

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт
Заочный факультет
Кафедра промышленная теплоэнергетика
Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

ВЫПУСКНАЯ
КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ПРОВЕРЕНА

Рецензент,

_____ « »

« » _____ 2020 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой
«Промышленная теплоэнергетика»

к.т.н., доцент

_____ К.В. Осинцев

« » _____ 2020 г.

Перевод

ДКВР 10-13-250ГМ АО «ЭПМ-ЧЭЗ» г.

Челябинска

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ БАКАЛАВРА

ЮУрГУ–13.03.01.2020.438.13 ПЗ ВКР

Консультант по разделу
«Безопасность жизнедеятельности»,
к.т.н., доцент

_____ И.П. Палатинская

« » _____ 2020 г.

Консультант по разделу
«Экономика и управление»,
старший преподаватель

_____ Р.А. Алабугина

« » _____ 2020 г.

Руководитель работы,

... ..

« » _____ 2020 г.

Автор работы,
студент группы -579

« » _____ 2020 г.

Нормоконтролер,
старший преподаватель

_____ Р.А. Алабугина

« » _____ 2020 г.

Челябинск 2020.

АННОТАЦИЯ

Росенков В.А. Перевод парового котла ДКВР 10-13-250ГМ АО «ЭПМ-ЧЭЗ» г. Челябинска в водогрейный режим-Челябинск: ЮУрГУ, ПЗ-579,2020,75с. 1ил.,библиогр. список-52 наимен., 5 листов чертежей ф. А1, 2 демостр. листа Ф А1

Целью: выпускной квалификационной работы является перевод парового котла ДКВР -10-13 250ГМ в водогрейным режим работы с целью повышения энергоэффективности работы системы теплоснабжения АО «ЭПМ ЧЭЗ».

Задачи работы: решить вопросы реконструкции парового котла в связи переводом в водогрейный режим. Разработать техническое решение по переводу. Выполнить расчет теплогенерирующих поверхностей нагрева.. Оценить надежность работы котла после реконструкции. Разработать и исследовать эффективность перевода схемы ХВП на вакуумметрический режим работы ДЭР -15. Разработать режимную карту работы ДЭР. Разработать функциональную схему КИП и А. Разработать мероприятия по обеспечению БЖД персонала котельной. Выполнить технико-экономическую и экологическую оценку предлагаемых мероприятий.

13.03.01.2020.438.13 ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Росенков В.А.			Перевод парового котла ДКВР 10-13-250ГМ АО «ЭПМ-ЧЭЗ» г. Челябинска в водогрейный режим	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Жиргалова Т.Б				В К Р	3	75
Н. Контр.		Алабугина Р.А.				ЮУрГУ Кафедра «Промышленной теплоэнергетики»		
Утв.		Осинцев К.В.						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....		5
1 АКТУАЛЬНОСТЬ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ТЕМЫ ВКР.....		6
2 ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ НАПИСАНИИ ВКР.....		7
3 ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ И ЗАРУБЕЖНЫЕ РЕШЕНИЯ И РАЗРАБОТКИ ПРИ ПЕРЕВОДЕ ПАРОВЫХ КОТЛОВ ДКВР 10-13-250ГМ В ВОДОГРЕЙНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ.....		15
4		15
4.1 Расчет тепловых нагрузок.....		15
4.2 Разработка схемы питания котла при работе в водогрейном режиме.....		19
4.3 Расчет секций котла.....		20
4.3.1 РАСЧЕТ ПЕРВОЙ СЕКЦИИ (ПОДЪЕМНОЕ ДВИЖЕНИЕ).....		21
4.3.2 РАСЧЕТ ВТОРОЙ СЕКЦИИ (ПЕРЕДНИЕ ПАНЕЛИ БОКОВЫХ ЭКРАНОВ, ОПУСКНОЕ ДВИЖЕНИЕ).....		22
4.3.3 РАСЧЕТ ТРЕТЬЕЙ СЕКЦИИ (ЗАДНИЕ ПАНЕЛИ БОКОВЫХ ЭКРАНОВ, ПОДЪЕМНОЕ ДВИЖЕНИЕ).....		22
4.3.4 РАСЧЕТ ЧЕТВЕРТОЙ СЕКЦИИ (ОПУСКНОЕ ДВИЖЕНИЕ).....		22
4.3.5 РАСЧЕТ ПЯТОЙ СЕКЦИИ КОНВЕКТИВНЫХ ТРУБ (ПОДЪЕМНЫЕ).....		23
4.3.6 РАСЧЕТ ШЕСТОЙ СЕКЦИИ КОНВЕКТИВНЫХ ТРУБ (ОПУСКНОЕ ДВИЖЕНИЕ).....		23
4.4 Расчеты по оценке надежности работы котла.....		26
4.5 Выбор вспомогательного оборудования котельной установки.....		27
4.6 Разработка схемы ХВП.....		30
4.7 Разработка схемы газоснабжения котла.....		32
5 НАУЧНАЯ ЧАСТЬ: ИСЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ДЕАЭРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ ДСВ-15.....		34
5.1 Перевод ДЭР-15 на работу вакууметрического деаэрирования.....		34
5.2 Разработка режимной карты ДЭР.....		36
5.3 Выводы.....		38
6 ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРЕДЛАГАЕМЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ КОТЕЛЬНОЙ.....		39
7 ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИИ		42
8 КИП И АВТОМАТИЗАЦИЯ КОТЕЛЬНОЙ.....		45
9 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ		48
10 ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ		57
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....		72
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК		73

1 Актуальность

Акционерное общество «ЭПМ-ЧЭЗ» находится в Metallургическом районе г. Челябинска. Основная продукция предприятия - графитовые изделия для предприятий РФ. На предприятии функционируют две котельных с котлами ДКВР 10-13-250ГМ и ДЕ 25-14-225 В связи с реконструкцией технологии производства графитовых изделий технологический пар не требуется. Принято решение о переводе котлов в водог- реиный режим для использования отопление производственных и административно-бытовых зданий. Расчет тепловых нагрузок производится по климатологическим данным г. Челябинск по [16] и приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Климатические параметры холодного периода

Продолжи- тельность п, сут	Температура воздуха, °C			
	Отопления t_{HO}	Вентиляции t_{HV}	Средняя ото- пительного периода	Средняя самого холодного месяца
218	-34	-34	-6,5	-15,8

Климат района континентальный. Зима суровая, холодная, продолжительная,

8670 / 3.

CH4 = 94,2%;

C2H6 = 2,8%;

3 8 = 0,4%;

4 10 = 0,1%;

5 12 = 0,1%;

N2 = 2,0%;

CO2 = 0,4%;

Q = 8670 / 3.

95/70 °

«Shneider Electric Xenta

301».

									Лист
									6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.01.2020.438.13 ПЗ				

При написании данной работы были использованы научная и учебно-методическая литература, статьи в периодических изданиях, нормативно-законодательные акты.

Далее используемую литературу представим в нескольких разделах в соответствии с главами пояснительной записки:

1. Энергосбережение – указаны виды, методы, мероприятия энергосберегающих технологий на котельных и ТЭС, а также их фактическое применение:
 - 1.1 «Основы энергосбережения» Данилов Н.И., Щелоков Я.М.;
 - 1.2 Статья Интернет ресурса под редакцией Ливчака В.И. «Энергосбережение в системах централизованного теплоснабжения на новом этапе развития».
2. Расчет мощности котельной, температурного графика, расходов воды и схемы котельной – представлены поэтапные методы тепловых, гидравлических и других расчетов, выбор схем котельных, подбор оборудования и др.
 - 2.1 «Теплофикация и тепловые сети» Соколов Е.Я.;
 - 2.2 «Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения» Карауш С.А., Хуторной А.Н.
3. Котельные установки и их расчет – приведены принципы работы котлов, их виды и типы, методики расчетов и справочные значения величин:
 - 3.1 «Котельные установки промышленных предприятий» Сидельковский Л.Н., Юренев В.Н.;
 - 3.2 «Тепловой расчет котлов (нормативный метод)»;
 - 3.3 «Расчет жаротрубно-дымогарного котла» Лумми А.П., Мунц В.А.;
4. КИПиА – отражены принципы составления функционирования схем автоматики котельных, правила составления, преимущества и недостатки автоматизированных систем управления:
 - 4.1 «Проектирование, монтаж и эксплуатация автоматизированных систем управления теплоэнергетическими процессами» Плетнев Г.П., Зайченко Ю.П.;
 - 4.2 ГОСТ 21.404-85 «автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».
5. Экономика на теплоэнергетических предприятиях – приведены методы оценки эффективности и экономической целесообразности проекта:
 - 5.1 «Производственный менеджмент в энергетике предприятия» Алабугин А.А., Алабугина Р.А.
6. БЖД – раскрыты факторы рабочей среды на предприятиях энергетической отрасли, стандарты измерения и допустимые величины факторов; действия персонала при возникновении аварийных ситуаций и их предупреждении:
 - 6.1 «Безопасность жизнедеятельности» Бориков С.И., Киселева Л.М.;
 - 6.2 СНиП 23-05-95* «Естественное и искусственное освещение»
 - 6.3 ГОСТ 12.13130-2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»
7. Экологическая безопасность – содержится теоретическая база уменьшения вредных экологических факторов, их подавления и измерения в соответствии с ПДК, методы оценки и др.:

										Лист
										7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.01.2020.438.13 ПЗ					

3. Отечественные 10-13-250

При выборе котлов для производственного предприятия принимаем в расчет множество факторов. Перед тем как выбрать котел необходимо оценить преимущества и недостатки нескольких вариантов.

Отсутствие или постоянные перебои централизованного отопления и горячего водоснабжения вынуждают создавать собственные автономные системы. Их главным элементом является котел, который за счет сжигания топлива нагревает теплоноситель для системы обогрева и воду для бытовых нужд.

Существует возможность оборудовать данную котельную котлом зарубежного производителя «Bosh» или отечественным аналогом КВГМ-1,25-115.

Немецкий котел Bosh Unimat UT-L12

Отопительные котлы UNIMAT UT-L являются специальными отопительными котлами, в которых сжигание топлива происходит при избыточном давлении. Они разработаны с соблюдением соответствующих норм TRD 300. Котлы рассчитаны на производство теплоносителя низкого давления с максимальной температурой 110 °С (температура срабатывания предохранительного ограничителя нагрева) в системах отопления, отвечающих требованиям стандарта. На рисунке 3.1 представлен общий вид котла Bosh Unimat UT-L12.



Рисунок 3.1 – Котел Bosh Unimat UT-L12

Блочная конструкция котла и его дополнительного оборудования делает их применение универсальным. Для каждого объекта можно подобрать подходящее решение. Котлы используются преимущественно на крупных объектах, таких как

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.01.2020.438.13 ПЗ				

горание топлива, и, следовательно, меньший расход топлива и снижение выбросов CO, не превышающее допустимых значений;

– котлы долговечны, ремонтпригодны, просты в обслуживании, имеют доступ для осмотра, ремонта и очистки труб;

– котлы с горелкой работают в автоматическом режиме, имея возможность регулировки параметров и стабильность несения нагрузки;

– конструкция котлов рассчитана на установку в районах с сейсмичностью 9 баллов включительно.

