплопередаче для двери:

$$R_{0дв}^{TP} = 1,49 \cdot 0,6 = 0,89 \frac{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}}$$

$$R_{ок} = 0,26 \frac{\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}{\text{Вт}} \text{ (каталог производителя VEKA)}$$

для наружной стены 1:

Ориентация ограждения по сторонам горизонта – ЮЗ, следовательно $\beta = 0$.

$$A_{нс1} = 17,8 \cdot 3 = 53,4 \text{ м}^2$$

$$Q_{нс1} = \frac{1}{1,49} \cdot 53,4 \cdot (5 + 32) \cdot 1 \cdot (1 + 0) = 1326 \text{ Вт}$$

для наружной стены 2:

Ориентация ограждения по сторонам горизонта – ЮВ, следовательно $\beta = 0,05$.

$$A_{нс2} = 8,8 \cdot 3 = 26,4 \text{ м}^2$$

$$Q_{нс2} = \frac{1}{1,49} \cdot 26,4 \cdot (5 + 32) \cdot 1 \cdot (1 + 0,05) = 688 \text{ Вт}$$

для наружной стены 3:

Ориентация ограждения по сторонам горизонта – СВ, следовательно $\beta = 0,1$.

$$A_{нс3} = 17,8 \cdot 3 = 53,4 \text{ м}^2$$

$$Q_{нс3} = \frac{1}{1,49} \cdot 53,4 \cdot (5 + 32) \cdot 1 \cdot (1 + 0,1) = 1459 \text{ Вт}$$

для наружной стены 4:

Ориентация ограждения по сторонам горизонта – СЗ, следовательно $\beta = 0,05$.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$$A_{\text{нс2}} = 8,8 \cdot 3 = 26,4 \text{ м}^2$$

$$Q_{\text{нс4}} = \frac{1}{1,49} \cdot 26,4 \cdot (5 + 32) \cdot 1 \cdot (1 + 0,1) = 721 \text{ Вт}$$

Ориентация ограждения по сторонам горизонта – ЮЗ, следовательно $\beta = 0$.
для окна

$$A_{\text{ок}} = 2 \cdot 1,3 = 2,6 \text{ м}^2$$

$$A_{\text{ок}} = 1 \cdot 1,3 = 1,3 \text{ м}^2$$

$$k_{\text{ок}}^{\text{расч}} = k_{\text{ок}} - k_{\text{нс}} = 2,22 - 0,67 = 1,55 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}, R_{\text{расч}} = \frac{1}{1,55} = 0,64 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$$

$$Q_{\text{ок}} = \frac{1}{0,64} \cdot 11,7 \cdot (5 + 32) \cdot 1 \cdot (1 + 0) = 174 \text{ Вт}$$

для двери

$$A_{\text{дв}} = 2,3 \cdot 1,1 = 2,53 \text{ м}^2$$

$$Q_{\text{дв}} = A_{\text{дв}} k_{\text{д}}^{\text{расч}} (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) n (1 + \sum \beta) \quad (10.7)$$

$$k_{\text{дв}}^{\text{расч}} = k_{\text{дв}} - k_{\text{нс}} \quad (10.8)$$

$$k_{\text{дв}}^{\text{расч}} = 0,89 - 0,67 = 0,22 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}} \quad (10.9)$$

$$Q_{\text{дв}} = 5,06 \cdot 0,22 \cdot (5 - (-32)) 1 (1 + 1,2 + 0) = 50 \text{ Вт}$$

где $\beta_4 = 1,2$ – надбавка на врывание холодного воздуха, а 0 надбавка на ориентацию ЮЗ (двойная дверь без тамбура $\beta_4 = 0,34 \cdot N_{\text{зд}}$)

для пола

$$A_{\text{пл}} = 17,8 \cdot 8,8 = 156,64 \text{ м}^2$$

$$Q_{\text{пл}} = \frac{1}{4,6} \cdot 156,64 \cdot (5 + 32) \cdot 1 = 1259 \text{ Вт}$$

Суммарные тепловые потери через наружные ограждающие конструкции равна 4418 Вт

10.2.2 РАСЧЕТ ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЙ ОТ ОБОРУДОВАНИЯ КОТЕЛЬНОЙ

Тепловые поступления от оборудования котельной принимаются в размере 1% от тепловой мощности самой котельной, то есть определяются по формуле:

$$Q_{\text{об}} = 0,01 \cdot Q \quad (10.10)$$

Где Q – тепловая нагрузка котельной, принимается 4300000 Вт

$$Q_{\text{об}} = 0,01 \cdot 4300000 = 43000 \text{ Вт}$$

10.3 ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС

С учетом всех результатов выше посчитанных расчетов составляется тепловой баланс.

$$Q_{\text{с0}} = 4418 + 37312 - 43000 = -1217 \text{ Вт}$$

Так как объем помещения котельной небольшой, а также тепlopоступления от оборудования и трубопроводов превышают тепlopотери помещения, и воздух на горение подогревается с помощью калорифера приточной установки, то в устройстве отопления котельной, в данном случае, нет необходимости.

									Лист
									41
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

11 АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ КОТЕЛЬНОЙ

Технологические процессы происходящие в котле в период его работы, можно охарактеризовать несколькими параметрами: температура воды, объем сжигаемого топлива и расход воздуха, разряжение в топке и за котлом, обеспечение электропитанием, устойчивость горения топлива, подача воздуха к топливосжигающим устройствам котла. Изменение одного из этих параметров сказывается на изменении всех остальных. При автоматизации заданный технологический режим осуществляется без прямого участия обслуживающего персонала.

Проект автоматизации предусматривает контроль, защиту и регулирование котлоагрегатов и вспомогательного оборудования.

В автоматизированной системе управления технологическими процессами необходимо предусмотреть :

- автоматику безопасности
- сигнализацию
- автоматическое регулирование

Котельные, которые работают без постоянного обслуживаемого персонала, должны быть оснащены САР, контролирующие автоматическую работу как основного, так и вспомогательного оборудования котельной, относительно заданных параметров работы и автоматизации теплопотребляющих установок.

Следует учесть при проектировании устройства для автоматического поддержания заданной температуры воды, которые поступают в системы теплоснабжения и горячего водоснабжения, а также заданную температуру обратной воды, поступающей в котлы.

С целью поддержания контроля над параметрами, которые необходимы для эксплуатации котельной, следует запроектировать следующие показывающие приборы:

- сигнализирующие приборы, для контроля над параметрами, изменение которых может привести к аварийному состоянию оборудования;
- регистрирующие или суммирующие приборы, для контроля параметров, учет которых необходим для анализа работы оборудования или хозяйственных расчетов;

В соответствии с заданием на проектирование, а также согласно тепловым нагрузкам в проекте приняты два водогрейных котла Термотехник ТТ100 установленной мощностью 2200 кВт с комбинированными горелками , СІВ Unigaz HR-93A PR-MD предназначенным для работы на природном газе и дизельном топливе.

