

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА: «ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»

на правах рукописи

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ
РАБОТА**

Расчет предлагаемых технических решений

по модернизации котлов ПТВМ - 50

на тему

Для получения степени бакалавра по направлению 5520100 – «Теплоэнергетика»

Зав.кафедрой:

к.т.н.,доц. Бабаходжаев Р.П.

Руководитель:

к.т.н.,доц. Короли М.А.

Выпускник:

Ахрорхўжаев Абзалхон

Оқил ўғли

Ташкент – 2014 г.

АННОТАЦИЯ

Ушбу битирув малакавий ишида барча фаолият кўрсатаётган “Иссиқликмарказ”ларида ўрнатилган ПТВМ – 50 буғ қозонлари ишлашидаги энергосамардорлигини ошириш масаласи кўриб чиқилмоқда. Шунинг учун конвектив юзанинг модернизация қилиш йўли орқали мавжут бўлган қувурлар ўрнига каттароқ диаметрдаги қувурларни ўрнатиш ва уларнинг устки қисмини қўвирғалар билан қоплаш, деварларни қалинлаштириш таклиф қилинмоқда. Қабул қилинган самарадорлик ечими иқсодиёт қисмида кўрсатилган. Қозоннинг ФИК модернизация қилингандан сўнг 87% дан 94% гача кўтарилди ва сарф харажатларни қоплаш муддати 1 йил 3 ойни ташкил этади.

Содержание

Введение	2
Технологические часть	3
Глава1. СОЗДАНИЕ И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ	4
1.1.История развития котлостроения	4
1.1.1.Водогрейные котлы для коммунальной энергетики	9
1.1.2.Водогрейные котлы для централизованного теплоснабжения	12
1.2.Устройство котла водогрейного котла и техническое описание ПТВМ-50	14
ГЛАВА2.МОДЕРНИЗАЦИЯ ВОДОГРЕЙНЫХ ВОДОТРУБНЫХ КОТЛОВ ТИПА ПТВМ	20
2.1. Зарубежный опыт	20
2.2 Предлагаемые решение модернизация котлов ПТВМ-50	22
ГЛАВА 3 РАСЧЕТ КОТЛОВ ТИПА ПТВМ – 50	27
3.1 Тепловой расчет котла	27
3.2 Расчет теплообмена в топке	28
3.3 Расчет фестона.....	29
3.4 Расчет поворотной камеры	32
3.5 Расчет конвективной поверхности котла	32
3.6 Определение невязки теплового баланса	34
Часть Безопасность жизнедеятельности	35
Часть Экология	48
Часть Экономика	58
Выводы	65
Литература.....	66

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных проблем, стоящих перед отраслью коммунального обслуживания, является экономия и рациональное использование топливно-энергетических ресурсов.

Отсутствие на рынке республики современного котельного оборудования требуемой производительности с автоматизированными горелками, обеспечивающими высокоэффективную работу в широком диапазоне тепловой производительности, не позволяет проводить работу по оптимизации функционирования котельных.

Среднестатистический КПД малых котлов 73,7-75,0%. Повышенные расходы топлива в свою очередь определяют и высокие величины выбросов оксидов азота и углекислого газа. Поиск путей экономии топливно-энергетических и других материальных ресурсов является всегда актуальной задачей.

Как отметил Президент Республики Узбекистан И.А. Каримов одной из ключевых задач антикризисной программы является «... дальнейшее ускоренное проведение модернизации технического перевооружения предприятий, широкое внедрение современных гибких технологий. Это, прежде всего, касается базовых отраслей экономики....»¹.

Модернизация определяется повышением эффективности традиционных и созданием новых высокоэффективных энергетических технологий. В этой связи актуальность комплексной модернизации котлов ПТВМ – 50, которая приводит к повышению их КПД и как следствие к экономии топлива, очевидна.

¹ И.А.Каримов «Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана», Ташкент –«Узбекистан»-2009, С.-28.

Технологические часть

ГЛАВА 1. СОЗДАНИЕ И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ

1.1. История развития котлостроения

Определение водогрейного котла как устройства для нагрева воды под давлением возникло с появлением необходимости разделить место приготовления горячей воды и место ее использования для бытовых, хозяйственных и прочих нужд. Оно относится к началу XX века.

Теплоснабжение домов и общественных зданий в крупных городах осуществлялось тогда с помощью пара от паровых котлов. Однако высокая температура пара, значительное гидравлическое сопротивление отопительной системы при его довольно большой скорости в трубах, невысокий к.п.д. процесса заставили пар заменить горячей водой, обладающей значительно большей теплоёмкостью, способной охлаждаться без изменения фазового состояния ниже температуры ее кипения.

Первоначально эта задача реализовывалась путем создания пароводяных котлов, сжигавших в своих топках каменный уголь или дрова. Эти котлы имели в водяном объеме барабана обогреваемый змеевик, проходя по которому, вода нагревалась и затем направлялась в теплосеть. Однако, во-первых, в барабане помещался лишь небольшой змеевик, во-вторых, здесь, кроме внутренней поверхности труб змеевика, накипью покрывалась и наружная, омываемая котловой водой его поверхность. Это приводило к снижению температуры направляемой в теплосеть горячей воды и к перерасходу топлива, а количество горячей воды для потребителя было ограничено объемом воды в барабане, поверхностью нагрева змеевика, размещенного в водяном объеме барабана, и теплопроводностью металла змеевика. Разрешение проблемы пароводяных котлов нашло выход в разработке и внедрении водогрейных котлов, производящих исключительно горячую воду необходимого давления и температуры. Постоянная потребность человеческого общества в теплоснабжении и выбор воды в качестве основного теплоносителя

предопределили бурный рост котлостроения в этом направлении.