Водогрейные котлы ОАО «Дорогобужкотломаш» предназначены для получения горячей воды с давлением до 1,0 МПа и температурой 150°C (115°C), которая используется в системах отопления жилых, общественных и производственных зданий.

Приведем основные технические характеристики котла КВ-ГМ-1,25-115 (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Основные характеристики котла КВ-ГМ-1,25

Наименование параметра	КВ-ГМ-1,25-115
1	2
Теплопроизводительность номинальная, МВт	1,25
Расчетное (избыточное) давление воды на входе в котел, МПа (кгс/см ²)	1,6 (16,3)
Абсолютное рабочее давление воды на выходе из котла, МПа (кгс/см ²), не менее	1,0(10) / 0,43 (4,3)
Температура воды на входе в котел, °С:	70±2
Температура воды на выходе из котла, °С	115±2
Недогрев воды до кипения на выходе из котла, °С	(20)+10
Время растопки котла, ч, не более	0,5
Диапазон регулирования теплопроизводительности по отношению к номинальной	30...100
Допустимое число пусков за срок службы, не более	2000
Гидравлическое сопротивление, МПа (кгс/см ²), не более	0,25 (2,5)
Масса котла, кг, расчетная	10000
Расход воды через котел, т/ч	144
Срок службы между капитальными ремонтами, лет, не менее	3
Полный назначенный срок службы котла, лет (ч)	10 (50000)

Продолжение таблицы 3.2

1	2
КПД котла, брутто, %, не менее:	
– на газе	93,12
– на мазуте	89,97
Расход топлива (расчетный)	
– природный газ, м ³ /ч,	810
– мазут, кг/ч,	775/789

Котлы имеют единый профиль, и отличаются лишь глубинами конвективного газохода и топочной камеры. Топочная камера, имеющая горизонтальную компоновку, экранирована трубами Ø60×3 мм с шагом 64 мм, входящими в коллекторы Ø159×7 мм. Конвективная поверхность нагрева расположена в вертикальном газоходе, состоит из U-образных ширм из труб Ø28×3 мм с шагом $S_1=64$ мм и $S_2=40$ мм.

Котлы могут быть оборудованы любыми как зарубежными, так и отечественными газовыми горелками, соответствующей производительности (имеющие соответствующие технические характеристики и сертификат соответствия Госстандарта РФ). Горелка устанавливается на воздушном коробе котла, который крепится на фронтальном экране к щиту.

Обслуживание горелочного устройства, его описание и технические характеристики даны в документации, прилагаемой с горелочным устройством [50].

Несущий каркас у котлов отсутствует. Каждый блок котлов (топочный и конвективный) имеет опоры, приваренные к нижним коллекторам.

Цена такого котла выше составляет 735 тыс. руб. (по данным ОАО «Дорогобужкотломаш»).

Итальянский котел Ivar Super RAC 1450

Главной особенностью котлов данного производителя является то, что они как уже выше упоминалось, могут работать от разных видов топлива – газ, дизельное топливо и специально предназначенный топочный мазут, что, в свою очередь, поможет владельцу такого водогрейного котла снизить расходы на энергию, которая и требуется для эффективной работы отопительной системы.

Кроме этого, топочная камера оборудования данной марки, в частности, модели – котёл Ivar SuperRac 1450 имеет размеры, которые полностью

					13.03.01.2020.438.13 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

4 Специальная

Перевод существующих котлов – ответственный вид работ, выполняемый при необходимости замены устаревшего основного котельного и вспомогательного оборудования, увеличения мощности котельной.

Реконструкция первых котлов может выполняться либо в полном объеме с заменой всего оборудования, либо частичной реконструкцией котлов с заменой горелок на котлах, заменой автоматики на котлах

При замене отдельных котлов на действующих котельных важно при установке котлоагрегатов учитывать их аэродинамическое сопротивление, характер работы – под давлением в топке, или под разряжением в топке.

4.1 Расчет тепловых нагрузок потребителей

Определение тепловых нагрузок потребителей производится по укрупненным показателям. [40] Расчетная тепловая нагрузка на отопление зданий определяется по формуле 4.1:

$$Q_0 = q_0 \cdot F \cdot (1 + K_1) \quad (4.1)$$

где q_0 – укрупненный показатель расхода теплоты на отопление 1 м² общей жилой площади зданий, Вт [16];

F – общая площадь здания, м²;

K_1 – коэффициент, учитывающий расход теплоты на отопление общественных зданий, $K_1=0,25$ [16].

Результаты расчета сводятся в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Характеристика помещений АО «ЭПМ-ЧЭЗ»

Наименование объекта	Q, Гкал/ч	G, т/ч
1	2	3
Дирекция	0,05	0,48
Административно-бытовой корпус	0,15	1,43
Хозяйственный корпус	0,08	0,76
Гаражные помещения	0,03	0,29
Цех готовой продукции	0,25	2,39
Цех силицированной продукции	0,18	1,72
Цех анодной продукции	0,15	1,43

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3
Котельная	0,13	1,24
Цех АБК	0,35	3,34
ИТОГО:	2,34	19,38

Обратная сетевая вода сетевым насосом подается в водогрейный котел. Нагретая в котле вода направляется в подающий трубопровод Т1 и на собственные нужды котельной. Потери воды в котельной и тепловых сетях компенсируется подачей исходной воды из водопровода. Водопроводная вода с температурой 5°C поступает в бак (подпиточную емкость), далее поступает в подогреватель исходной воды и нагревается до 20°C. Затем вода направляется в химводоочистку. Подпиточным насосом умягченная вода направляется для подпитки тепловых сетей и тепловой схемы. [40]

Расчетный расход сетевой воды на отопление (4.2):

$$G_{OB} = \frac{Q_{OB} \cdot 10^3}{4,19 \cdot (t_{np} - t_{об})} \quad (4.2)$$

где Q_{OB} – тепловая нагрузка на отопление, МВт;

t_{np} , $t_{об}$ – температура воды в подающем и обратном трубопроводе системы отопления, °С.

$$G_{OB} = \frac{2,34 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (95 - 70)} = 19,38 \text{ кг/с}$$

Общий сетевой расход воды на отопление (4.3):

$$G_C = G_{OB} \quad (4.3)$$

$$G_C = 19,38 \text{ кг/с}$$

Расход воды на подпитку тепловых сетей принимают равным (4.4):

$$G_{\text{под}}^C = 0,02 \cdot 19,38 = 0,39 \text{ кг / с}$$

Потери воды в тепловой схеме котельной принимаются в размере 25 – 30% от расхода подпиточной воды (4.5):

$$G_{\text{под}} = (0,25 \div 0,30) \cdot G_C \quad (4.5)$$

Расход теплоты на собственные нужды (4.6)

$$G_{\text{под}} = 0,25 \cdot 19,38 = 4,85 \text{ кг / с}$$
$$Q_{CH} = 0,02 \cdot 2,34 \cdot 1,163 = 0,047 \text{ МВт}$$

Общая тепловая мощность котельной без учета тепловых потерь: (4.7):

$$Q_K = Q_{OB} + Q_{CH} \quad (4.7)$$

$$Q_K = 2,34 + 0,047 = 2,077 \text{ МВт}$$

Расход воды через котел (4.8):

$$G_K = \frac{Q_K \cdot 10^3}{4,19 \cdot (t_{np} - t_{об})} \quad (4.8)$$

$$G_K = \frac{2,077 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (95 - 70)} = 19,83 \text{ кг / с}$$

Расход воды (через котел) на собственные нужды (4.9):

$$G_{CH} = \frac{0,047 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (95 - 70)} = 0,45 \text{ кг / с} \quad (4.9)$$

						13.03.01.2020.438.13 ПЗ	Лист
							17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

Расход исходной воды (4.10):

$$G_C = G_{OB} \quad (4.10)$$

$$G_{IB} = 1,2 \cdot 4,85 = 5,82 \text{ кг/с}$$

Расход греющей воды через подогреватель исходной воды (4.12):

$$G_G = \frac{4,85 \cdot (20 - 5)}{95 - 70} = 2,91 \text{ кг/с} \quad (4.12)$$

Расчетный расход воды:

– на собственные нужды (4.13):

$$G_{PCN} = G_G \quad (4.13)$$

$$G_{PCN} = 2,91 \text{ кг/с}$$

– через котел в расчетном режиме (4.14):

$$G_{PK} = \frac{2,077 \cdot 10^3}{4,19 \cdot (95 - 70)} + 2,91 = 22,74 \text{ кг/с} \quad (4.14)$$

При расхождении предварительно принятых в расчете величин с полученными в результате расчета более чем на 3 % расчет следует повторить, подставив в качестве исходных данных полученные значения. Определяется относительная погрешность расчета тепловой схемы водогрейной котельной (4.15):

4.3 Расчет

Опыт перевода котлов ДКВР на водогрейный режим работы позволяет осуществить перевод несколькими способами. При этом основным требованием надежной работы котла в водогрейном режиме является исключение возможности вскипания воды в трубах котла и надежность циркуляции воды. 2.2 При выборе конструктивных решений перевода котла на водогрейный режим работы, основным следующие условия: обеспечение неизменности газовоздушной и газовой части котла учет конструктивных особенностей трубной системы котла ДКВР-10/13, соблюдения допустимых скоростей движения воды в трубной системе котла, подача обратной сетевой воды после экономайзера в трубы экранной системы и, тем самым, обеспечение интенсивного охлаждения наиболее напряженных поверхностей нагрева котла. 2.3 За основу реконструкции был принят проект Запорожского Индустриального института, согласованный с Бийским котельным заводом и внедренный на ряде промышленных предприятий и котельных [1]. В соответствии с принятой схемой скорости движения воды в наиболее напряженных участках котла, секциях 1 – 4 экранных труб, приняты повышенными, т.е. превышающими минимально допустимые скорости, в соответствии с рекомендациями в [2]. 2.4 Для обеспечения скоростей воды в котле естественная циркуляция заменяется принудительной циркуляцией. Это достигается путем установки определенным образом поперечных перегородок в верхнем и нижнем барабанах котла и шайбированием опускных труб питания боковых экранов со стороны верхнего и нижнего барабанов. Опускные трубы питания фронтального экрана в верхней части глушатся, в нижней – используются в

2.5

- 60° ,

- 5...7 / 2, -

- 5,21 / 2.6 - 6,0 / ,

, 5,21 / .

120 /
103° .

					Лист
					20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

13.03.01.2020.438.13 ПЗ

4.3.1 Расчет первой секции (подъемное движение)

Площадь поперечного сечения трубы (4.17):

$$S_{mp} = \frac{\pi \cdot d_{вн}^2}{4} \quad (4.17)$$

где $d_{вн}$ – внутренний диаметр конвективных и экранных труб котла, м.

$$S_{mp} = \frac{3,14 \cdot 0,046^2}{4} = 0,00166 \text{ м}^2$$

Расчетное число подъемных труб первой секции фронтального экрана (4.18):

$$n_{шт} = \frac{M_n}{(3600 \cdot S_{mp} \cdot W_n)} \quad (4.18)$$

где W_n – рекомендуемая скорость воды в подъемных трубах фронтального экрана, м/с.

$$n_{шт} = \frac{6,9}{(3600 \cdot 0,00166 \cdot 1)} = 20,1 \text{ шт.}$$

Принимаем число подъемных труб первой секции 20 шт.