Проект автоматизации предусматривает

- контроль
- защиту
- регулирование котлоагрегатов и вспомогательного оборудования.

1)В системе автоматизации предусмотрен контроль температуры и давления воды на входе в котел с помощью термопреобразователей (1-1а,1-3а) и преобразователя давления (1-2а,1-4а), так же ведется контроль за расходом с помощью расходомера (1-12а). За контроль газа отвечают реле низкого и высокого

									Лист
									42
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	08.03.01.2020.178 ПЗ ВКР				

давления (4-1,4-2). Контроль соотношения воздуха горения с помощью (напоромер 1-8а , 1-9а) и тяги (тягонапоромер 1-10а)

2) Системой предусмотрено цепь безопасности в нее входят :

- низкое давление прямой воды (реле давления 1-5а)
- высокое давление прямой воды (реле давления 1-6а)
- Высокая температура прямой воды (термостат котла 1-7а)

3) Процесс регулирования осуществляет контроллер PLC DL-6, он анализирует показатели на входе и на выходе из котла . Если температура на выходе изменяться не превышая аварийной уставки 110°C то происходит автоматическое регулирования горелки через контролер PLC DL-6, включением, выключением большого или малого горения . При срабатывании аварийных уставок (реле давления 1-5а,1-6а и термостата 1-7а) происходит аварийное отключение котла.

Система автоматики горелки состоит из центрального электронного блока и двойного микропроцессора, который интегрирует все функции управления горелкой, местного блока программирования и регулирования. Интегрированные функции:

- Регулирование и контроль пламени осуществляет реле пламени (4-5).
- Блок контроля состояния осуществляет реле контроля состояния (4-6).

Процесс пуска котла :

- 1) Запуск котла идет с включателя на щите управления котлом
- 2) Контролер ведет анализ показаний и выдает разрешение на пуск горелки

при условии что температура на выходе ниже номинального, давление в нормируемом диапазоне 0,15 до 0,35 МПа. Если температура ниже или выше номинального то контролер дает сигнал на реле пламени (4-5) которой уже в зависимости от температуры устанавливает режим работы горелки (большое или малое горение). Если давление выше или ниже нормируемого диапазона то происходит аварийная остановка котла и отправляется сигнал через коммуникационный модуль в общекотельный контроллер, который восстанавливает давления до нормируемых параметров .

Контроллер PLC DL-06 прост как в эксплуатации так и структуре системы, так же отличается надежностью в работе.

Автоматизация дает ряд преимуществ:

- 1) обеспечивает малую численность рабочего персонала, т.е. повышает производительности его труда.
- 2) изменяет характер труда обслуживающего персонала.
- 3) повышает уровень безопасности труда и надежности работы оборудования.
- 4) увеличивает экономичность работы котлоагрегата.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выпускной квалификационной работы была запроектирована водогрейная отопительная котельная мощностью 4,3 МВт для станции ЛПДС «Челябинск» п.Ново-Синеглазова.

В ходе проектирования была составлена и рассчитана тепловая схема котельной и подобрано основное оборудование : два водогрейных котла Термотехник ТТ100 установленной мощностью 2200 кВт с комбинированными горелками , СІВ Unigaz HR-93A PR-MD предназначенным для работы на природном газе и дизельном топливе. Проектом предусмотрено разделение котлового и сетевого контуров пластинчатыми теплообменниками, причем каждый котел имеет индивидуальный котловой контур со своим разделительным теплообменником «Ридан» типа НН№47. Так же подобраны сетевые насосы компании Wilo типа NL125/315-30-4-12, рециркуляционные насосы типа NL 50/160-0.55-4-0.5, а циркуляцию теплоносителя в котловом контуре обеспечивают котловые насосы ПЛ150/220-11/4 .

Также выполнен расчет теоретических и действительных объемов воздуха, необходимого для полного сгорания топлива, и продуктов сгорания. На основе данного расчета была подобрана дымовая труба для удаления дымовых газов котла, входе расчета была принята дымовая труба диаметром Ø310мм и высотой 34 м в количестве 2 шт. .

Исходя из расчета теоретических и действительных объемов воздуха, необходимого для полного сгорания топлива и объема помещения была рассмотрена и рассчитана приточная система вентиляции, в которой приточное оборудование было рассчитано на однократный воздухообмен в сумме с расходом воздуха на горение т.к. воздух на горение поступает непосредственно из помещения. В результате была подобрана приточная установка DEX-V-FWS-80-50 с производительностью 5911 м³/ч и мощностью калорифера 75,5 кВт. Также была предусмотрена вытяжная система вентиляции с естественным побуждением, в ходе расчета был подобран дефлектор диаметром Ø503мм.

При рассмотрении и расчета отопления котельного зала было выявлено что : так как объем помещения котельной небольшой, а также теплопоступления от оборудования и трубопроводов превышают теплотери помещения, и воздух на горение подогревается с помощью калорифера приточной установки, то в устройстве отопления котельной, в данном случае, нет необходимости.

Одной из главных задач данной работы была проектирование автоматизации работы котельной . После анализа работы котельной была разработана схема автоматизации, согласно все нормам и требованиям проектной документации . Входе проектирования был подобран контроллер PLC DL-06 , которой регулирует и контролирует работу котла практически без присутствия или вмешательств обслуживающего персонала, что и является основной задачей автоматизацией котельной.

					08.03.01.2020.178 ПЗ ВКР	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. «Справочника проектировщика» под общей редакцией Староверова И.Г. (Москва, Стройиздат, 1990г):
2. Манюк В.И. и др. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей. - М.: Стройиздат, 1988 – 432 с.
3. СП 131.13330.2018 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* .
4. СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети»
5. СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция, кондиционирование»
6. СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»
7. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.
8. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
9. СП 60.13330. 2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
10. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.1. Отопление/В.Н. Бого-словский: 1990 г.-344 с. С иллюстрациями (Справочник проектировщика).
11. СП 89.13330.2016 Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35-76.
12. Бойко Е.А. Котельные установки и парогенераторы (тепловой расчет парового котла) Учебное пособие / Е.А. Бойко, И.С. Деринг, Т.И. Охорзина. Красноярск: ИПП КГТУ, 2005 – 95 с.
13. СП 346.1325800.2017 Системы газоздушных трактов котельных установок с мощностью до 150 МВт. Дата введения 2018-03-16
14. СП 89.13330.2016 Котельные установки. Актуализированная редакция.
15. СП 124.13330.2012 Тепловые сети
16. СП 41-104-2000 Проектирование автономных источников теплоснабжения

									Лист
									45
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

08.03.01.2020.178 ПЗ ВКР

ПРИЛОЖЕНИЕ А
РАСХОДЫ ТЕПЛА НПС «ЧЕЛЯБИНСК»