Водогрейный котел – это устройство, имеющее топку, обогреваемую продуктами сгорания сжигаемого в ней топлива, и предназначенное для получения горячей воды с давлением выше атмосферного для использования ее вне котла. Котлы можно классифицировать по тепловой мощности, взаимному расположению греющей и нагреваемой сред, типу циркуляции теплоносителя, типу тяги в газоздушном тракте и виду сжигаемого органического топлива.

По тепловой мощности водогрейные котлы разделяются на котлы:

- малой мощности (до 400 кВт с температурой воды до 115°C);
- средней мощности (до 10 МВт с давлением воды до 2,2 МПа и температурой воды до 150°C);
- большой мощности (10–210 МВт с давлением воды 2,5 МПа и температурой воды до 150°C).

Создание и совершенствование водогрейных котлов развивалось в соответствии с предъявляемыми к ним требованиями по экономичности, надежности, экологической безопасности, по комфортности и доступности в управлении, а также по видам используемого топлива. Это предопределило многообразие научных и инженерных решений, заложенных в их конструкции.

Простой цилиндрический котел преобразован в жаротрубный и батарейный котлы, а затем в котел с жаровыми, дымогарными трубами и далее в водотрубный. Цилиндрический котел представлял собой клепаный стальной барабан, у которого обогреванию газами подвергалась почти вся наружная поверхность. Развитие цилиндрического котла шло по линии увеличения поверхности нагрева при одновременном уменьшении водяного объема. Увеличение поверхности нагрева осуществлялось за счет развития как внутренних, так и внешних теплообменных поверхностей. В первом случае пришли к конструкции котлов с жаровыми и дымогарными трубами, а во втором – к котлам батарейным и водотрубным. У котлов с жаровыми и дымогарными трубами вода омывает трубы снаружи, а у котлов батарейных и водотрубных – изнутри.

В начале XX века В.Г. Шухов создал оригинальный водотрубный котел: секционный с соединением труб в отдельные элементы, которые далее сочетаются в необходимых комбинациях между собой и с барабаном котла. В его конструкции предусматривалась возможность компоновки котлов различной мощности из ограниченного числа типов отдельных деталей, тем самым создавалась возможность организации производства стандартных деталей. Шуховские горизонтальные и вертикальные водогрейные котлы получили тогда широкое распространение и явились вкладом в мировую теплотехнику.

Водогрейные котлы малой мощности предназначены для обеспечения индивидуального отопления и горячего водоснабжения квартир и коттеджей, котлы средней мощности в основном используются для отопления в объектах коммунального хозяйства, а большой мощности – для организации централизованного теплоснабжения городов и крупных жилых массивов. В основном они устанавливаются в крупных котельных и теплоэлектроцентралях. Совершенствование водогрейных котлов малой мощности идет по пути развития как водотрубных, так и газотрубных котлов. При этом совершенствование конструкций достигается за счет применения более эффективных и совершенных теплообменных поверхностей, горелочных устройств, практически полной автоматизации процессов регулирования и управления.

По взаимному расположению греющей и нагреваемой сред водогрейные котлы разделяются на газотрубные, водотрубные и контактного типа.

В газотрубном котле продукты сгорания топлива проходят внутри труб поверхностей нагрева, а вода – снаружи труб. Различают жаротрубные, дымогарные и комбинированные газотрубные котлы, т.е. котлы с жаровой трубой и дымогарными трубками. В жаровой трубе топливо сжигается и основной теплообмен происходит за счет излучения, а в дымогарных трубах теплопередача осуществляется за счет конвективного теплообмена.

В водотрубном котле вода движется внутри труб поверхностей нагрева, а продукты сгорания топлива – снаружи труб. По расположению труб различают

горизонтальноводотрубные и вертикально-водотрубные котлы, как разновидность встречается и наклонное расположение труб.

В контактном котле имеется непосредственный контакт между продуктами сгорания топлива и водой.

По типу циркуляции теплоносителя водогрейные котлы разделяются на котлы с естественной, принудительной и комбинированной циркуляцией.

В котлах с естественной циркуляцией вода циркулирует за счет разностей ее плотности, для обеспечения принудительной циркуляции используются циркуляционные насосы, а котлы с комбинированной циркуляцией имеют контуры с естественной и принудительной циркуляцией воды.

По типу тяги в газоздушном тракте водогрейные котлы разделяются на котлы с естественной, уравновешенной тягой и наддувом.

При естественной тяге сопротивление газового тракта преодолевается за счет разности плотностей атмосферного воздуха и газов в дымовой трубе. В котлах с уравновешенной тягой движение продуктов сгорания по газоздушному тракту принудительное и осуществляется за счет совместной работы дымососа и дутьевого вентилятора. В котлах с наддувом сопротивление газового тракта преодолевается работой только дутьевого вентилятора.

По виду сжигаемого органического топлива водогрейные котлы разделяются на котлы, сжигающие твердое, жидкое, газообразное топливо, а также бытовые отходы, дрова, биомассу.