Расчетное число рядов труб конвективного пучка первой секции (4.19):

$$m_1 = \frac{n_{шт}}{n} \quad (4.19)$$

где n – число труб в одном ряду фронтального экрана котла ДКВР, шт.

$$m_1 = \frac{20}{20} = 1 \text{ шт.}$$

Уточненная скорость воды в подъемных трубах первой секции (4.20):

$$W_n = \frac{M_n}{(3600 \cdot S_{mp} \cdot n_{шт})} \quad (4.20)$$

$$W_n = \frac{6,9}{(3600 \cdot 0,00166 \cdot 20)} = 1,003 \text{ м/с}$$

$$W_n = \frac{6,9}{(3600 \cdot 0,00166 \cdot 20)} = 1,003 \text{ м/с}$$

4.3.5 Расчет пятой секции конвективных труб (подъемные)

Расчетное число труб пятой секции (первый конвективный пучок, подъемное движение):

$$n_{пз} = \frac{6,9}{(3600 \cdot 0,00166 \cdot 0,13)} = 154,3 \text{ шт.}$$

Принимаем число труб пятой секции (первый конвективный пучок, подъемное движение) 154 шт.

Скорость воды в первом конвективном пучке (подъемное движение) пятой секции:

$$W_n = \frac{6,9}{(3600 \cdot 0,00166 \cdot 154)} = 0,13 \text{ м/с}$$

Число рядов труб пятой секции:

$$m_3 = \frac{154}{22} = 7 \text{ шт.}$$

4.3.6 Расчет шестой секции конвективных труб (опускное движение)

Расчетное число труб шестой секции (второй конвективный пучок, опускное движение):

$$n_{об} = \frac{6,9}{(3600 \cdot 0,00166 \cdot 0,45)} = 44,6 \text{ шт.}$$

Принимаем число труб шестой секции (первый конвективный пучок, опускное движение) 44 шт.

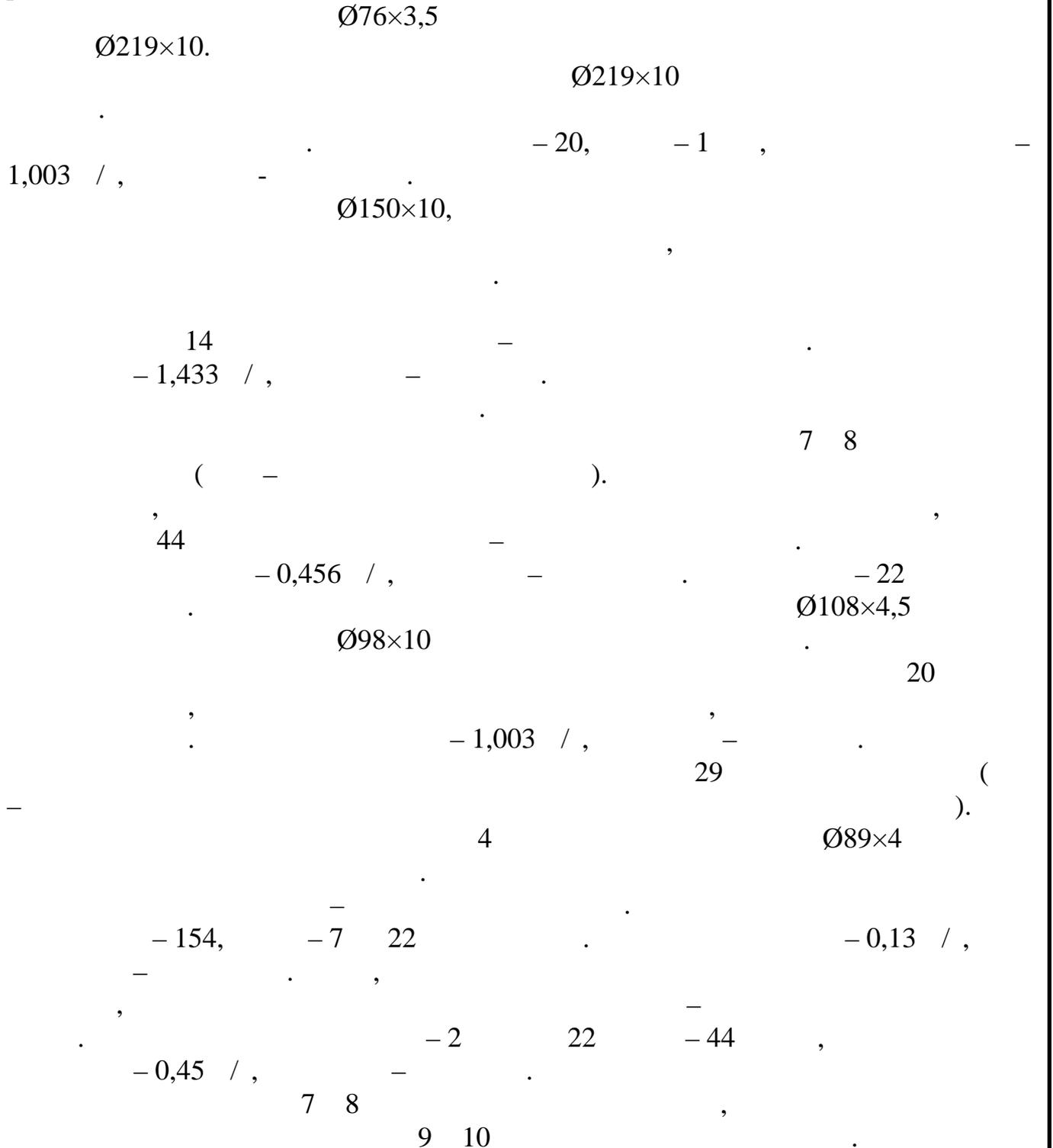
Уточненная скорость воды в шестой секции (второй конвективный пучок, опускное движение):

$$W_n = \frac{6,9}{(3600 \cdot 0,00166 \cdot 44)} = 0,46 \text{ м/с}$$

Число рядов труб пятой секции:

$$m_3 = \frac{44}{22} = 2 \text{ шт.}$$

Таким образом, предлагается схема с противоточно-перекрестным движением воды и продуктов сгорания и не требующая монтажа дополнительных конструкций, кроме двух перегородок в верхнем барабане и двух – в нижнем. По предлагаемой схеме сетевая вода, поступающая из тепловой сети, общим потоком проходит через экономайзер котла (снижая температуру уходящих газов). В схеме предусматривается байпасная линия Ø108×4 для более точной регулировки расхода воды.



После шестой секции обогрева вода поступает во второй отсек нижнего барабана, далее, поток, развернувшись, поступает в седьмую секцию обогрева – 418 труб третьего конвективного пучка, 19 рядов по 22 трубы, скорость движения – 0,048 м/с, движение – подъемное. Из седьмого отсека вода поступает в четвертый отсек верхнего барабана, и далее, - в тепловую сеть.

В проекте применены перегородки, отличающиеся простотой изготовления и монтажа и позволяющие выполнять осмотры и ремонт внутри барабанов. Для удобства монтажа между перегородками в сборе и внутренними поверхностями барабана предусматривается зазор не более 2...4 мм. При этом переток воды через зазоры незначителен, так как разность давлений с обеих сторон перегородок невелика, порядка 1000 Па.

В соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов с давлением пара не более 0,07 МПа, водогрейных котлов и водоподогревателей с температурой нагрева воды не выше 115°C, реконструированный котел ДКВР-10/13 дополнительно должен быть оборудован автоматическими приборами, прекращающими подачу газа в топку котла в случаях:

- повышения давления воды на выходе из котла до 1,05 расчетного давления на прочность трубопровода теплосети; -

,
20 . ; -
; -
20 .

,
/

— .

					13.03.01.2020.438.13	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

4.4 Расчеты по оценке надежности работы котла

Верхний барабан: демонтаж сепарационного щита, демонтаж направляющих уголков, демонтаж линий подвода питательной воды в верхнем барабане, демонтаж продувочных линий и вентилях продувки, демонтаж водомерной колонки и заглушка отверстий в верхнем барабане, демонтаж линий отвода основного пара, паропровода собственных нужд, демонтаж части опускных труб питания фронтального экрана, монтаж трех перегородок внутри барабана, шайбирование опускных труб питания боковых экранов, монтаж предохранительного клапана 17ч19бр2 Ду150, монтаж линии отвода воды Ø219×4 от предохранительного клапана в существующий продувочный колодец, заглушка специальными отверстиями патрубков верхнего барабана.

Нижний барабан: демонтаж продувочных линии и вентилях продувки, замена трех перепускных труб от коллектора заднего экрана в нижний барабан Ø76 × на четыре трубы Ø89×4, монтаж одной перегородки внутри барабана - между 7 и 8 рядами конвективного пучка, две трубы связи нижнего и верхнего барабанов Ø108×4,5 шайбируются диафрагмой Ø98×10 со стороны нижнего барабана.

Коллектора экранов: демонтаж и монтаж части изоляции фронтального и заднего экранов, демонтаж части опускных труб питания фронтального экрана, врезка четырех труб Ø76×3,5 в коллектор фронтального экрана и подключение трубопровода воды с экономайзера к коллектору фронтального экрана, замена трех перепускных труб от коллектора заднего экрана в нижний барабан Ø76×4 на четыре трубы Ø89×4.

Коллектора котла: монтаж коллектора Ø159 × 4,5 от экономайзера до коллектора фронтального экрана, монтаж коллектора Ø219×6 от крайнего отсека верхнего барабана до подающего коллектора котельной, монтаж расходомерной шайбы Ду200, ТС, гильзы под спиртовой термометр, показывающего манометра, ЭКМ на выходном коллекторе котла, монтаж гильзы под спиртовой термометр, показывающего манометра, ЭКМ на входном коллекторе котла до экономайзера. Экономайзер: монтаж байпасной линии Ø57×3,5, узел рециркуляции, монтаж насосов рециркуляции, обвязка узла насоса рециркуляции, монтаж КИП насоса рециркуляции, узел перепуска котла, монтаж и обвязка узла перепуска, монтаж схемы вакуумного деаэрирования.

Расчетная температура на выходе из котла (4.21):

$$t_{\text{вых}} = \frac{G_{\text{св}} \cdot (t_{\text{под}} - t_{\text{обр}})}{G_{\text{к}} + t_{\text{вх}}} \quad (4.21)$$

где $G_{\text{св}}$ – расход сетевой воды после узла сетевых насосов, м³/ч; $t_{\text{под}}$ – температура воды на подаче в теплосеть по температурному графику, °С; $t_{\text{обр}}$ – температура воды обраты теплосети по температурному графику, °С; $t_{\text{вх}}$ – расчетная температура на входе в котёл, °С; $G_{\text{к}}$ – расход воды через котел, м³ ч;

$$t_{\text{вых}} = \frac{160 \cdot (59,7 - 48,1)}{6,9 + 60} = 75,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				13.03.01.2020.438.13 ПЗ	26

Расчетный расход рециркуляции (4.22)

$$G_{\text{рец}} = \frac{G_K \cdot (t_{\text{ст}} - t_{\text{обр}})}{t_{\text{вых}} - t_{\text{обр}}} \quad (4.22)$$

$$G_{\text{рец}} = \frac{6,9 \cdot (60 - 48,1)}{75,5 - 48,1} = 52,1 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Расчетный расход воды через линию перепуска (4.23):

$$G_{\text{пер}} = G_{\text{ст}} - G_K + G_{\text{рец}} \quad (4.23)$$

$$G_{\text{пер}} = 160 - 6,9 + 77,2 = 117,2 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

4.5

В качестве насосов рециркуляции подбирается насос К-80-50-200 с электродвигателем 4АМ160S2У3. Подача насоса в режиме максимального КПД – 50...54 м³/ч, напор – 50 м.в.ст. Число насосов рециркуляции – 2 шт. (рабочий и резервный)

Схема химической подготовки котельной остается без изменений. Схема деаэрации котельной переводится в режим схемы вакуумного деаэрирования. Для корректировки содержания кислорода в подпиточной воде предусматривается схема ввода сульфита натрия в подпиточную воду.