№ п/п	Наименование	Расходы тепла, МВт			
		Отопление	Вентиляция	ГВС	Общий
1	Административное здание с РДП	0,176			0,176
2	Мехмастерская	0,156			0,156
3	Гараж арочный	0,109			0,109
4	Гараж легковых автомобилей с ЦТТ и СТ	0,138	0,022		0,138
5	Столовая	0,057			0,057
6	Гараж ЛЭС из двух зданий	0,086			0,086
7	АЗС	0,016			0,016
8	Ремонтно-эксплуатацион- ный блок	0,083			0,083
9	КПП	0,005			0,005
10	Административно-бытовой корпус ЦРС	0,031			0,031
11	Склад ЦРС	0,029			0,029
12	Материальный склад с пристроим ЦРС	0,095			0,095
13	Механические мастерские ХАРД	0,775			0,775
14	Склад	0,104			0,104
15	Обогрев топливопроводов	0,029			0,029
16	Склад	0,097			0,097
17	Склад	0,097			0,097
18	Склад	0,097			0,097
19	Склад	0,097			0,097
20	Гараж арочный	0,100			0,100
21	Гараж	0,131			0,131
22	Ремонта-мастерская	0,152			0,152
23	На собственные нужды котельной	-	0,075		0,075
24	Потребители по объектам ЛПДС «Челябинск» ОАО«Уралтранснефтепродукт»	0,538	0,577		1,115
25	Убежище	0,020			0,020
26	Потребители филиала УПТУС ОАО«Связьтранснефть»	0,104			0,104
	Итого				4,3

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

08.03.01.2020.178 ПЗ ВКР

Лист
46

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
РАСХОДЫ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ НПС «ЧЕЛЯБИНСК»

Таблица Б.1 Расходы теплоносителя станции

Наименование пом-й	Тепловая нагрузка Q, МВт			Расчетный расход воды G, т/ч			
	$Q_{от}$	$Q_{в}$	$Q_{ГВ}^{max}$	$G_{от}$	$G_{в}$	$G_{ГВ}^{max}$	$G_{об}$
Административное здание с РДП	0,176	-	-	6,1	-	-	6,1
Мехмастерская	0,156	-	-	5,4	-	-	5,4
Гараж арочный	0,109	-	-	3,7	-	-	3,7
Гараж легковых автомобилей с ЦТТ и СТ	0,138	0,022	-	4,7	0,8	-	5,5
Столовая	0,057	-	-	2,0	-	-	2,0
Гараж ЛЭС из двух зданий	0,086	-	-	3,0	-	-	3,0
АЗС	0,016	-	-	0,6	-	-	0,6
Ремонтно-эксплуатационный блок	0,083	-	-	2,9	-	-	2,9
КПП	0,005	-	-	0,2	-	-	0,2
Административно-бытовой корпус ЦРС	0,031	-	-	1,1	-	-	1,1
Склад ЦРС	0,029	-	-	1,0	-	-	1,0
Материальный склад с пристроим ЦРС	0,095	-	-	3,3	-	-	3,3
Механические мастерские ХАРД	0,775	-	-	26,6	-	-	26,6
Склад	0,104	-	-	3,6	-	-	3,6
Обогрев топливопроводов	0,029	-	-	1,0	-	-	1,0
Склад	0,097	-	-	3,3	-	-	3,3
Склад	0,097	-	-	3,3	-	-	3,3
Склад	0,097	-	-	3,3	-	-	3,3

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

08.03.01.2020.178 ПЗ ВКР

Лист

47

Склад	0,097	-	-	3,3	-	-	3,3
Гараж арочный	0,100	-	-	3,4	-	-	3,4
Гараж	0,131	-	-	4,5	-	-	4,5
Ремонта- мастерская	0,152	-	-	5,2	-	-	5,2
На собственные нужды котельной	-	-	0,168	1,5	-	5.8	7,3
Потребители по объектам ЛПДС «Челябинск» ОАО«Уралтран снефтепродукт »	0,538	0,577	-	18,5	19.8	-	18,5
Убежище	0,020	-	-	0,7	-	-	0,7
Потребители филиала УПГУС ОАО«Связьтра нснефть»	0,104	-	-	3,6	-	-	3,6
	<i>Всего с учетом потерь:4297 Вт</i>			-	-	ΣG	149,7

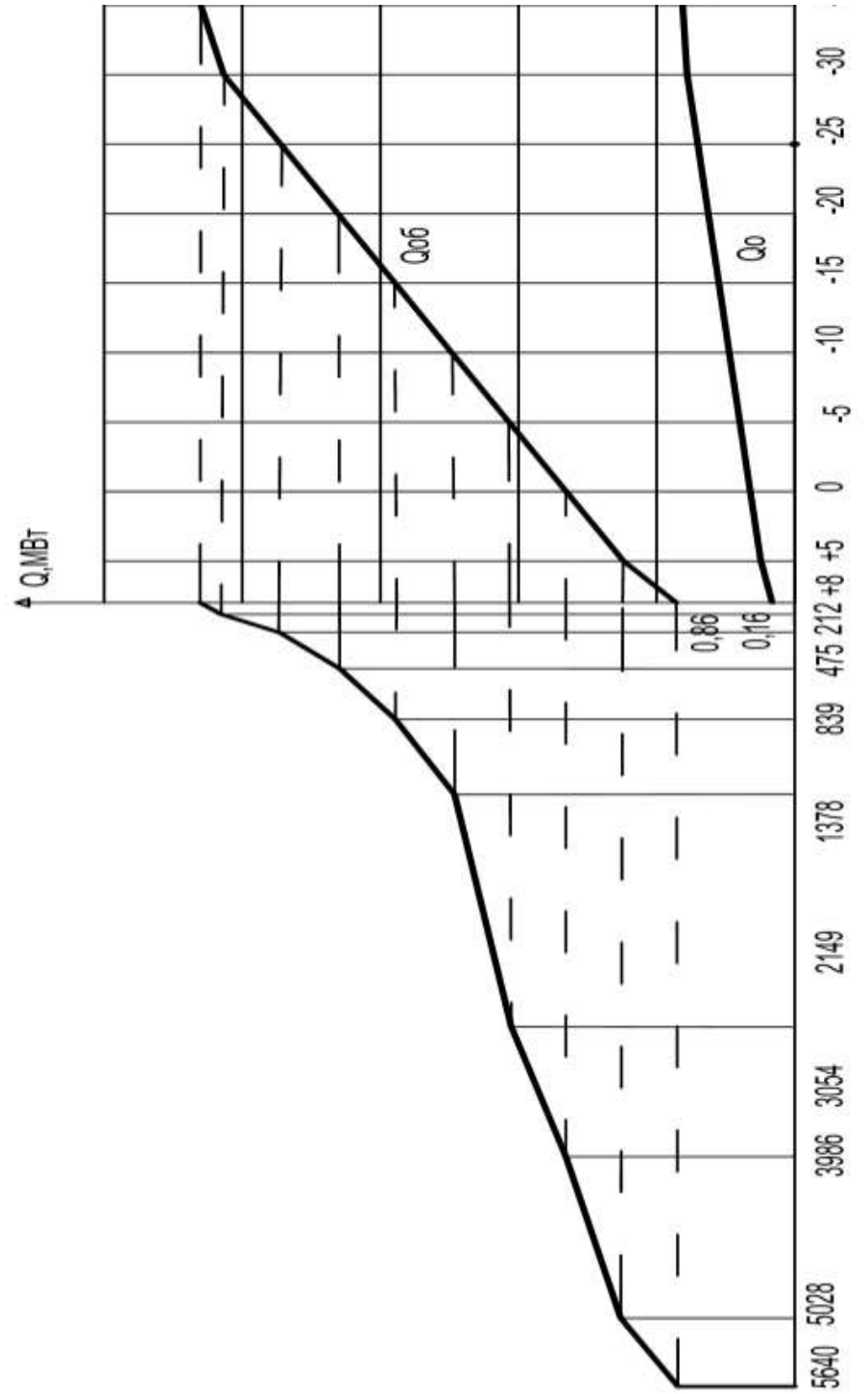
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