Применяются также водогрейные котлы-утилизаторы и электрические водогрейные котлы. В водогрейном котле-утилизаторе используется теплота отходящих горячих газов технологического процесса или двигателей, в электрическом водогрейном котле – электрическая энергия.

Газотрубные котлы конструктивно подразделяются на жаротрубные, котлы с дымогарными трубами и комбинированные.

До появления водотрубных котлов наиболее распространенными в производственноотопительных котельных были жаротрубные котлы. В настоящее

время они из-за громоздкости конструкции, значительного удельного расхода металла и низкой ремонтпригодности применяются лишь в мелких котельных.

Основными недостатками котлов с дымогарными трубами являются: частый ремонт, вызываемый течью в местах крепления труб из-за термических расширений в жестко связанных между собой трубах и днищах, затруднительность очистки тесно расположенных дымогарных труб от накипи и, наконец, занос труб золой (при сжигании высокозольного топлива). Вследствие этих недостатков стационарные котлы данного типа не получили распространения в энергетических котельных. Более широкое применение они имели в свое время в качестве котлов-утилизаторов для использования тепла отходящих газов из заводских печей.

Комбинированные котлы, получившие в свое время значительное распространение, представляют собой комбинацию или жаротрубного котла и котла с дымогарными трубами (нижний котел – жаротрубный, верхний – с дымогарными трубами), или котла с дымогарными трубами с двумя кипяtilьниками. Вследствие громоздкости, дороговизны и малой удельной производительности изготовление этих котлов прекращено.

В настоящее время из газотрубных котлов используются автоматизированные жаротрубно-газотрубные котлы. Они, как правило, включают:

- горизонтальный трехходовой жаротрубно-газотрубный котел;
- газогорелочное устройство с резервной жидкотопливной форсункой;
- дутьевой вентилятор;
- водяную и топливную арматуру;
- систему автоматического управления, сигнализации и безопасности работы котла.

В настоящее время основным направлением эволюции и развития конструкций водогрейных котлов средней и большой мощности явилось совершенствование конструкций водотрубных котлов, направленное в первую очередь на повышение эффективности использования сжигаемого топлива, снижение объема выбросов вредных веществ в свете постоянно возрастающих требований по защите

окружающей среды, обеспечение высокой степени маневренности в сочетании с увеличением диапазона регулирования, повышением уровня автоматизации, возможностью сжигания широкой гаммы топлив.

Это достигается путем применения высокоэффективных поверхностей нагрева и горелочных устройств, современных топочных устройств и способов сжигания топлива, последних достижений в области микропроцессорной техники.

Примером повышения эффективности водогрейных устройств путем интенсификации теплоимассообмена между нагреваемой жидкостью и греющими продуктами сгорания (газами) являются водогрейные котлы контактного типа. Эти котлы характеризуются непосредственным контактом между жидкостью и газом, т.е. отсутствием разделительной стенки. Такие котлы в последнее время все шире стали применяться в объектах коммунальной энергетики.

Основными определяющими факторами интенсификации теплои массообменных процессов в этих аппаратах являются высокая относительная скорость движения газа и жидкости; развитая поверхность непосредственного контакта; высокая дисперсность и масса сред в объеме теплоимассообмена; равномерность распределения скоростей, дисперсности и массы газа и жидкости в объеме реактивного пространства; достаточно продолжительное время контакта сред; противоточный характер взаимного движения контактирующих сред.

1.1.1.Водогрейные котлы для коммунальной энергетики

Водогрейные котлы, используемые в коммунальной энергетике для обеспечения отопления и горячего водоснабжения жилых комплексов, имеют мощность от 0,4–0,5 до 10 МВт. Они могут работать по различным тепловым графикам локальных тепловых сетей и обеспечивать температуру сетевой воды на выходе из котла от 90 до 150°C при давлении на выходе из котла до 2,2 МПа.

Водогрейные котлы для коммунальной энергетики конструктивно выполняются как водо-, так и газотрубными. Эти котлы оснащаются насосами для организации

принудительной циркуляции и работают как под наддувом, так и на уравновешенной тяге.

Топочная камера таких котлов может быть сконструирована для работы на любом виде топлива от природного газа до бытовых отходов.

Основным и самым массовым типом котлов, используемых в коммунальной энергетике, является котел НИИСТУ-5 (рис. 2.25), выпускавшийся до 1988 г. В эксплуатации их находится еще значительное количество (свыше 15 тыс. шт. только в Украине).

Эти котлы состоят из крайних и средних секций. Средние секции все имеют одинаковое строение и состоят из одного верхнего коллектора диаметром 100 мм, двух нижних коллекторов того же диаметра и трех правых и левых Г-образных экранных труб диаметром 76 х 3 мм.

Передняя секция состоит из двух частей, верхние коллекторы которых вварены в верхний коллектор котла, а два нижних для улучшения циркуляции соединены перепускными трубами соответственно с правым и левым нижними коллекторами котла. Верхние и нижние коллекторы правой и левой части передней секции соединены между собой передними экранными трубами диаметром 76 х 3 мм.

Задняя секция состоит из верхнего и нижнего коллекторов, которые соединены между собой задними экранными трубами диаметром 76 х 3 мм. Верхний коллектор этой секции приварен к верхнему коллектору котла, а нижний — к правому и левому нижним коллекторам котла.

К вертикальным участкам труб боковых экранов приварены стальные полосы, образующие газонаправляющие перегородки. Такие же полосы приварены к экранным трубам задней секции.