При переводе котла тягодутьевые устройства не подвергались реконструкции и остались без изменения.

Для создания разрежения в котле установлен один дымосос марки Д-10 одно-стороннего всасывания.

Для обеспечения горелок котла воздухом установлен один вентилятор ЦАГИ №9 одно-стороннего всасывания.

При переводе котла горелочные устройства не подвергались реконструкции и остались без изменения.

В качестве горелочных устройств котла ДКВР 10-13 применяются горелки ГМГм-2с с характеристиками. При реконструкции газовое оборудование котла не подвергалось реконструкции и осталось без изменения. Общий вид горелки представлен на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 – Горелка ГМГм-2с

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

13.03.01.2020.438.13 ПЗ

Помимо основного оборудования котельной, к которому относится непосредственно котельный агрегат, необходимо подобрать ряд вспомогательного оборудования для завершения тепловой схемы котельной. К такому оборудованию относятся горелки газовые, насосное и вентиляционное оборудование и т. д. Его выбор заключается в приведение в соотношение необходимых характеристик к данной котельной по мощности, расходу, подаче, напору и геометрическим размерам.

Горелка газовая Baltur TBG 210 P

Компания «Baltur» специализируется на изготовлении наддувных (вентиляторных) горелок различных модификаций. Универсальность горелок позволяет совмещать их с большинством современных котлов, в том числе, с котлами небольших размеров. Благодаря широкому диапазону мощностей, горелки могут применяться как в бытовых, так и в промышленных условиях. В качестве топлива используется природный или сжиженный газ. Конструкция пламенной головы обеспечивает стабильность газозадушной смеси. Газовые горелки Baltur имеют компактные размеры, характеризуются надежностью и простотой эксплуатации, низким уровнем шума. Газовые горелки поставляются собранными. Широкий модельный ряд оборудования позволяет сделать оптимальный выбор исходя из тех или иных условий эксплуатации.

В таблице 4.7 приведены основные технические характеристики горелки Baltur TBG 210 P.

Таблица 4.7 – Технические характеристики горелки Baltur TBG 210 P

Наименование параметра	Значение
Мощность минимальная, кВт	400
Мощность максимальная, кВт	2100
Электрическое подключение	3 N AC 50 Гц 400 V
Мощность электродвигателя, кВт	3
Размеры L×P×H, мм	1080×770×700
Вес, кг	94

Для горелок Baltur серии TBG характерны следующие особенности:

- EN676;
- (/);
- , EN303;
- NOx (II);
- () ;
- ;
- IP55;
- , ,
- ;
- ;
- 3- ;

- звукоизоляционный кожух на стороне забора воздуха обеспечивает оптимальную траекторию воздушного потока и снижает уровень шума на впуске.
- на дисплее в панели управления соответствующими лампочками отображаются рабочие параметры горелки, переключатель старт/стоп и повторного запуска;
- панель управления имеет функцию самодиагностики с поиском неисправностей (по стандарту EN298);
- контроль наличия пламени с помощью электрода ионизации;
- газовая рампа оборудована рабочим клапаном 1-й и 2-й ступени и клапаном безопасности, прессостатом минимального давления, регулятором давления и газовым фильтром. [48]

Насос рециркуляции котла CNP TD 50-60/2

Насосы серии TD – центробежные, одноступенчатые, моноблочные электронасосы, состоящие из стандартного асинхронного электродвигателя и насосной части, соединенных переходным фланцем. Входной и выходной патрубки имеют одинаковые диаметры и расположены на одной линии. Уплотнение по линии вала – торцовое, одинарное, неразгруженное, уплотнение насосной камеры – уплотнительное кольцо, круглого сечения. Вал насоса жестко соединен с валом электродвигателя при помощи специальной муфты. Конструкция насоса позволяет снять головную часть насоса (двигатель с переходным фланцем, рабочим колесом) без полного демонтажа насоса с трубопровода. В таблице 4.8 представлены основные технические характеристики насоса CNP TD 50-60/2.

Таблица 4.8 – Технические характеристики насоса CNP TD 50-60/2

Наименование параметра	Значение
Напор, м	60
Потребляемая мощность, кВт	115
Скорость вращения электродвигателя, об./мин	2900
Максимальная температура жидкости, °С	115
Минимальная температура жидкости, °С	-15
Материал корпуса	нержавеющая сталь
Подача, м ³ /ч	50
Вес, кг	191

Насос системы отопления К 80-50-200

80-50-200
 - рН 6 9 ()
 ,
 0,2 0,1%.
 4.1 80-50-200.



Рисунок 4.1 – Насос К 80-50-200

В таблице 4.9 представлены основные технические характеристики насоса К 80-50-200.

Таблица 4.9 – Технические характеристики насоса К 80-50-200

Наименование параметра	Значение
Напор, м	50
Электродвигатель	АИР 160S2, 15 кВт
Подача, м ³ /ч	50
Размеры L×P×H, мм	1120×458×455
Вес, кг	56

Насос системы вентиляции Wilo IL 50/170-7,5/2

Для производственных целей используется теплота на нужды вентиляции. Горячая вода подается к водяным калориферам Frisco SWH02, которые греют воздух приточной вентиляции. Так как длина системы водоснабжения для системы вентиляции имеет большое значение (762 м) необходимо установить насос.

Циркуляционный насос с сухим ротором Wilo CronoLine IL 50/170-7,5/2 – это современный и надежный промышленный насос. Его применяют в системах отопления и горячего водоснабжения, циркуляции, промышленных установках и технологических процессах.

Насос Wilo IL 50/170-7,5/2 с сухим ротором, фланцевым соединением, классом защиты IP 55, двигатель насоса отделен от рабочей зоны с перекачиваемой жидкостью и надежно защищен торцевым уплотнением.

Насос Wilo IL 50/170-7,5/2 может перекачивать воду в системах отопления температурой от -200С до +1400С, охлаждающую или холодную воду, водогликолевую смесь (с долей гликоля 20-40 об. % и температурой перекачиваемой среды < 400С).

4.6 Разработка

Химводоподготовка (ХВП) для котельной — это обработка поступающей в установку воды, очистка её от вредных примесей, снижение жёсткости. Жёсткая вода вредит внутренним системам котельной установки, приводит к образованию накипи, к коррозии и разрушению. ХВП — самый простой и доступный способ предотвратить это.

/ (

0,01-0,02

3

Twin Alternating;
Twin Parallel (Duplex);
Triplex.
Twin Alternating

Twin Parallel (Duplex) —

Triplex

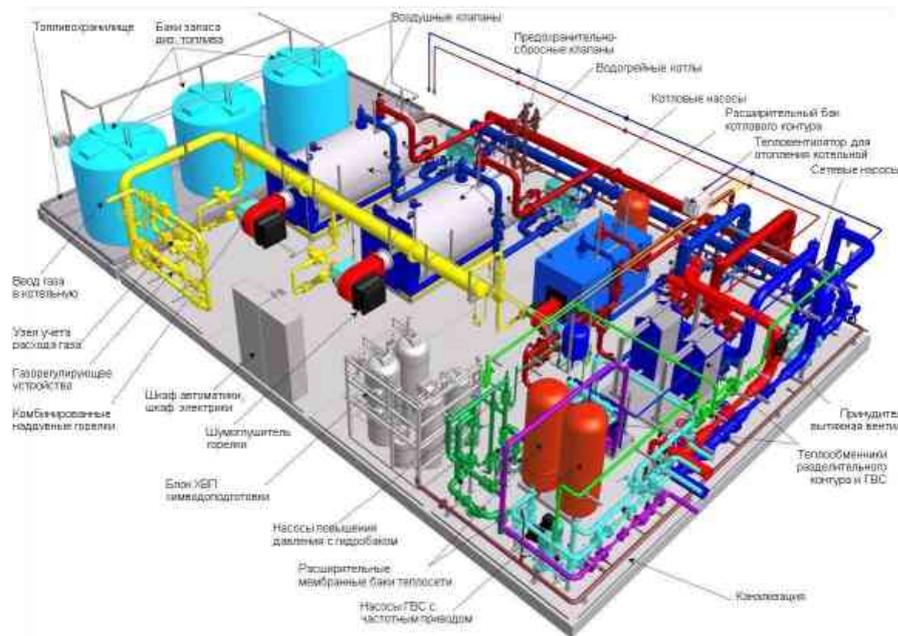


Схема ХВП работающая в комплексе с котлами

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

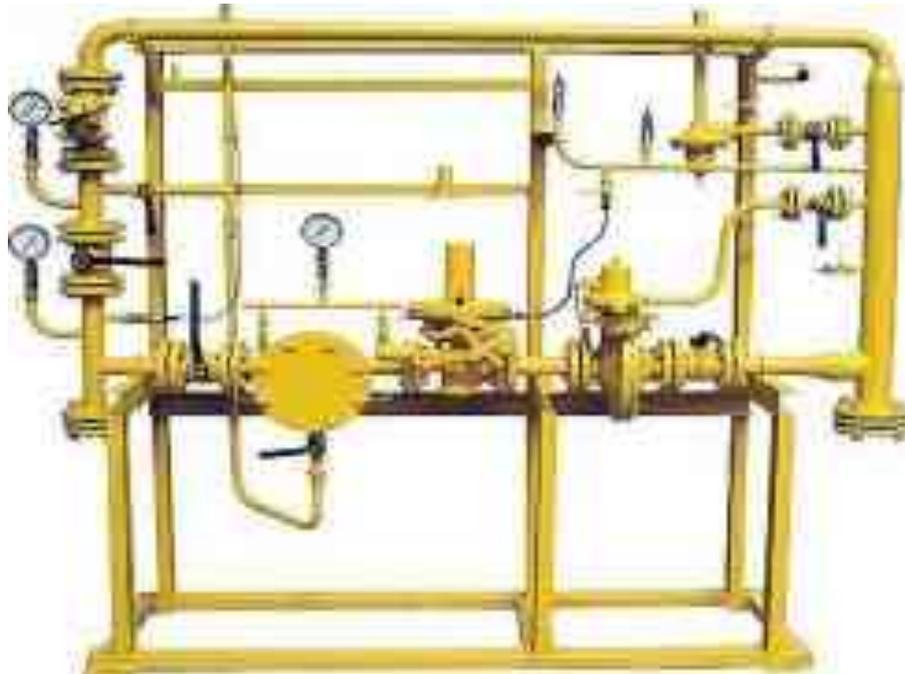
4.7 Разработка

Внутреннее газоснабжение котельной осуществляется через ГРУ, установленного в помещении котельной. ГРУ производит снижение (дросселирование) входного давления газа до заданного выходного и поддержание последнего в контролируемой точке газопровода постоянным (в заданных пределах) независимо от изменения входного давления и расхода газа. Кроме того, в ГРУ осуществляются

;

;

« - » -05-2 1 (-400-01),
-400 .
-400 , -
2 5 ,



Перед подачей газа на ГРУ-05-2У1 устанавливается газовый отсечной клапан Seitron EVGNC0LD N080.