08.03.01.2020.178 ПЗ ВКР

Лист

48

ПРИЛОЖЕНИЕ В
ГОДОВОЙ ГРАФИК РАСХОДОВ ТЕПЛА НПС «ЧЕЛЯБИНСК»



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

08.03.01.2020.178 ПЗ ВКР

Лист

49

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ГРАФИК РЕГУЛИРОВАНИЯ ОТПУСКА
ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ НПС «ЧЕЛЯБИНСК».

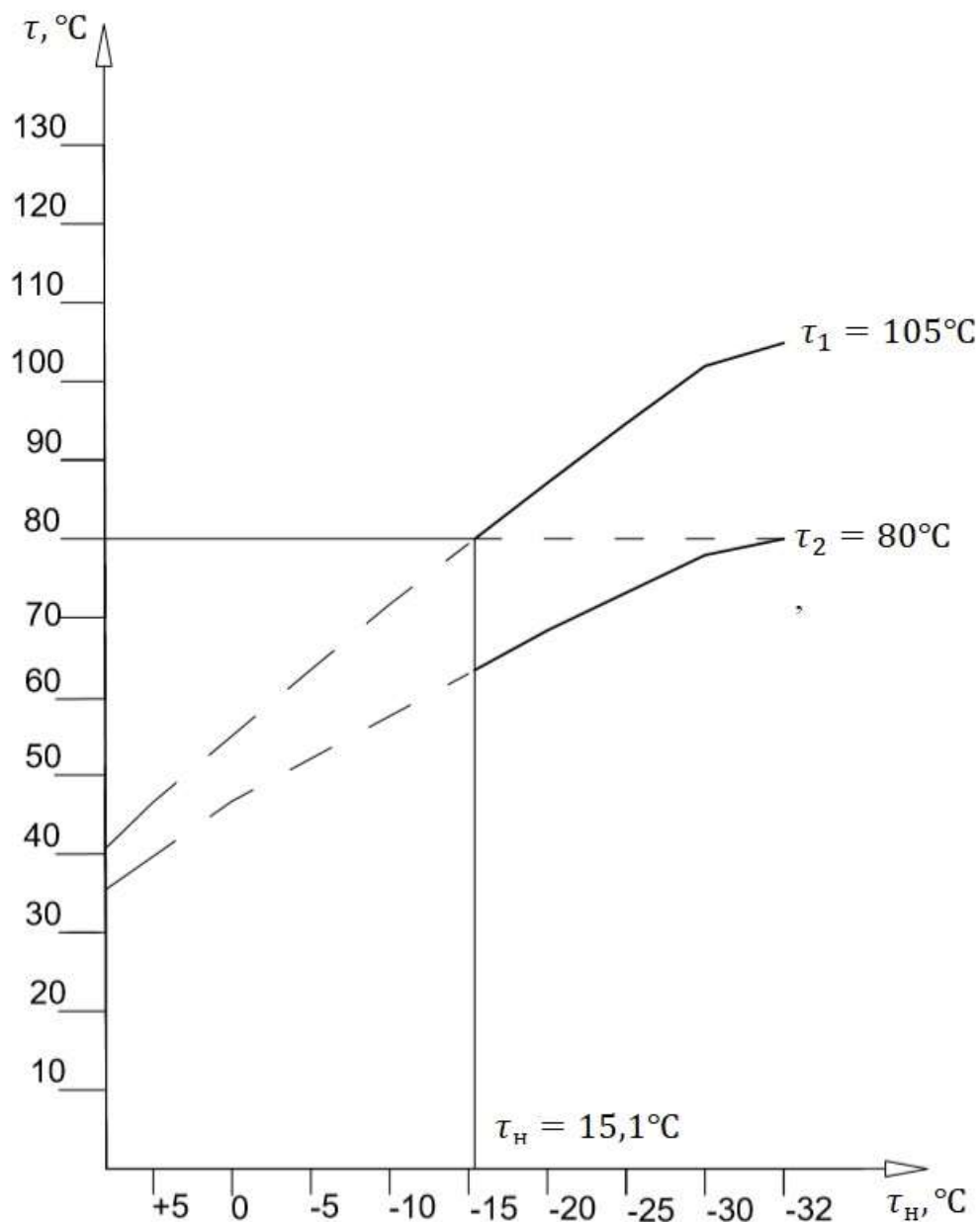


Рисунок.Г1-Температурный график регулирования отпуска тепловой нагрузки

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
ЭНТАЛЬПИИ ТЕОР. ОБЪЕМА ВОЗДУХА И ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ
ТОПЛИВА

Таблица Д1 - энтальпии теор. объема воздуха

$t^0, ^\circ\text{C}$	$I^0_{\text{в}},$ кДж/м ³	$I^0_{\text{г}},$ кДж/м ³	$I_{\text{г}},$ кДж/м ³
100	1503,5	1284,6	1567,8
200	3031,2	2588,7	3160,6
300	4601,7	3922,0	4797,8
400	6215,5	5274,7	6479,2
500	7866,8	6656,7	8199,6
600	8587,2	2077,6	8691,1
700	10138,7	9527,6	10615,1
800	11742,2	10997,2	12292,1
900	13374,07	12466,7	13997,4
1000	15031,8	13975,2	15730,5
1100	16693,7	15522,5	17469,8
1200	18357,8	17069,9	19211,3
1300	20068,6	18792,5	21008,2
1400	21816,7	20203,6	22816,9
1500	23542,1	21790,0	24631,6
1600	25298,4	23386,0	26467,7
1700	27064,6	24972,3	28313,2
1800	28844,4	26552,6	30172,0
1900	30646,1	28193,6	32055,8
2000	32430,4	29818,9	33921,3
2100	34242,1	31522,0	35818,2
2200	36057,3	33079,0	37711,2