Топка размещается под котлом и может быть использована для сжигания различных видов топлива. Дымовые газы из топки под лировки тяги, привод которых осуществляется через тросы впереди котла. Из дымоходов котла дымовые газы направляются в дымовую трубу. Вода в котел поступает через патрубков на нижнем (верхнем) коллекторе заднего экрана, проходит по котлу, нагревается и через

передний патрубок на верхнем коллекторе направляется в теплосеть.

До 1960 года в бывшем СССР выпуск водогрейных котлов мощностью более 1 Гкал/ч отсутствовал. С начала 1960-х годов на Монастырищенском машиностроительном заводе начат серийный выпуск водогрейных котлов ТВГ-4 (ТВГ-4Р), ТВГ-8 (ТВГ-10), ТВГ-8М, конструкции которых были разработаны Институтом газа НАН Украины под руководством проф. Сигала И.Я. Эти котлы были рассчитаны на параметры воды с температурой 150°C, давлением 0,8 МПа и предназначены для замены широко используемых в то время для получения горячей воды (а не по прямому назначению пара) паровых котлов ДКВР с бойлерами для отопления городских кварталов и предприятий.

В настоящее время завод выпускает как котлы ТВГ, так и котлы КВГ, свыше 80% которых поставляется в Россию, Казахстан и другие страны.

Котлы серии КВГ (котел водогрейный газовый) выпускаются мощностью до 11 МВт. Это прямоточные секционные котлы, работающие на газовом топливе. Они представляют собой трубную систему, скомпонованную в одном транспортабельном блоке. Трубная система котла КВГ-7,56-150 (тепловая мощность 7,56 МВт, температура воды на выходе из котла 150°C) представлена на рисунке 2.26 и состоит из радиационной и конвективной поверхностей нагрева.

К радиационной поверхности относятся четыре топочных и потолочный экраны. Трубы крайних односветных топочных экранов и потолочного по всей высоте (длине) соединены между собой металлическими пластинами. Каждый топочный экран представляет собой отдельную секцию, состоящую из прямых труб, сваренных в верхний и нижний коллекторы. Для заданного направления движения воды по топочным экранам верхние коллекторы имеют смещенную от центра глухую перегородку (15 и 23 трубы). Топочные экраны соединяются между собой перепускными трубами.

Конвективная поверхность нагрева состоит из двух секций – правой и левой. В боковые трубы сварены четыре пакета трехтрубных змеевиков. Для направления движения воды в них в боковых трубах сделаны глухие перегородки. Радиационную

поверхность от конвективной отделяет перегородка из горизонтально размещенных труб, соединенных между собой металлическими пластинами. Эта перегородка в верхней части находится на уровне верхних змеевиков. Таким образом, через оставленное сверху пространство продукты сгорания топлива из радиационной части котла переходят в конвективную, обогревая змеевики, а потом через газоходы и дымовую трубу удаляются в атмосферу.

Котлы оборудованы тремя подовыми горелками, которые устанавливаются между вертикальными топочными экранами.

Совместно с водотрубными котлами в коммунальной энергетике широко применяются современные конструкции жаротрубных и газотрубных котлов. Они отличаются от ранее применяемых конструкций более высокой эффективностью, применением современных совершенных горелочных устройств и полной автоматизацией.

1.1.2. Водогрейные котлы для централизованного теплоснабжения

Водогрейные котлы для централизованного теплоснабжения выпускаются в диапазоне мощностей от 35 до 209 МВт. Они обеспечивают температуру сетевой воды на выходе из котла, соответствующую температурному графику тепловых сетей при давлении до 3 МПа. Водогрейные котлы для централизованного теплоснабжения также конструктивно выполняются как водотрубными, так и газотрубными. Эти котлы оснащаются сетевыми насосами для организации принудительной циркуляции и работают как на уравновешенной тяге, так и под наддувом. В качестве топлива в этих водогрейных котлах может использоваться природный газ, мазут, твердое топливо. Водогрейные котлы, применяемые в системах централизованного теплоснабжения, устанавливаются или в отдельно стоящих промышленно-отопительных котельных, или в пиковых водогрейных котельных при ТЭЦ. В зависимости от тепловой нагрузки в отдельно стоящих котельных используются котлы тепловой мощностью менее 58 МВт. Для покрытия

пиковых тепловых нагрузок применяют мощные водогрейные котлы типа ПТВМ (рис.1.1) теплопроизводительностью 35–209 МВт, разработанные во Всесоюзном теплотехническом институте (ВТИ) и получившие наибольшее распространение. Они имеют башенную компоновку и могут работать как на мазуте, так и на газе. В настоящее время в пиковых котельных, как правило, устанавливают газомазутные водогрейные котлы тепловой мощностью 100 Гкал/ч и 180 Гкал/ч (котлы КВ-ГМ-100-150 (116 МВт) и КВ-ГМ-180-150 (209 МВт)), которые являются наиболее типичными образцами мощных водотрубных водогрейных котлов. Наиболее крупный котел КВ-ГМ-180-150 с Т-образной сомкнутой компоновкой (рис. 2.29) имеет следующие технические характеристики: теплопроизводительность 209 МВт (180 Гкал/ч), давление воды – до 2,4 МПа, расход воды 123 кг/с (442,8 т/ч), температура воды на входе – 70°C, на выходе – до 150°C, температура уходящих газов – 195°C на мазуте и 170°C на природном газе.