Клапан Seitron EVGNC0LDN080 – газовый отсечной электромагнитный нормально-закрытый с ручным взводом предназначен для использования в системах дистанционного управления газогорелочных устройств паровых и водогрейных котлов, теплогенераторов, бытовых отопительных установок и в технологических трубопроводных системах для управления потоком газа в качестве запорнорегулирующего органа и органа безопасности.

После ГРУ-05-2У1 подача газа осуществляется посредством стального газо-

									Лист
									32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.01.2020.438.13 ПЗ				

провода. Для продувки газопроводов перед пуском, а также для сброса газа, просачивающегося через неплотности запорной арматуры, запроектированы продувочные свечи и газопровод безопасности от горелки Baltur TBG 210 P. Продувочные свечи и газопровод безопасности выведены на 1,0 м выше крыши котельной.

Все газопроводы после монтажа покрыть желтой масляной краской в 2 слоя. Пуск, останов и эксплуатацию котлов производить в строгом соответствии с инструкцией по эксплуатации котлов, работающих на газообразном топливе.

					<i>13.03.01.2020.438.13 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						33
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

5 Научная : -15

Целью данной работы является перевод на водогрейный режим работы двух паровых котлов ДКВР 10-13-250ГМ, установленных в котельной. Перевод котла на водогрейный режим позволяет без значительных затрат повысить КПД котлоагрегатов и их тепловую мощность, значительно упрощает тепловую схему, обеспечивает надежную работу котельных, создает более благоприятные условия для работы обслуживающего персонала, уменьшает себестоимость единицы отпускаемой теплоты.

Так при работе котлов на водогрейном режиме отпадает необходимость в:

- эксплуатации пароводяных теплообменников и питательных насосов;
- непрерывной продувке котла.

Кроме этого:

значительно снижаются расходы соли и воды для обслуживания фильтров ХВО, электроэнергии и тепловой энергии на собственные нужды котла.

более быстрый выход водогрейного котла на расчетный режим работы с меньшими потерями при растопке котла

снижение затрат на обслуживающий персонал

менее жесткие требования к обеспечению безопасности работы котла

Особенностью проектных работ по котельной является следующее:

В связи с параллельным движением сетевой воды в водяном экономайзере существующего парового котла при реконструкции отпадает необходимость в реконструкции экономайзера или байпасировании части воды помимо экономайзера. Это значительно уменьшает объем монтажных работ при глубоком сьеме тепла уходящих газов.

Часть существующих трубопроводов и арматуры сетевой воды входит в непосредственную зону работы котла. Это также значительно уменьшает объем монтажных работ и расход материалов на перевод котла. При переводе котлов котельной на водогрейный режим предполагается также произвести реконструкцию ХВО с заменой термического деаэрата атмосферного типа и установкой оборудования вакуумного деаэрирования.

Практика показала, что перевод отопительных котельных на водогрейный режим работы обеспечивает бесперебойное получение сетевой воды расчетной температуры.

Настоящий проект содержит разработку рабочей документации для перевода котлов ДКВР-10/13 на водогрейный режим, замены заменой термического деаэрата атмосферного типа на вакуумный деаэратор и необходимые для этого расчеты, схемы.

5.1 -15 « деаэрирования»

В соответствии с требованиями ДНАОП 0.00-1.26-96 существующая система подготовки подпиточной воды на котельной должна обеспечить следующие показатели качества:

					13.03.01.2020.438.13 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Значение величины
1	Умягченная вода		
	Расход	м ³ /час	4,5...18
	Температура	°С	45...50
	Жёсткость при температуре воды на выходе из котлов 115°С	мкг-эquiv/л	не более 190
	Жёсткость при температуре воды на выходе из котлов 150°С	мкг-эquiv/л	не более 130
	Прозрачность по шрифту	см	не менее 30
2	Вода из обратки системы отопления (линия рециркуляции воды на колонку)		
	Расход	м ³ /час	4,5
	Температура	°С	не ниже 55
3	Греющая вода		
	Температура греющей воды, подаваемой на колонку	°С	80...100

	Расход греющей воды, подаваемой на колонку	м ³ /час	2,6...14,6
	Температура греющей воды, подаваемой на паровую подушку	°С	80...100
	Расход греющей воды, подаваемой на паровую подушку	м ³ /час	0,8...1,0
4	Рабочая вода эжекторов		
	Температура	°С	5...45
	Уровень в баке	см	80±10
	Давление воды перед эжектором	кгс/см ²	3±0,2
	Вакуум в колонке	кгс/см ²	0,7 ±0,1

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.01.2020.438.13.ПЗ

Лист

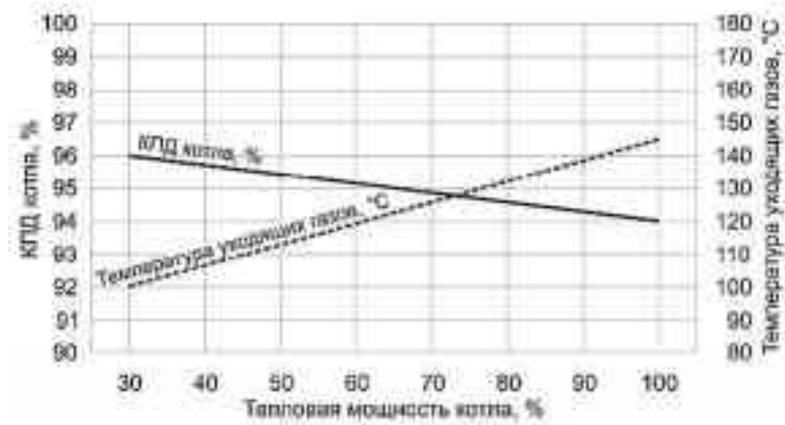
37

15 %.

25–30 %,

5–7 %;

5.2



[1].

RS-D 5000.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.01.2020.438.13 ПЗ

Лист

40

7 Вопросы экологии

Основными выбросами от котельной, работающей на природном газе являются оксиды серы (SO_2 , SO_3), оксиды азота (NO_x). Если сгорание топлива прошло не полностью (а полное сгорание топлива – это только идеальные условия), то в атмосферу выбрасываются такие вредные вещества, как угарный газ (CO), или монооксид – углеводороды CH_4 , и бензапирен $\text{C}_{20}\text{H}_{12}$. Данный ряд химических соединений оказывают негативное воздействие и на природу, и на человека. Определим концентрацию NO_2 в приземистом слое котельной.

Расчет концентрации загрязняющих веществ. Количество дымовых газов, проходящих через дымовую трубу за единицу времени (6.1):

$$V = B \cdot V_2 \left(\frac{T_{\text{г}}}{T} \right) \left(\frac{p}{p_{\text{атм}}} \right) \quad (6.1)$$

где $B = 0,048$ мз/с – расход топлива;

$V_2 = 16,56$ мз/мз – реальный объем продуктов сгорания;

$p = 760$ мм.рт.ст, $T = 273,15\text{K}$ – нормальные физические условия;

$T_{\text{г}} = 222$ °С – температура уходящих газов.

$$V = 0,048 \cdot 16,56 \cdot \left(\frac{222 + 273,15}{273,15} \right) \cdot \left(\frac{760}{720} \right) = 1,52 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Расчет выбросов окислов азота

В топочной камере образуется в основном окись азота NO (более 95%). Образование двуокиси азота NO_2 за счет окисления NO происходит при низких температурах и требует значительного времени.

Выброс окислов азота, г/с, рассчитывается по NO_2 (6.2):

(6.2)

где $K_{\text{NO}_2} = 0,12$ кг/МДж – параметр, характеризующий количество окислов азота, образующихся на МДж теплоты.

$\beta = 0$ – коэффициент, зависящий от степени снижения выбросов окислов азота в результате применяемых технических решений:

$$M_{\text{NO}} = 0,001 \cdot 0,048 \cdot 47,3 \cdot 0,12 \cdot (1 - 0) = 0,27 \text{ г/с}$$

Концентрация азота на выходе из дымовой трубы (6.3):

$$C_{\text{NO}_2} = \frac{M_{\text{NO}_2}}{V} \quad (6.3)$$

$$C_{\text{NO}_2} = \frac{0,27}{16,56} = 0,016 \text{ г/м}^3$$

Поверочный расчет дымовой трубы

Минимальная высота трубы определяется из условия, что максимальная концентрация вредного вещества в приземном слое C_m не превосходит максимально разовую ПДК этого вещества в атмосферном воздухе.

Оптимальная средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса: $\omega_{opt} = 20$ м/с

Диаметр устья источника выброса (6.4):

$$D_{мин} = \sqrt{\frac{4 \cdot V_1}{\omega_0 \cdot \pi}} \quad (6.4)$$

$$D_{мин} = \sqrt{\frac{4 \cdot 16,56}{20 \cdot 3,14}} = 1,03 \text{ м}$$

Внутренний диаметр существующей дымовой трубы 1000 мм. Высота 24 м.

Средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса (6.5)

$$\omega_0 = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot D_0^2} \quad (6.5)$$

$$\omega_0 = \frac{4 \cdot 16,56}{3,14 \cdot 1,0^2} = 21,1 \text{ м/с}$$

Разность между температурой выбрасываемых газов и средней температурой воздуха наиболее холодного месяца (6.6):

$$\Delta T = t_{гр} - t_{амс} \quad (6.6)$$

$$\Delta T = 190 - (-15,5) = 205,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Вспомогательные величины (6.7):

$$f = \frac{10^3 \cdot \alpha_2^2 \cdot D_0}{k_1^2 \cdot \Delta T} \quad (6.7)$$

$$f = \frac{10^3 \cdot 10,5^2 \cdot 1,0}{24^2 \cdot 205,5} = 1,17$$

Тогда коэффициенты m (6.8) и v (6.9):

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}} \quad (6.8)$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{1,17} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{1,17}} = 1,18$$

$$v_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{V \cdot \Delta T / h_1} \quad (6.9)$$

$$v_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{1,12 \cdot 205,5}{24}} = 1,72 \text{ м / с}$$

Т.к. $0,5 < v_m < 2$, то:

$$n = 0,532v_m^2 - 2,13v_m + 3,13 = 1,283;$$

Максимальная концентрация выбросов NO_2 от одного котла (6.10):

$$C_m = \frac{A \cdot M_{\text{NO}_2} \cdot F \cdot m \cdot n}{h^2 \cdot \sqrt[3]{V \cdot \Delta T}} \quad (6.10)$$

ΔT – разность температур выбрасываемых газов и атмосферного воздуха;

V_1 – полный расход дымовых газов на срезе (устье) трубы, м³/с;

$A=160$ – коэффициент, учитывающий рассеивающие свойства атмосферы при неблагоприятных метеорологических условиях, определяется климатической зоной;

F – коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе. Для газообразных примесей $F = 1$;

m и n – коэффициенты, учитывающие подъем факела над трубой;

η – поправочный коэффициент на рельеф. Если перепад высот в местности размещения источника выбросов не превышает 50 м на 1 км или препятствия (откосы, каньоны, горная гряда и т.п.) удалены более чем на 50Н, то $\eta = 1$.

$$C_m = \frac{160 \cdot 0,27 \cdot 1 \cdot 1,18 \cdot 1,283}{24^2 \cdot \sqrt[3]{1,12 \cdot 205,5}} = 0,023 \text{ мг / м}^3$$

									Лист
									44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.01.2020.438.13 ПЗ				

Максимальная концентрация выбросов NO₂ от двух котлов:

$$C_m = 3 \cdot 0,023 = 0,078 \text{ мг} / \text{м}^3$$

Максимальная концентрация выбросов NO₂ не превышает ПДК_{NO₂}=0,085 мг/м³. Проведя расчёты, можно сделать вывод, что существующая дымовые трубы удовлетворяет условию $C_m \leq \text{ПДК}$, поэтому замене не подлежит [29].