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

08.03.01.2020.178 ПЗ ВКР

Лист

51

Таблица Д2 - энтальпии продуктов сгорания в газоходах котла и поверхностях нагрева

$t, ^\circ\text{C}$	I_{Γ}^0	$I_{\text{В}}^0$	I_{Γ}	ΔI
100	1503,5	1284,6		
200	3031,2	2588,7		
300	4601,7	3922,0		
400	6215,5	5274,7		
500	7866,8	6656,7		
600	8587,2	2077,6		
700	10138,7	9527,6		
800	11742,2	10997,2	12292,1	
900	13374,0 7	12466,7	13997,4	1705,3
1000	15031,8	13975,2	15730,5	1733,1
1100	16693,7	15522,5	17469,8	1739,3
1200	18357,8	17069,9	19211,3	1741,5
1400	21816,7	20203,6	22816,9	3615,6
1600	25298,4	23386,0	26467,7	3640,8
1800	28844,4	26552,6	30172,0	3704,3
2000	32430,4	29818,9	33921,3	3749,3
2200	36057,3	33079,0	37711,2	3789,9

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПРИЛОЖЕНИЕ И СИТУАЦИОННЫЙ ПЛАН СТАНЦИИ НПС «ЧЕЛЯБИНСК»

Ситуационный план

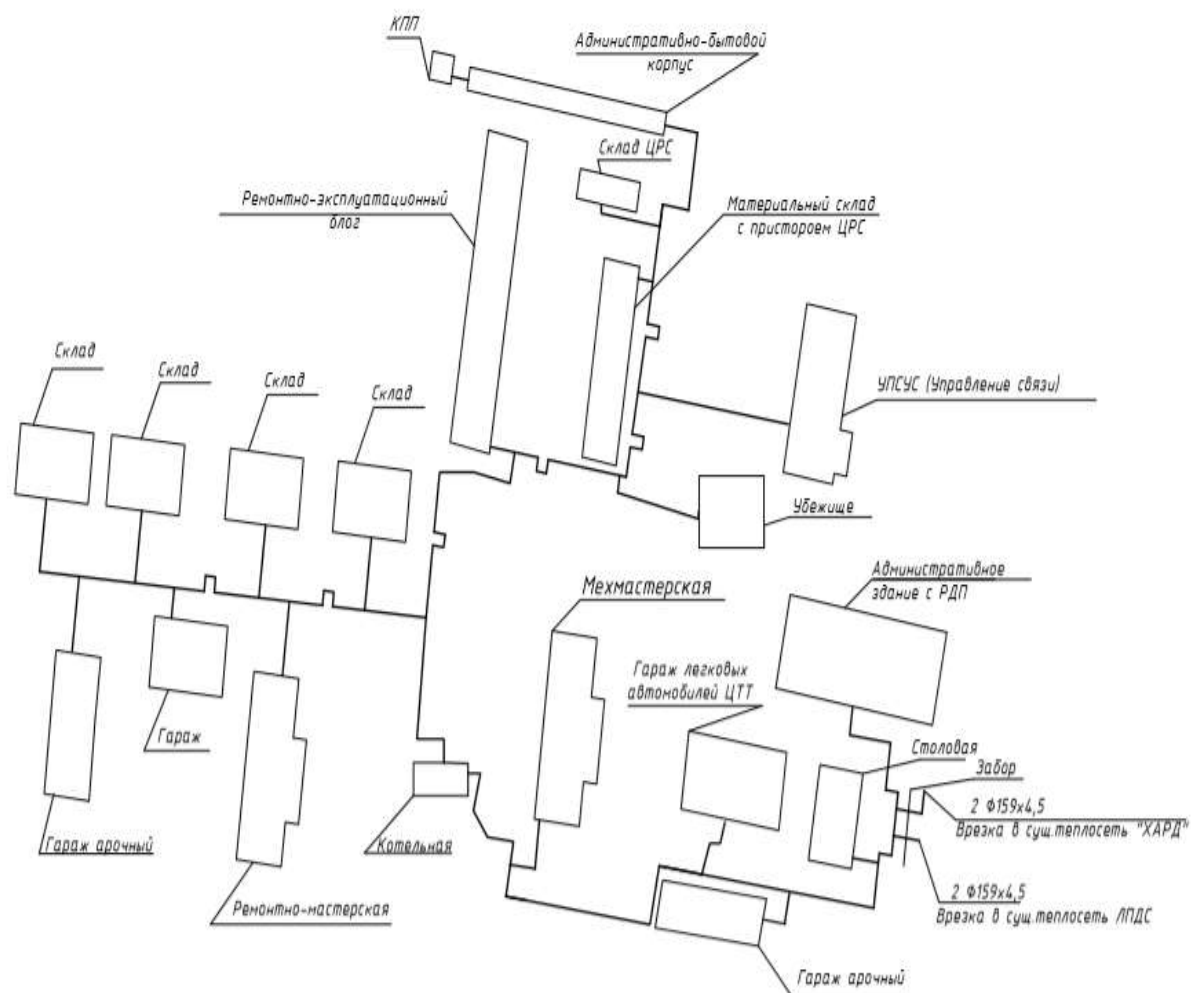


Рисунок И1-Ситуационный план станции

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПРИЛОЖЕНИЕ К ТЕПЛОВАЯ СХЕМА КОТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ НПС «ЧЕЛЯБИНСК»