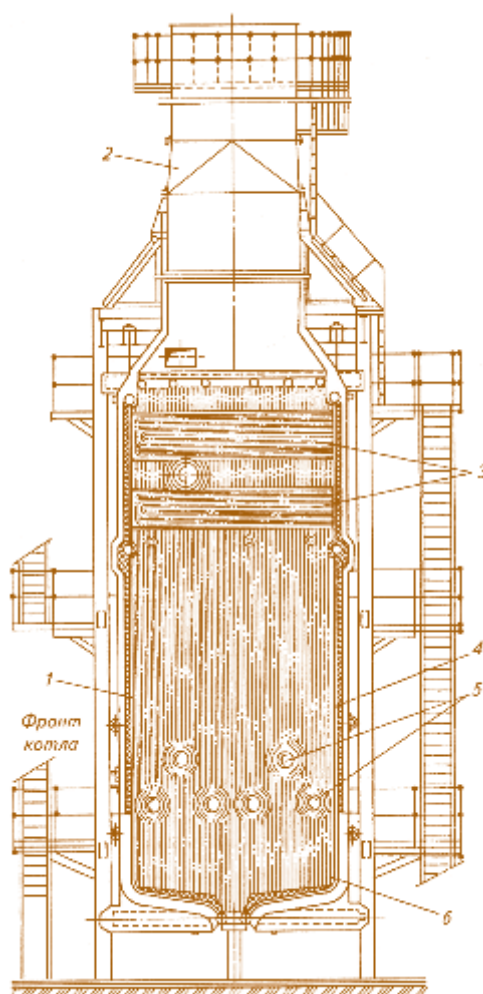


Рис. 1.1. Схема стального водогрейного котла ПТВМ-50-1 теплопроизводительностью 58 МВт: 1,4,6 – экраны; 2 – дымовая труба; 3 – конвективные поверхности нагрева; 5 – горелки

По схеме циркуляции воды котел является прямоточным. Сетевая вода поступает в нижние коллекторы экранов топки и боковых экранов конвективных газоходов и по ним поднимается вверх. Далее по конвективным пакетам вода опускается вниз и выходит из котла. Котел оборудован шестью горелками с паромеханическими форсунками, расположенными на боковых экранированных стенках топки. Экраны топки и конвективных газоходов выполнены из труб. Очистка конвективных поверхностей нагрева от наружных отложений производится дробеочистительной установкой. Агрегаты изготавливаются для работы как под наддувом, так и с уравновешенной тягой.

1.2. Устройство котла водогрейного котла и техническое описание ПТВМ-50

Пиковый, теплофикационный, газомазутный, водогрейный котел: теплопроизводительность 50 Гкал/ч; температура воды на входе в котел: в основном режиме – 70 °С, в пиковом – 105 °С; температура воды на выходе из котла в основном и пиковом режимах – 150 °С; давление воды на входе – 25 кгс/см², а минимальное – 8 кгс/см²; расход воды в основном режиме – 625 т/ч, а в пиковом – 1250 т/ч; расход топлива: мазута – 6340 кг/ч, природного газа – 6720 м³/ч; расход воздуха – 84 000 м³/ч; гидравлическое сопротивление котла 2 кгс/см²; температура уходящих топочных газов 180...190 °С; количество горелок – 12; избыточное давление перед горелками: газа – 0,2 кгс/см², мазута – 20 кгс/см²; площадь поверхности нагрева: радиационной – 138 м², конвективной – 1110 м²; диаметр и толщина стенок экранов – 60 × 3 мм, а конвективного пакета – 28 × 3 мм; габаритные размеры: длина – 9,2 м, ширина – 8,7 м, высота – 12,54 м; масса – 83,5 т. Котел имеет башенную компоновку, стальной каркас, который опирается на

фундамент. На каркас при помощи специальных подвесок – ригелей крепится трубная часть котла и обмуровка. В верхней части каркаса, на отметке примерно 15 м, с помощью перехода установлена дымовая труба диаметром 2,5 м, высотой до 40 м.

Трубная часть котла состоит из радиационной и конвективной поверхностей нагрева, расположенных одна над другой до отметки примерно 13 м. Конвективная поверхность нагрева котлов ПТВМ-50 состоит котла - из четырех пакетов, набирается из U-образных ширм из труб Ø28х3 мм. Боковые стены конвективного газохода закрыты трубами Ø83х3,5 с шагом 128 мм и являются одновременно стояками конвективных полусекций. Трубные системы котлов подвешиваются к каркасу за верхние коллекторы и свободно расширяются вниз.

Котёл ПТВМ-50 оборудован 12 газомазутными горелками МГМГ-6 – по шесть с каждой стороны. Каждая горелка снабжена индивидуальным дутьевым вентилятором. По согласованию котлы также могут быть оборудованы зарубежными и отечественными газовыми горелками соответствующей производительности. Котлы, работающие на мазуте, могут быть оборудованы устройством газоимпульсной очистки (ГИО) для удаления наружных отложений с труб конвективной поверхности нагрева.