8.

В проекте разработана функциональная схема котельной АО «ЭПМ-ЧЭЗ». Схема представлена в графической части проекта.

Надежная, экономичная и безопасная работа котельного агрегата с минимальным числом обслуживающего персонала может осуществляться только при наличии теплового контроля, автоматического регулирования и управления технологическими процессами, средств сигнализации, блокировок и защиты оборудования.

Для автоматизации и теплового контроля применяются серийно выпускаемые приборы и регуляторы. Общими задачами контроля и управления работой котельной являются обеспечение:

- выработки в каждый момент времени необходимого количества теплоты с определенными параметрами;
- экономичности сжигания топлива и сведения потерь теплоты к минимуму;
- рациональности использования электроэнергии для собственных нужд котельной установки;

- надежности и безопасности, то есть установление и сохранение нормальных режимов работы, как котельного агрегата, так и вспомогательного оборудования.

Тепловой контроль заключается в постоянном или периодическом измерении параметров протекающих процессов при помощи соответствующих средств, передаче данных на пульты операторов и при необходимости, регистрации полученных результатов.

Автоматическое регулирование и управление включает в себя автоматическое поддержание, без участия человека, в течение определенного промежутка времени с требуемой точностью заданных режимов технологического процесса, а также автоматический пуск и остановку различных приводов и двигателей, отдельных узлов механизмов и агрегатов в целом.

Сигнализация предназначена для передачи сигналов, информирующих обслуживающий персонал о состоянии оборудования и отклонении контролируемых параметров от нормы. Сигнализация различается на предупредительную, исполнительную и аварийную.

Защита применяется для предотвращения повреждений оборудования при возникновении аварийных ситуаций. Устройства автоматической защиты прерывают контролируемый процесс или обеспечивают другие меры устранения или предотвращения аварийных ситуаций [40].

10-13

60 ° ;

:

5-8 3/ ;

4,5 3/ ,

8,5 3/ ;

13.03.01.2020.438.13

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания	24В AC ±20%, 50/60Гц
Потребление энергии	max 5 Вт
Диапазон рабочих температур	-20 ... +50 °С
Вес	1,0 кг
Размеры	180×110×75 мм
Продолжительность работы при потере питания	72 ч
Количество цифровых входов	4 шт.
Ток через замкнутые контакты	4 мА
Количество универсальных входов	4 шт.
Входы для датчиков	4 шт.
Цифровые выходы	6 шт.
Аналоговые выходы	2 шт.
Средство коммуникации	TAC Menta, Tac Vista, модем
Класс воспламеняемости	UL 964-V-0

TAC Xenta 301 обладают полным набором функций, необходимых для управления системами вентиляции, кондиционирования и отопления, включая построение графиков, обработку аварийных сообщений и т.п.

TAC Xenta 301 легко программируются и запускаются при помощи графического инструмента программирования TAC Menta. TAC Xenta 301
TAC Vista.

Xenta OP

TAC

« » 32

32

IP54.

32

4

7,

7.2.



Рисунок 7.2 – Регулятор ОВЕН ТРМ32

освещением. Места, которые по технологическим причинам не обеспечиваются дневным светом, предусмотрено обеспечить электрическим светом. Помимо рабочего освещения в котельной предусматривается аварийное освещение от источников питания, независимых от общей электроосвещенности котельной. Подлежат обязательному оборудованию аварийным освещением следующие места:

- фронт котлов, а также проходы между котлами, сзади котлов и над котлами;
- тепловые щиты и пульта управления;
- водоуказательные и измерительные приборы;
- помещения для баков и деаэраторов;
- насосные помещения.

В таблице 8.2 приведены нормы освещенности в зависимости от места расположения в котельной.

Таблица 8.2 – Требования к освещению

Наименование оборудования и помещения	Освещение,
Измерительные приборы, указатели уровня	50
Фронт котлов; вентиляционное, бункерное и дымососное отделение; приборы автоматики, химводоочистки; приборы управления щитами котлов и топливоподачи	20
Помещения баков, деаэраторов, площадки обслуживания котлов и за котлами	50
Тепловые щиты, пульта управления	200
Коридоры, лестницы	10
Машинный зал	200

Котельные агрегаты являются источником избыточных выделений тепла. В целях профилактики тепловых травм, температура наружных поверхностей технологического оборудования или ограждающих его конструкций не должна превышать 45°С.

Для условий поддержания нормальных параметров микроклимата предусмотрена теплоизоляция и обмуровка поверхностей котлов. Это снижает температуру

поверхностей оборудования до предельно допустимой.

В качестве изоляции применена щитовая обмуровка, состоящая из двух слоев:

- минеральной ваты (толщина слоя 40 – 80 мм);
- обшивка из стального листа (толщина слоя 40 мм, коэффициент теплопроводности 100 Вт/(м °С)).

В местах, где невозможно заизолировать поверхности оборудования с температурой выше 45°С, установлено:

- перегородки, исключая случайный контакт с персоналом;
- таблички и указатели, предупреждают об опасности получения ожога.

Для защиты обслуживающего персонала от воздействия тепловых излучений (плотностью более 140 Вт/м²) предусмотрены блочные щиты управления.

Защита от шума

Для теплоэнергетического оборудования характерны следующие шумы: механические, аэродинамические, гидродинамические.

В котельной значительный шум вызывают аэродинамические причины, к ним относятся:

- работа предохранительных клапанов;
- пробивание прокладок фланцевых соединений;
- движение газов в трубах с большой скоростью.

В котельном цехе, с целью снижения уровня шума, проводят следующие мероприятия:

- улучшение режима эксплуатации оборудования;
- центровка и балансировка механизмов;
- наложение шумовой изоляции (шумозащитные кожухи).

При кратковременном пребывании в очень шумном помещении применяют наушники – противоушины или беруши.

Электрический ток

Основными потребителями электроэнергии являются электродвигатели насосов и оборудование КИПиА. В таблице 8.3 представлены величины напряжения прикосновения и токи при аварийных режимах работы электроустановок напряжением до 1000 В и частотой 50 Гц.

Таблица 8.3 – Напряжение прикосновения и токи при аварийных режимах

Продолжительность воздействия, сек	Нормируемая величина	
	Напряжение, В.	Сила тока, мА
0,01-0,08	220	220
0,2	100	100
0,3	70	70
0,4	55	55
0,5	50	50
0,6	40	40
0,7	35	35
0,8	30	30
0,9	27	27

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Все трубопроводы имеют в верхних точках воздушники, а в нижних точках и застойных зонах — дренажные устройства, соединенные непосредственно с атмосферой.

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала котельной предусмотрены следующие защитные устройства:

- манометр, показывающий давление горячей воды;
- предохранительные клапана для автоматического выпуска избыточной воды из котлов;
- воздушно-указательные приборы для наблюдения за уровнем воды;
- водозапорный вентиль для регулирования расхода воды на котел;
- спускные и продувочные вентили;
- воздушные клапана для удаления воздуха из котла;
- манометр, показывающий давление перегретого пара.

Помещение котельной, согласно должно быть освещено таким образом, чтобы гарантировать возможность правильного и безопасного обслуживания котлов.

12.13130.2009 «

»

										Лист
										53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.01.2020.438.13 ПЗ					

Выходы, не отвечающие требованиям, предъявляемым к эвакуационным выходам, рассматриваются как аварийные и предусматриваются для повышения безопасности людей при пожаре. Аварийные выходы не учитываются при эвакуации в случае пожара. К аварийным выходам относятся:

- а) выход на открытый балкон или лоджию с глухим простенком не менее 1,2 м от торца балкона (лоджии) до оконного проема (остекленной двери) или не менее 1,6 м между остекленными проемами, выходящими на балкон (лоджию);
- б) выход на открытый переход шириной не менее 0,6 м, ведущий в смежную секцию здания класса Ф1.3 или в смежный пожарный отсек через воздушную зону;
- в) выход на балкон или лоджию, оборудованные наружной лестницей, поэтажно соединяющей балконы или лоджии;
- г) выход непосредственно наружу из помещений с отметкой чистого пола не ниже -4,5 м и не выше + 5,0 м через окно или дверь с размерами не менее 0,75x1,5 м, а также через люк размерами не менее 0,6x0,8 м; при этом выход через приямок должен быть оборудован лестницей в приямок, а выход через люк лестницей в помещении; уклон этих лестниц не нормируется;
- д) выход на кровлю здания I, II и III степеней огнестойкости классов С0 и С1 через окно, дверь или люк с размерами и лестницей по «г».

В качестве аварийных выходов в данной котельной будем считать выходы через окна.

Применение сигнальных цветов и знаков пожарной безопасности обязательно для организаций независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности на всей территории Российской Федерации. В качестве сигнальных цветов используются красный, желтый, синий и зеленый, для усиления зрительного восприятия которых должны применяться контрастные цвета черный и белый.

;

;

()

;

()

()

50 200 . 45-60°

()

);

;

:

- конструктивные и объемно-планировочные решения, препятствующие распространению опасных факторов пожара по помещению, между помещениями, между группами помещений различной функциональной пожарной опасности, между этажами и секциями, между пожарными отсеками, а также между зданиями;
- ограничение пожарной опасности строительных материалов, используемых в поверхностных слоях конструкций здания, в том числе кровель, отделок и облицовок фасадов, помещений и путей эвакуации;
- снижение технологической взрывопожарной и пожарной опасности помещений и зданий;
- наличие первичных, в том числе автоматических и привозных средств пожаротушения;
- сигнализация и оповещение о пожаре.

Специальные огнезащитные покрытия и пропитки, нанесенные на открытую поверхность конструкций, должны соответствовать требованиям, предъявляемым к отделке конструкций. В технической документации на эти покрытия и пропитки

-
-
-
-

					<i>13.03.01.2020.438.13 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						56
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Основной целью экономической части является определение экономической эффективности капиталовложений в проект.

Основные задачи включают технико-экономическое обоснование разработки студента, проведение анализа уже существующих аналогичных разработок, определение экономического эффекта от ее использования.