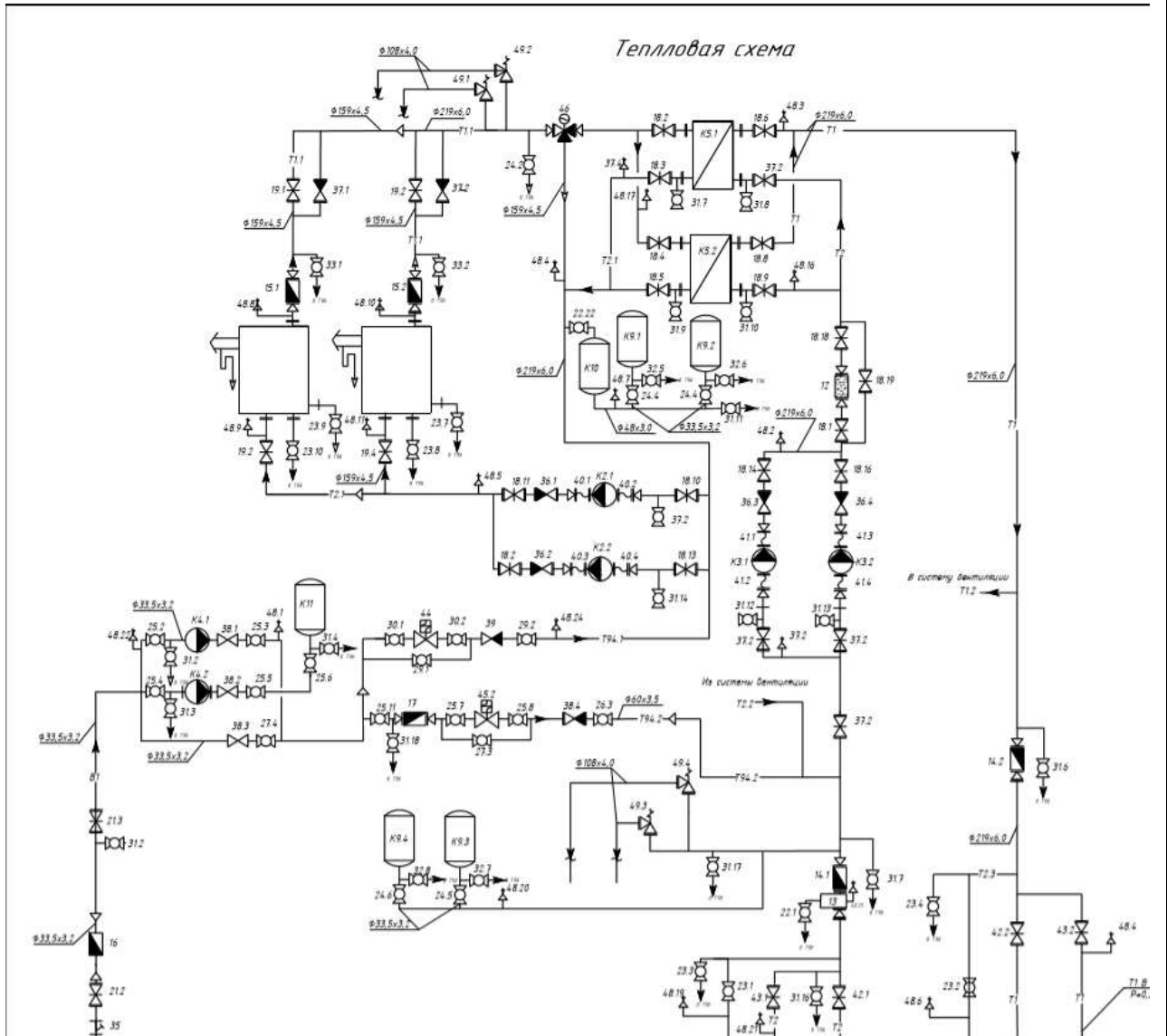


Рисунок К1- Тепловая схема котельной

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПРИЛОЖЕНИЕ Л
ПЛАН И РАЗРЕЗ ГАЗОХОДОВ КОТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ НПС
«ЧЕЛЯБИНСК»

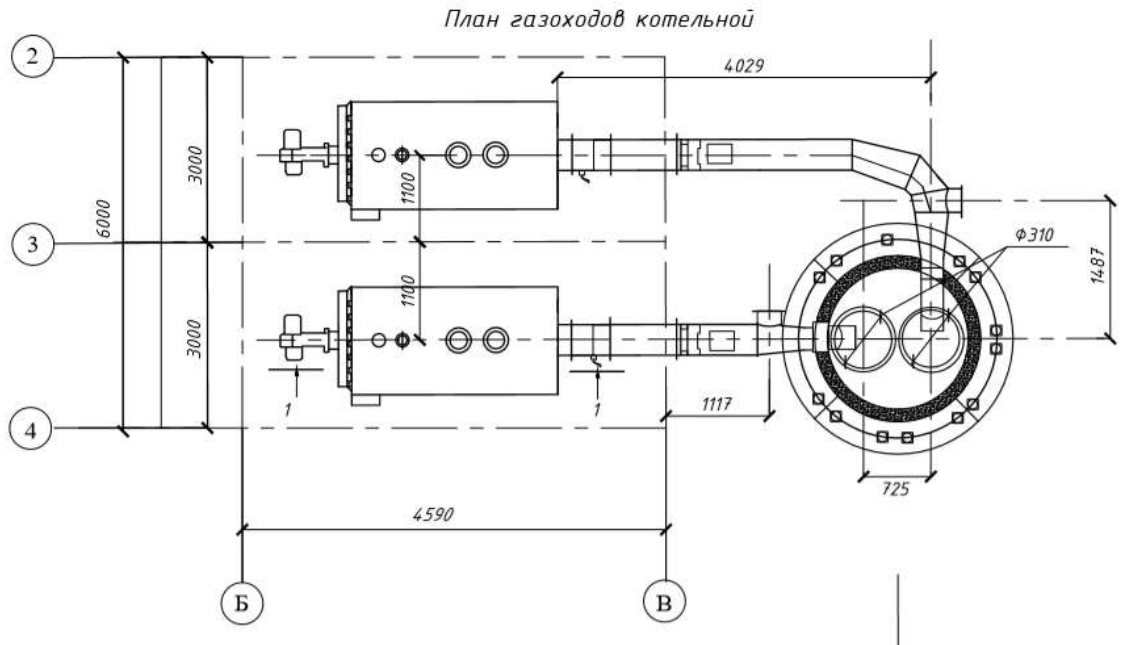


Рисунок Л1-План газоходов котельной.