Топка имеет вид прямоугольной шахты с основанием 5 × 5 м и сформирована экранными трубами, которые образуют соответственно: левый боковой экран; правый боковой экран (аналогично левому); передний (фронтальной) экран; задний экран топки. Трубы боковых экранов и вварены в нижний и верхний боковые коллекторы. В верхних боковых коллекторах установлены заглушки для обеспечения двухходового движения воды по экрану. Трубы боковых экранов имеют амбразуры для установки горелок, с каждой стороны по шесть штук, в два яруса (четыре вверху, две внизу). Каждая горелка ГМГ оборудована индивидуальным дутьевым вентилятором, а горелки нижнего яруса – растопочные. Трубы боковых экранов в нижней части изогнуты и экранируют под (низ) топки. Вертикальные трубы фронтального экрана расположены в топке и вварены в

нижний и промежуточный коллекторы. Трубы заднего экрана топки расположены симметрично фронтальному экрану. Конвективная поверхность нагрева расположена над топкой, по ходу движения газов, и сформирована четырьмя пакетами секций в два яруса с расстоянием 600 мм, между которыми установлены люки-лазы. Выше переднего экрана, между промежуточным коллектором и верхним коллектором, установлены (приварены) вертикальные стояки, а в эти стояки вварены два пакета горизонтально расположенных U-образных труб диаметром 28×3 мм. Аналогичную конструкцию, два конвективных пакета секций, имеет задний экран топки. Котел имеет легкую натрубную обмуровку толщиной $\delta = 110$ мм: первый слой – шамотобетон по металлической сетке, второй – минеральная вата, а третий – газонепроницаемая обмазка или штукатурка. Снаружи помещения котельной обмуровка котла покрывается влагонепроницаемым материалом. Котел имеет обмывочные устройства для удаления сажи с конвективной поверхности нагрева.

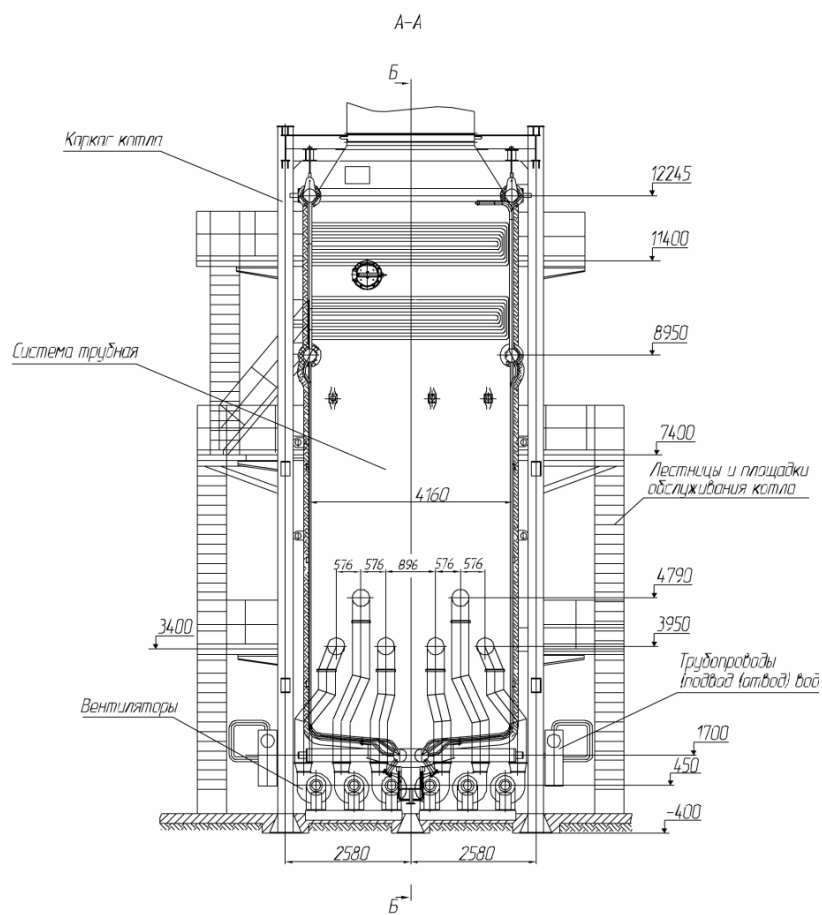
Топливо и воздух подаются в горелки, а в топке образуется факел горения. Теплота от топочных газов в топке, за счет радиационного и конвективного теплообмена, передается всем экранным трубам (радиационным поверхностям нагрева), и от труб теплота передается воде, циркулирующей по экранам. Затем топочные газы проходят конвективную поверхность нагрева, где теплота передается воде, циркулирующей по пакетам секций, проходят дымовую трубу, откуда, и с температурой $180...190^{\circ}\text{C}$, топочные дымовые газы удаляются в атмосферу.