-

Исходными данными для работы служат результаты, полученные при расчете тепловых нагрузок. Суммарная тепловая мощность при максимально-зимнем режиме: $\Sigma Q = 2,077$ МВт.

10.1.1 Расчет капитальных затрат на реконструкцию котельной АО «ЭПМ-ЧЭЗ»

Стоимость оборудования и монтажных работ определяется по прейскуранту завода-изготовителя и сведена в таблицу 9.1 [48 – 52].

Таблица 9.1 – Стоимость оборудования и монтажных работ

Наименование оборудования	Количество	Стоимость единицы, тыс. руб.		Общая стоимость, тыс. руб.	
		Оборудования	Монтажных работ	Оборудования	Монтажных работ
1	2	3	4	5	6
Оборудование ХВП	1	833,00	250,00	833,00	250,00
Горелка Baltur TBG 210 P	1	310,00	95,00	310,00	95,00
Насос CNP TD 50-60/2	2	81,00	25,00	162,00	50,00
Насос K 80-50-200	3	55,00	17,00	165,00	51,00
Насос Wilo IL 50/170-7.5/2	2	374,00	112,00	748,00	224,00
Насос CNP TD 80-	1	40,00	12,00	40,00	12,00

Продолжение таблицы 9.1

1	2	3	4	5	6
13/2					
Насосная станция Grundfos JP Basic 3PT	2	15,00	5,00	30,00	10,00
Теплообменный аппарат Energy E6-60	1	77,00	23,00	77,00	23,00
Комплект ХВО Etatron	1	145,00	44,00	145,00	44,00
ГРУ-05-2У	1	38,00	11,00	38,00	11,00
Комплект газового оборудования	1	150,00	50,00	150,00	50,00
Комплект автоматики	1	300,00	100,00	300,00	100,00
Контроллер Xenta X301	1	89,00	27,00	89,00	27,00
Контроллер Овен ТРМ32	1	11,00	3,00	11,00	3,00
Комплект трубопроводной арматуры	1	200,00	60,00	200,00	60,00
ИТОГО:		–	–	4441,00	1355,00

Определим остальные составляющие капитальных затрат:

– транспортные расходы на доставку и складирование оборудования (9.1):

$$K_0 = 0,05 \cdot K_1 \quad (9.1)$$

где K_1 – итоговая стоимость оборудования, тыс. руб.;

0,05 – расходы на грузовые перевозки 5 % (по данным ООО «Авто-трейдинг»).

$$K_0 = 0,05 \cdot 4441,00 = 222,1 \text{ тыс.руб.}$$

– расходы на проектирование составят 950,00 тыс. руб. (по данным ООО «Ко-

тельные установки и электростанции»).

Общие капитальные вложения в реконструкцию котельной (9.2):

$$K = K_1 + K_m + K_d + K_{пр} + K_{дем} \quad (9.2)$$

где K_1 – итоговая стоимость оборудования, тыс. руб.;

K_m – итоговая стоимость монтажных работ, тыс. руб.;

K_d – транспортные расходы на доставку и складирование оборудования, тыс. руб.;

$K_{пр}$ – стоимость проектных работ, тыс. руб.;

$K_{дем}$ – итоговая стоимость демонтажных работ, тыс. руб., $K_{дем} = 170,00$ тыс. руб. (по прейскуранту цен ООО «Котельные установки и электростанции»).

$$K = 4441,00 + 1355,00 + 222,1 + 950,00 + 170,00 = 7138,1 \text{ тыс.руб.}$$

Стоимость металлолома демонтированного оборудования (9.3):

$$K_l = S \cdot M \quad (9.3)$$

где S – цена металлолома, тыс. руб., $S=9,7$ тыс. руб./т (по данным ООО «Лом74»);

M – масса демонтированного оборудования, т, $M=12,7$ т (по паспортным характеристикам оборудования).

$$K_l = 9,7 \cdot 12,7 = 123,2 \text{ тыс.руб.}$$

Итоговая стоимость затрат на реализацию реконструкции (9.4):

$$K_{И} = K - K_l \quad (9.4)$$

где K – общие капитальные вложения в реконструкцию котельной, тыс. руб.;

K_l – стоимость металлолома демонтированного оборудования, тыс. руб.

$$K_{И} = 7138,1 - 123,2 = 7014,9 \text{ тыс.руб.}$$

									Лист
									60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

10.1.2 Расчет текущих затрат обслуживания котельной АО «ЭПМ-ЧЭЗ»

Для определения некоторых статей текущих расходов необходимо знать стоимость оборудования все котельной с учетом реконструкции. Стоимость оборудования с учетом вновь установленного и оставленного определяется по формуле 9.5:

$$K_{\text{общ}} = K_1 + K_2 \quad (9.5)$$

где K_1 – итоговая стоимость оборудования, тыс. руб.;

K_2 – балансовая стоимость недемонтированного оборудования котельной, $K_2 = 2047,00$ тыс. руб. (по данным бухгалтерии АО «ЭПМ-ЧЭЗ»).

$$K_{\text{общ}} = 4441,00 + 2047,00 = 6484,00 \text{ тыс.руб.}$$

Годовые затраты на природный газ при котлах E-1,9 (2 шт.) и Ivar Super RAC 1450 (1 шт.) (9.6):

$$I_T = C_T \cdot B_{\text{год}} \quad (9.6)$$

где C_T – тариф на природный газ, руб./м³ ($C_T = 3,1$ руб./м³ – по данным ОАО «Новатек-Челябинск»);

$B_{\text{год}}$ – годовой расход газа, млн.м³/год.

$$I_T = \frac{3,1 \cdot 1,37 \cdot 10^6}{1000} = 5869,3 \text{ тыс.руб./год}$$

Годовой фонд основной и дополнительной зарплаты всех категорий персонала котельной составит 2427 тыс. руб./год (по данным бухгалтерии АО «ЭПМ-ЧЭЗ»).

Отчисления на социальные нужды (9.7):

$$I_{\text{соц}} = H_C \cdot \text{годовой фонд} \quad (9.7)$$

где H_C – процент отчислений на социальные нужды, % (34%).

									Лист
									61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.01.2020.438.13 ПЗ				

$$I_{соц} = 0,34 \cdot 2427 = 825,2 \text{ тыс.руб./год}$$

Содержание и эксплуатация энергооборудования, включая содержание оборудования и его текущий ремонт (9.8):

$$I_э = 0,01 \cdot C + 0,1 \cdot K_{общ} \quad (9.8)$$

где 0,01 – 1% на содержание и эксплуатацию энергооборудования;

0,1 – 10% на амортизацию энергооборудования;

$K_{общ}$ – общая стоимость оборудования всей котельной, тыс.руб.

$$I_э = 0,01 \cdot 6484,00 + 0,1 \cdot 6484,00 = 713,2 \text{ тыс.руб./год}$$

Цеховые расходы, содержание и текущий ремонт цеховых зданий и сооружений (9.9):

$$I_p = 0,0025 \cdot K_{общ} \quad (9.9)$$

где 0,0025 – 0,25% на цеховые расходы;

$K_{общ}$ – общая стоимость оборудования всей котельной, тыс.руб.

$$I_p = 0,0025 \cdot 6484,0 = 162 \text{ тыс.руб./год}$$

Прочие производственные расходы (9.10):

$$I_{пр} = 0,1 \cdot \sum I_з \quad (9.10)$$

где 0,1 – 10% на прочие производственные расходы;

$\sum I_з$ – сумма зарплат всех категорий персонала, тыс.руб./год.

$$I_{пр} = 0,1 \cdot 2427 = 242,7 \text{ тыс.руб./год}$$

Сумма всех затрат (9.10):

$$I_{\Sigma} = \sum I_i = I_m + I_з + I_{соц} + I_э + I_p + I_{пр} \quad (9.10)$$

						Лист
					13.03.01.2020.438.13 ПЗ	62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где ΣI_i – сумма всех затрат, тыс.руб./год;

$$I_{\Sigma} = 5869,3 + 2427 + 825,5 + 713,2 + 162 + 242,7 = 10239,7 \text{ тыс.руб./год}$$

Себестоимость 1 МВт тепловой энергии (9.11):

$$C_{mэ} = \frac{\Sigma I_i}{Q} \quad (9.11)$$

где Q – годовое производство тепла, МВт/год (Q=17133,1 МВт/год – по расчетам главы 4);

$$C_{mэ} = \frac{10239,7}{211,4} = 471,6 \text{ руб./МВт}$$

Сводная таблица результатов расчетов калькуляции текущих затрат на энергетическое обслуживание котельной АО «ЭПМ-ЧЭЗ» с учётом реконструкции представлена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Сводная таблица результатов расчетов калькуляции текущих затрат на энергетическое обслуживание котельной с учетом реконструкции

Показатели и статьи затрат	Единица измерения	Величина
1	2	3
1. Годовые затраты на природный газ	тыс.руб./год	5869,3
2. Основная и дополнительная зарплата всех категорий персонала	тыс.руб./год	2427,0
3. Отчисления на социальные нужды	тыс.руб./год	825,5
4. Содержание и эксплуатация энергооборудования, включая содержание оборудования и его текущий ремонт, амортизацию оборудования	тыс.руб./год	713,2
5. Цеховые расходы, включая зарплату персонала управления цеха, содержание и текущий ремонт цеховых зданий и сооружений	тыс.руб./год	162,0
6. Прочие производственные расходы	тыс.руб./год	242,7

Продолжение таблицы 9.2

7. Итого затрат	тыс.руб./год	10239,7
8. Годовое производство тепла	МВт/год	211,4
9. Себестоимость 1 МВт тепловой энергии	руб./МВт	471,6

Проведем расчет текущих затрат на энергетическое обслуживание котельной до реконструкции.

Годовые затраты на природный газ при котлах ДКВР 10-13 (2 шт.):

$$I_T = \frac{3,1 \cdot 5,2 \cdot 10^6}{1000} = 7750 \text{ тыс.руб./год}$$

Сумма всех затрат:

$$I_{\Sigma} = 7750 + 1635,4 + 452,2 + 1741,4 + 696,7 + 163,5 = 12439,5 \text{ тыс.руб./год}$$

Себестоимость 1 МВт тепловой энергии:

$$C_{тэ} = \frac{12439,5}{187,2} = 664,5 \text{ руб./МВт}$$

Сводная таблица результатов расчетов калькуляции текущих затрат на энергетическое обслуживание котельной АО «ЭПМ-ЧЭЗ» до реконструкции представлена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Калькуляция текущих затрат на энергетическое обслуживание котельной до реконструкции

Показатели и статьи затрат	Единица измерения	Величина
1	2	3
1. Годовые затраты на природный газ	тыс.руб./год	7750,0
2. Основная и дополнительная зарплата всех категорий персонала	тыс.руб./год	1635,4

Продолжение таблицы 9.3

1	2	3
3. Отчисления на социальные нужды	тыс.руб./год	425,2
4. Содержание и эксплуатация энергооборудования, включая содержание оборудования и его текущий ремонт, амортизацию оборудования	тыс.руб./год	1741,4
5. Цеховые расходы, включая зарплату персонала управления цеха, содержание и текущий ремонт цеховых зданий и сооружений	тыс.руб./год	696,7
6. Прочие производственные расходы	тыс.руб./год	163,5
7. Итого затрат	тыс.руб./год	12439,5
8. Годовое производство тепла	МВт/год	187,2
9. Себестоимость 1 МВт тепловой энергии	руб./МВт	664,5

Расчет экономической эффективности проекта

Экономия текущих затрат составит (9.12):

$$\Delta C = C_2 - C_1, \quad (9.12)$$

где C_1 – общая сумма затрат на обслуживание котельной после проведения реконструкции;

C_2 – общая сумма затрат на обслуживание котельной до реконструкции.

$$\Delta C = 12439,5 - 10239,7 = 2199,8 \text{ тыс. руб./год}$$

Экономическая эффективность принятых технических решений может быть определена таким показателем, как срок окупаемости. Для определения срока окупаемости проекта реконструкции используют формулу 9.13:

$$T = \frac{K_{и}}{\Delta C} \quad (9.13)$$

где $K_{и}$ – капитальные затраты ($K_{и} = 7014,9$ тыс. руб. – по формуле 9.4);

ΔC – экономия текущих затрат, тыс. руб./год.

$$T = \frac{7014,9}{2199,8} = 3,2 \text{ года}$$

Вывод: по результатам расчета получили срок окупаемости проекта менее 5 лет, соответственно данный проект реконструкции экономически эффективен. Основная экономия текущих затрат достигается за счет снижения затрат на топливо (природный газ).