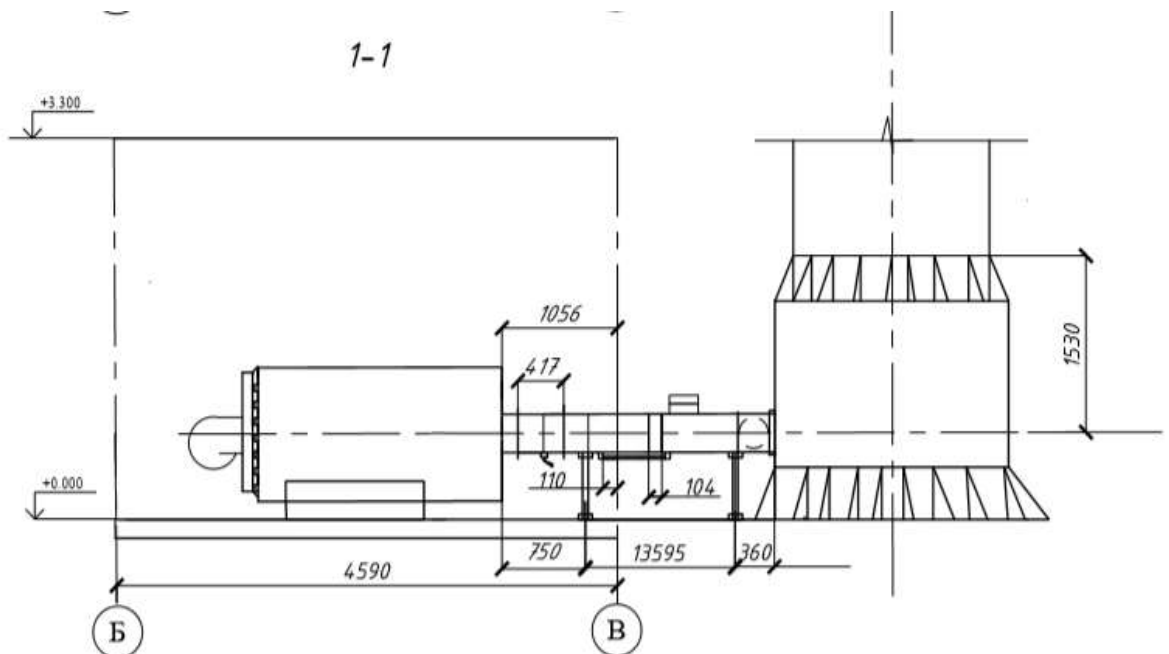


Рисунок Л2- Разрез газоходов котельной

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ПРИЛОЖЕНИЕ М

ТЕХНИЧЕСКИЙ ЛИСТ СЕКЦИЙ ПРИТОЧНОЙ УСТАНОВКИ






 Воздушный клапан			
Название:	Z80-50	Ширина:	860 мм
Длина:	171 мм	Масса:	12.00 кг
Высота:	560 мм		
 Фильтр			
Название:	F3	Ширина:	860 мм
Длина:	320 мм	Масса:	14.60 кг
Высота:	560 мм		
Степень очистки:	EU4 (кассетный)		
 Водяной нагреватель			
Название:	W80-50/2R	Ширина:	920 мм
Длина:	150 мм	Масса:	16.00 кг
Высота:	560 мм	Рядность:	2-х рядный
Мощность:	75.00 kW	Падение давления:	7.38 кПа
Присоед. размер:	1	Т наружного воздуха:	-32.0 °C
Т наружного воздуха:	-32.0 °C	Т выходящего воздуха:	5.0 °C
Т прямой/обратной воды:	95 / 70 °C	Расход теплоносителя:	2.57 м³/ч
Узел обвязки:	DEX-H60-10-25PTm2		
 Вентиляторная секция			
Название:	VB 80-50/50-4D	Ширина:	860 мм
Длина:	885 мм	Масса:	59.00 кг
Высота:	570 мм	Макс. производ-ть:	8450 м³/час
Тип вентилятора:	с лопатками назад	Обороты при макс. КПД:	1330 мин⁻¹
Макс. полное давление:	680 Па	Электрическая мощность макс.:	1.220 Вт
Напряжение электродвигателя:	380 В	Класс защиты двигателя:	IP 44
Макс. ток:	2.40 А	Макс. температура перемещаемого воздуха:	
Класс изоляции двигателя:			
 Шумоглушитель			

Рисунок М1- Технический лист секций приточной установки

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

ТЕХНИЧЕСКИЙ ЛИСТ КОТЛА ТТ100

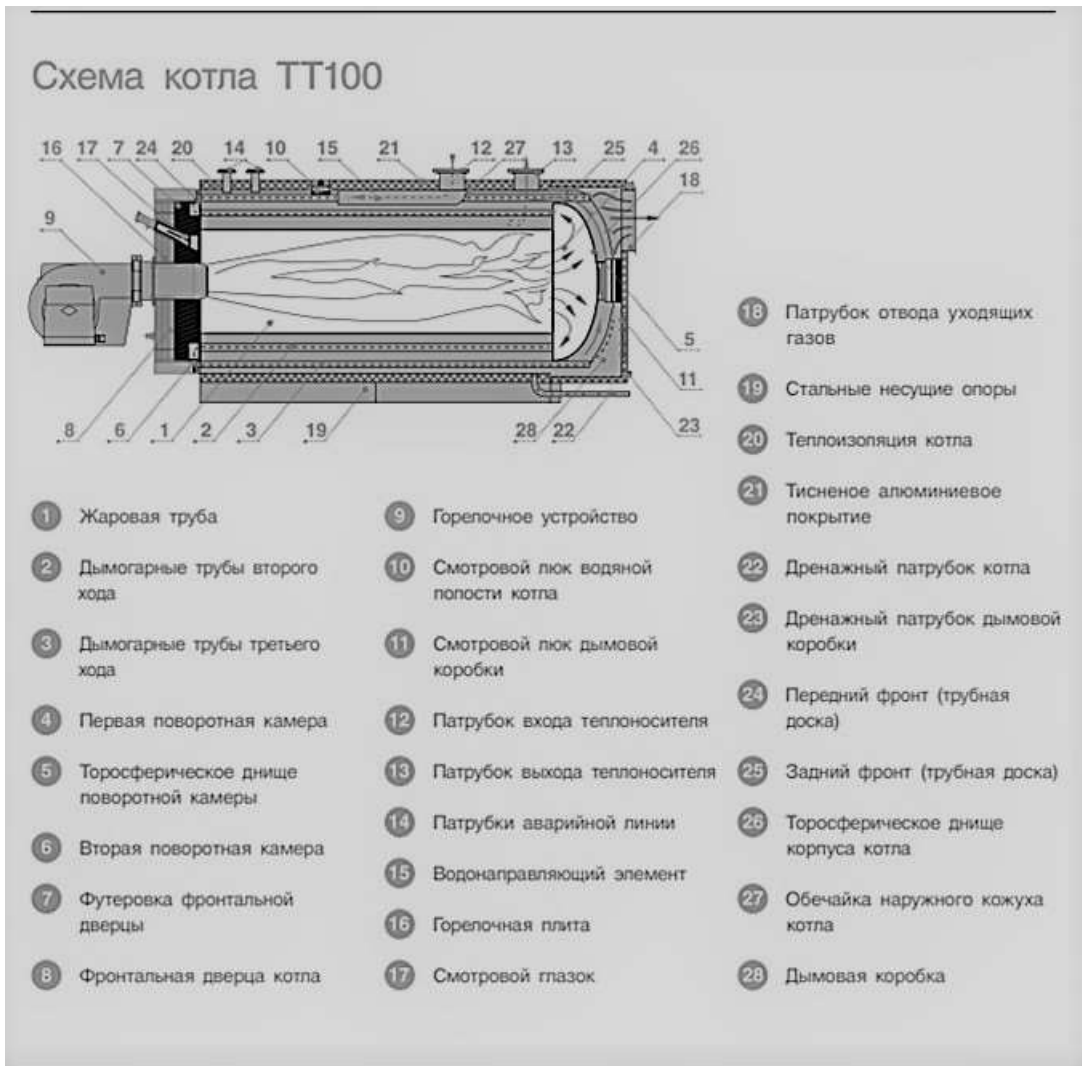


Рисунок Н1- Схема котла Т100

Технические характеристики котлов ТТ100

Наименование параметра	Значение
Максимальная температура на выходе из котла, °С	115
Минимальная температура на входе в котел, °С	60
Максимальное рабочее избыточное давление, МПа	0,6
Минимальный расход воды, м³/ч	Не регламентируется
Минимальная мощность первой ступени горелки, %	10
Назначенный срок службы, лет, не менее	25
Назначенный ресурс, ч, не менее	200000