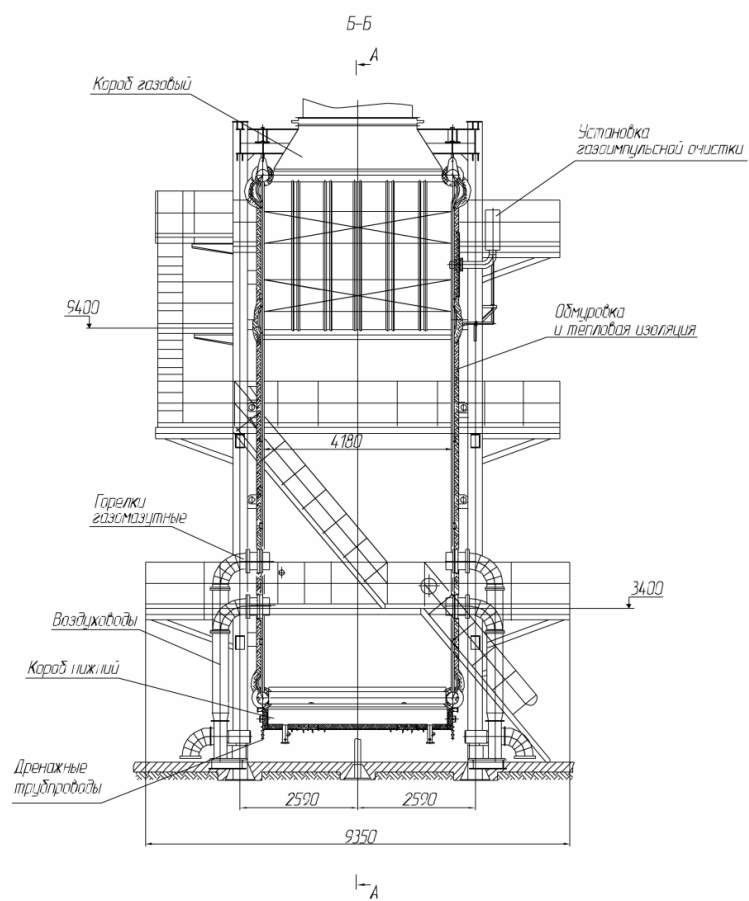
Контуры принудительной циркуляции воды. Возможна работа в двух режимах: основной – по четырехходовой схеме и пиковый – по двухходовой схеме движения воды. (пиковый режим): 1-й ход – обратная сетевая вода с температурой 105°C сетевым насосом, двумя параллельными потоками подается в нижние коллекторы переднего и заднего экранов, откуда по трубам экранов поднимается в промежуточные коллекторы, а затем проходит по стоякам и конвективным U-образным пакетам секций, после чего попадает в верхние коллекторы переднего и заднего экранов. 2-й ход – из двух верхних коллекторов переднего и заднего экранов параллельными потоками по перепускным трубам вода переходит в верхние

коллекторы левого и правого боковых экранов, по экранным трубам опускается в нижние коллекторы левого и правого боковых экранов, откуда нагретая до 150 °С вода идет в теплосеть. На сегодняшний день в структуре объединения находятся 9 крупных теплоцентралей ОАО «Таштеплоцентральный» общей мощностью 4880 Гкал/час; теплоисточники самого УППО «Тошиссиккуввати» — общей мощностью 640 Гкал/час. Котлы ПТВМ-50 находятся на их балансе. Они эксплуатируются с 50-60 х годов прошлого столетия поэтому эти котлы достаточно изношены и низкий КПД. Котлы типа ПТВМ в Узбекистане не производятся поэтому настоящее время актуально модернизация котельных для повышения КПД.

Технические характеристики	КВГМ-58,2-150 (ПТВМ-50)	КВ-М-116,3-50 (ПТВМ-100)	1
Теплопроизводительность номинальная, МВт	58,2	116,3	
Вид топлива:	газ		
Давление воды на входе в котел, не более, МПа	1,6*		
Давление воды на выходе из котла, не менее, МПа	1,0		
Температура воды на входе, °С (основной/пиковый)	70 / 110		
Температура воды на выходе, °С	150		
Гидравлическое сопротивление, МПа	0,25	0,25	
Диапазон регулирования теплопроизводительности по отношению к номинальной, %	30-100		
Расход воды, т/ч, (основной/пиковый)	618/1230	1235/2460	
Удельный расход условного топлива (расчетный), м³/МВт ч	132	134	
Средний срок службы до списания, лет, не менее (при средней продолжительности работы котла в год с номинальной теплопроизводительностью—3000 ч.)	20 лет		
КПД котла, %, не менее,	92,8	90,1	

Котел водогрейный ПТВМ-50





ГЛАВА 2.МОДЕРНИЗАЦИЯ ВОДОГРЕЙНЫХ ВОДОТРУБНЫХ КОТЛОВ ТИПА ПТВМ

2.1. Зарубежный опыт

Основу модернизации крупных водогрейных котлов составили современные достижения в проектировании и технологии производства из большой энергетики, обеспечившие переход к внедрению новых технических решений, в наибольшей мере удовлетворяющих потребностям рынка.

Для модернизации крупных водогрейных котлов типа ПТВМ и КВГМ используются:

1. конвективная поверхность нагрева из труб увеличенного диаметра и толщины стенки (трубы 38х4 мм) с наружным оребрением;
2. трубы увеличенного диаметра с наружным продольным и поперечным оребрением;
3. малотоксичные газомазутные вихревые горелки повышенной единичной мощности;
4. современные дутьевые машины большой единичной производительности;
5. оборудование для организации рециркуляции продуктов сгорания на всас дутьевых вентиляторов с целью снижения выбросов оксидов азота и подогрева дутьевого воздуха до положительной температуры (котлы газовые);
6. калориферная установка для подогрева дутьевого воздуха до температуры 60-80 ОС(котлы мазутные);
7. система управления процессами горения топлива, обеспечивающая безопасную эксплуатацию оборудования котельной;
8. система топливообеспечения в пределах котла (газо-мазутопроводы с арматурой).