SWOT-анализ

SWOT-анализ – это определение сильных и слабых сторон предприятия (проекта), а также возможностей и угроз, исходящих из его ближайшего окружения (внешней среды):

1. Сильные стороны (Strengths) – преимущества предприятия (проекта);
2. Слабые стороны (Weaknesses) – недостатки предприятия (проекта);
3. Возможности (Opportunities) – факторы внешней среды, использование которых создаст преимущества предприятия на рынке;
4. Угрозы (Threats) – факторы, которые могут потенциально ухудшить положение предприятия на рынке.

Так как дипломный проект посвящен реконструкции котельной АО «ЭПМ-ЧЭЗ», то производится SWOT-анализ для двух вариантов. «Котельная без реконструкции» представлена в таблице 9.4.

Таблица 9.4 SWOT-

Strengths:	Weaknesses:
1) Подведены все коммуникации; 2) Опытный обслуживающий персонал;	1) Значительно большая опасность утечки природного газа и как следствие, возможность взрыва; 2) Отсутствие необходимой тепловой мощности; 3) Возможность отказа старого оборудования;
Opportunities:	Threats:
1) Появление новых потребителей тепловой энергии;	1) Рост цен на топливо;

Планирование мероприятий по реализации проекта (график Ганта)

Небольшой комплекс работ может быть показан в виде ленточного графика по этапам проектных работ. График отражает примерное распределение процессов во времени и их логическую последовательность, должен быть скорректирован и дополнен при детальной проработке проекта изменений.

График Ганта позволяет:

- визуально оценить последовательность задач, их относительную длительность и протяженность проекта в целом;
- сравнить планируемый и реальный ход выполнения задач;
- детально проанализировать реальный ход выполнения задач; на графике отображаются интервалы времени, в течение которых задача: выполнялась, была приостановлена, возвращалась на доработку и т.д.

График отображен в таблице 9.6.

Таблица 9.6 – График Ганта

Этапы работ	Исполнитель	Продолжительность этапов с 01.05.2019 по 01.12.2019																															
		май				июнь				июль				август				сентябрь				октябрь				ноябрь				декабрь			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Оценка и обследование основного оборудования	Инженер-теплотехник	■																															
Оценка вспомогательного оборудования	Мастер		■																														
Составление сметы строительно-монтажных работ	Инженер-проектировщик			■																													
Согласование проекта	Главный энергетик				■																												
Подбор оборудования и заключение договоров на поставку	Менеджер по снабжению					■																											
Доставка нового оборудования в котельную	Логист						■																										
Демонтаж старого основного и вспомогательного оборудования	Монтажники							■																									
Монтаж оборудования	Монтажники									■																							
Установка вспомогательного оборудования котельной	Монтажники																	■															
Испытания нового оборудования	Инженер-теплотехник																																
Запуск оборудования и набор необходимой мощности	Оперативный персонал																																

Оценка движущих и сдерживающих сил и ресурсов

Данное поле характеризует организационную надежность состояния предприятия, устойчивость и направленность его развития. Для реализации проекта необходимо оценить влияние различных факторов на достижение цели проекта.

На схеме поля сил изменений представляется соотношений влияний движущих сил реализации целей и сдерживающих сил. Поле сил показано на рисунке 9.2.

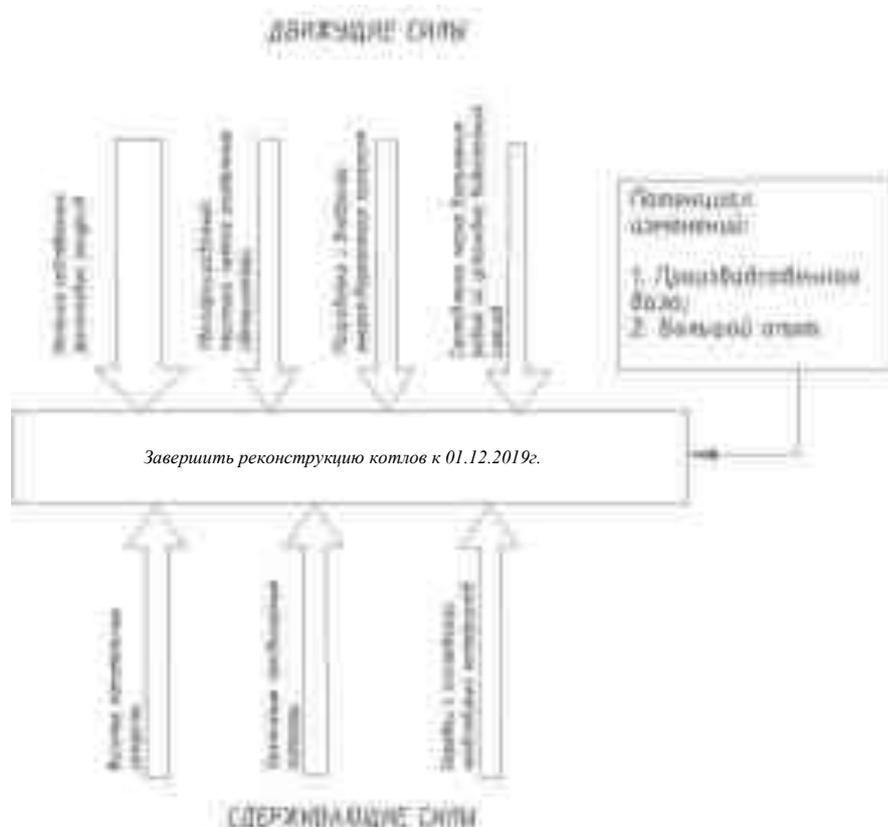


Рисунок 9.2 – Поле сил изменений системы

На реализацию проекта реконструкции котельной АО «ЭПМ-ЧЭЗ» действуют следующие силы:

- Движущие:

1. Наличие собственных финансовых ресурсов.
2. Квалифицированный персонал, четкое разделение обязанностей.
3. Разработка и внедрение энергосберегающих программ при производстве работ.
4. Составление плана выполнения работ по установке водогрейных котлов Ivar Super RAC 1450 и вспомогательного котельного оборудования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе был предложен проект реконструкции котельной АО «ЭПМ-ЧЭЗ» Было принято решение перевода котлов ДКВР 10-13-250ГМ с парового на водогрейный режим в связи с отсутствием необходимости использования пара, а также установки новой ситемы очитки воды.

Был произведен расчет тепловых нагрузок, тепловой схемы котельной и тепловой расчет котла.

При выборе основного газового оборудования для перевода котельной на водогрейный режим, мною рассматривалось оборудование российских и зарубежных фирм.

В разделе экологии были рассмотрены вопросы защиты окружающей среды и выполнен поверочный расчет дымовой трубы.

Также в выпускной квалификационной работе были рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности обслуживающего персонала и приведено краткое описание схемы автоматики.

В разделе экономики был произведен технико-экономический расчет работы котельной, определена себестоимость 1 МВт тепла, выполнены структурные схемы по реализации проекта реконструкции котельной.

Работа показала, что реконструкция котельной АО «ЭПМ-ЧЭЗ» необходим для производственного процесса предприятия в целом, экономически эффективен и экологически.

										Лист
										72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.01.2020.438.13 ПЗ					

1 25.03.2014 116 «
, ,
, »
2 17.08.2015 551 , 38 21 2015 .;
. 07.10.2015
pravo.gov.ru;
3 24 2013 . N 328 «
»;
4 23 2009 . 261-
5 21 2011 . 256-
6 18 2011 . 223-
7 17.08.2015 551 ;
8 12.4.011-89. ;
2015. – 44 .;
9 31532-2012. . ;
10 31607-2012. . . ; 2012. – 64 .;
. . ;
11 423-71. , 2013. – 28 .;
. . ;
12 124.13330.2012. . ; 2013. – 37 .;
, 2012. – 31 .;
13 131.13330.2012. . . ;
2012. – 113 .;
14 89.13330.2012. . . ;
, 2012. – 38 .;
15 1.05.2012. . ;
. . ;
16 024947335.4-02-2006. . . ;
. . ;
17 04-2008. . . ;
. . ;
18 10-574-03 , 2008. – 57 .;
, 2003. . ; , 2005;

19 4-03.2001. -

20 4-05.2004. , 2004. – 51 .;

48 .; 2004. –

21 , . . . - « »:

2018. – 44 .; / . . . , . . .

22 , . . . : / . . . , . –

23 : , 2017. – 43 .; / – « -

24 » , 2007. – 600 .; / . . . ,

25 , . . . ; , 2009. — 616 .; . . . — 8-

26 , . . . - .: , 2010. – 248 .; - .: -

27 , . . . / . . . , . . . , – .: -

28 , . . . / – : -

29 , . . . , 2008. – 22 .; :

30 / – .: - , 2008. – 455 .; /

31 , , 2009. – 432 .; / . . . , . . . ,

32 . – .: , 2009. – 671 .; /

33 , 79 13.03.01.2017.269.05 /

34 , . . . / . . . , – -

35 : - , 2009. – 41 .; -

36 , . . . / – .: , 2014. – 144 .; -

37 , . . . / – .: , 2007. – 352 .;

37 , . . . / – . :
, 2007. – 336 . ;

38 , . . . :
/ . . . , – ,

2009. – 528 . ;

39 , . . . / . . .
. – . : Academia, 2008, – 64 . ;

40 , . . . : / . . . -
. – . : , 2009. – 472 . ;

41 , . . . / . . . // , -
: . – : , 2009.

– 95 . ;

42 , . . . / – . : -
, 2008. – 472 . ;

43 . . . -
: «
» / , . . . ,
, 2004. – 598 . ;

44 -

www.httstopress.ru;
45 -

www.energoprom-stroy.ru;
46 « » – www.gassystems.ru;
47 – www.priborinvest.by;
48 - « - » –

www.stm66.ru;
49 « - » – baikalsr.ru;
50 « » –

http:// . ;
51 « » – http://www.stinproject.ru;
52 « » –

http://www.zkotel.ru;