Рисунок Н2-Технические характеристики котлов ТТ100

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

					08.03.01.2020.178 ПЗ ВКР	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ О
ТЕХНИЧЕСКИЙ ЛИСТ ГОРЕЛКИ СИВ UNIGAZ HR93A PR-MD

Specifiche tecniche

		HR91A	HR92A	HR93A
Мощность	мин. - макс. кВт	480 - 2670	480 - 3050	550 - 4100
Тип топлива		Природный газ -дизтопливо		
Категория		(См. следующий параграф)		
Расход газа	мин.- макс. ст.м3/ч	51 - 283	51 - 323	58 - 434
Давление газа		(см. Примеча. 2)		
Расход дизтоплива	мин.- макс. кг/ч	40 - 225	40 - 257	46 - 345
Вязкость дизтоплива	сСт при 40 °С	2 - 7.4	2 - 7.4	2 - 7.4
Плотность дизтоплива	кг/м3	840	840	840
давление жидкого топлива на входе в рампу	бар	2 макс	2 макс	2 макс
Электрическое питание		400V 3N~ 50	400V 3N~ 50	400V 3N~ 50
Общая электрическая мощность	кВт	5.6	7.1	9.1
ектродвигатель	кВт	4	5.5	7.5
Двигатель насоса	кВт	1.1	1.1	1.1
Класс защиты		IP40	IP40	IP40
Тип регулирования		Прогрессивное-Модулирующее		
Газовая рампа 65	Диаметр клапанов / Газовые соединения	65 / DN65	65 / DN65	65 / DN65
Газовая рампа 80	Диаметр клапанов / Газовые соединения	80 / DN80	80 / DN80	80 / DN80
Газовая рампа 100	Диаметр клапанов / Газовые соединения	100 / DN100	100 / DN100	100 / DN100
Рабочая температура	°С	-10 + +50	-10 + +50	-10 + +50
Температура хранения	°С	-20 + +60	-20 + +60	-20 + +60
Тип работы*		Прерывный	Прерывный	Прерывный

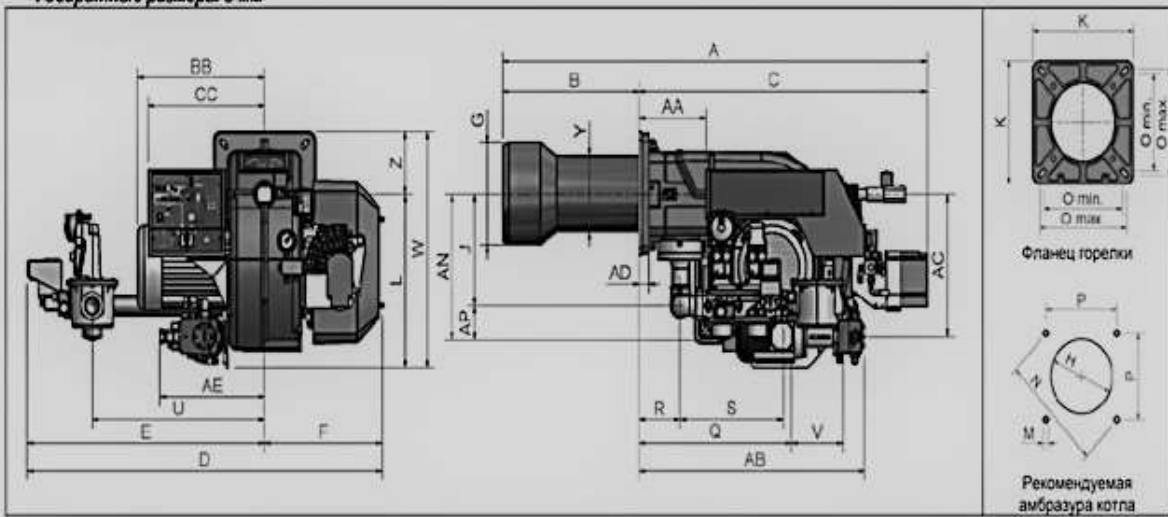
Рисунок О1-Технические лист горелки СИВ Unigaz HR93A PR-MD

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

08.03.01.2020.178 ПЗ ВКР

Лист

59



	DN	A	AA	AB	AC	AD	AE	AN	AP	B	BB	C	CC	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	U	V	W	Y	Z
HR91A	50	1535	242	820	421	35	380	429	100	490	419	1045	422	1294	860	434	265	295	329	360	513	M12	417	280	295	522	148	374	624	216	698	228	185
HR91A	65	1535	242	820	421	35	380	406	118	490	419	1045	422	1391	957	434	265	295	288	360	513	M12	417	280	295	551	148	403	750	292	698	228	185
HR91A	80	1535	242	820	421	35	380	439	132	490	419	1045	422	1393	959	434	265	295	307	360	513	M12	417	280	295	592	148	444	750	322	698	228	185
HR91A	100	1535	242	820	421	35	380	592	145	490	419	1045	422	1483	1049	434	265	295	447	360	513	M12	417	280	295	672	148	524	824	382	698	228	185
HR92A	50	1535	242	820	421	35	380	429	100	490	419	1045	422	1294	860	434	269	299	329	360	513	M12	417	280	295	522	148	374	624	216	698	228	185
HR92A	65	1535	242	820	421	35	380	406	118	490	419	1045	422	1391	957	434	269	299	288	360	513	M12	417	280	295	551	148	403	750	292	698	228	185
HR92A	80	1535	242	820	421	35	380	439	132	490	419	1045	422	1393	959	434	269	299	307	360	513	M12	417	280	295	592	148	444	750	322	698	228	185
HR92A	100	1535	242	820	421	35	380	592	145	490	419	1045	422	1483	1049	434	269	299	447	360	513	M12	417	280	295	672	148	524	824	382	698	228	185
HR93A	50	1540	242	820	421	35	380	429	100	495	460	1045	422	1294	860	434	304	344	329	360	513	M12	417	280	295	522	148	374	624	216	698	228	185
HR93A	65	1540	242	820	421	35	380	406	118	495	460	1045	422	1391	957	434	304	344	288	360	513	M12	417	280	295	551	148	403	750	292	698	228	185
HR93A	80	1540	242	820	421	35	380	439	132	495	460	1045	422	1393	959	434	304	344	307	360	513	M12	417	280	295	592	148	444	750	322	698	228	185
HR93A	100	1540	242	820	421	35	380	592	145	495	460	1045	422	1483	1049	434	304	344	447	360	513	M12	417	280	295	672	148	524	824	382	698	228	185

Рисунок O2- Габаритные размеры горелки CIB Unigaz HR93A PR-MD

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------