Также разрабатывается дополнительное оборудование для осуществления коммуникаций между всеми системами модернизированного котла и котельной

установки:

- воздухопроводы в комплекте с расходомерными устройствами;
- компенсаторы, запорные и регулирующие клапаны для воздухопроводов;
- дополнительные площадки для обслуживания горелок и дутьевых машин;
- исполнительные механизмы к клапанам воздухопроводов, трубопроводов в пределах котла с запорной арматурой;
- гарнитура для котла;
- тепловая изоляция с обшивкой.

На рисунке показан модернизированный котел ПТВМ-100, в нем применено новое оборудование:

1) конвективная поверхность нагрева; 2) газоплотные экраны топки и конвективного газохода; 3) шесть горелок; 4) две дутьевые машины; 5) система рециркуляции продуктов сгорания на всас дутьевых машин; а также увеличена поверхность стен топки, снижен уровень размещения горелок.

Существенным достоинством предлагаемых технических решений по модернизации водогрейных котлов является возможность их реализации в период планового или капитального ремонтов, поскольку сохраняются компоновка котлов, габаритные и присоединительные размеры, каркас, естественная тяга (котлы ПТВМ), гидравлическая схема, система крепления поверхностей нагрева и др.

Разработанные решения по модернизации водогрейных котлов допускают поэтапное внедрение. Известно, что ресурсопределяющей в котлах является конвективная поверхность нагрева из труб 28х3 мм. Ее замена на новую модернизированную обеспечит наибольший эффект при небольших затратах.

2.2 Предлагаемые решение модернизация котлов ПТВМ-50

Топочное устройство, или топка, является основным элементом котельного агрегата, предназначена для сжигания топлива с целью выделения заключенного в нем тепла и получения продуктов сгорания с возможно большой температурой. В тоже время топка служит теплообменным устройством, в котором происходит теплоотдача излучением из зоны горения на более холодные окружающие поверхности нагрева котла, а также устройством для улавливания и удаления некоторой части очаговых остатков при сжигании твердого топлива.

По способу сжигания топлива топочные устройства делятся на слоевые и камерные. В слоевых топках осуществляется сжигание твердого кускового топлива в слое, в камерных топках – газообразного, жидкого и пылевидного топлива во взвешенном состоянии.

В современных котельных установках обычно используются камерные топки.

Камерные (факельные) топки применяют для сжигания твердого, жидкого и газообразного топлива. При этом твердое топливо должно быть предварительно размолото в тонкий порошок в специальных пылеприготовительных установках – дробилках, а жидкое топливо распыляется на очень мелкие капли в мазутных форсунках. Газообразное топливо не требует предварительной подготовки.

Камерные (факельные) топки представляют собой прямоугольные камеры призматической формы, выполняемые из огнеупорного кирпича или огнеупорного бетона. Стены топочной камеры изнутри покрывают системой кипяtilьных труб – топочными водяными экранами(рис. 2.3). Они представляют собой эффективную поверхность нагрева котла, воспринимающую большое количество тепла, излучаемого факелом, в то же

время предохраняют кладку топочной камеры от износа и разрушения под действием высокой температуры факела и расплавленных шлаков.

В двухкамерных топках разделена на камеру горения топлива и камеру охлаждения продуктов горения. Камеру горения надежно покрывают тепловой изоляцией для создания максимальной температуры с целью надежного получения жидкого шлака.

Факельные топки для жидкого и газообразного топлива иногда выполняются горизонтальными или слегка наклоненным подом, который иногда не экранируют. Расположение горелок в топочной камере делают на передней и боковых стенах, а также по углам ее. Горелки бывают прямоточными и завихривающими.

При сжигании газообразного топлива основным элементом топочного устройства служит газовая горелка, обеспечивающая подачу в топочную камеру газа и воздуха в небольшом соотношении, их интенсивное перемешивание и быстрое зажигание газозоудшной смеси.

Нами предлагается:

Сохраняя размеры топки в плане 4160x4180мм внести некоторые конструктивные изменения:

❖ Стенки топки экранированы по всей высоте мембранными панелями из труб диаметром 60x4мм (сталь 20) с шагом 80 мм(трубы сварены между собой полосой 6x20,5мм из стали 20). Боковые панели топки экранируют одновременно боковые стенки конвективного газохода. Фронтую и заднюю стенки конвективного газохода образуют стояки конвективных секций. Сварены они также в мембранные панели с шагом труб 128мм с помощью полос уголкового профиля.

Коллекторы выполнены из труб 273x11мм из стали марки 20. Расположение и уровень отметок коллекторов и трассировка трубопроводов подвода и отвода оставлены без изменений.

Система испарительных поверхностей различных котлов разнообразна. В вертикально-водотрубных котлах она состоит из развитого пучка кипятильных труб, вальцованных в верхний и нижний барабан, топочных экранов, питаемых водой из котельных барабанов через опускные трубы и соединительные из камер (коллекторов).

Испарительные поверхности нагрева котельных агрегатов экранного типа состоят из барабана, системы экранированных труб с нижними и верхними экранными коллекторами, систем опускных и соединительных труб.

❖ Размещена над топкой в том же газоходе в виде двух пакетов (нижнего и верхнего). Состоят пакеты из типовых секций. В каждом пакете 64 секции (по 32 секции левых и правых). Их стояки из труб 83х4мм экранируют фронтую и заднюю стены газохода с шагом 128мм. В пакетах применены оребренные трубы увеличенного диаметра 38х4мм из стали марки 20 (рис. 1) в нижнем пакете трубы в секциях сварены в мембранную панель (продольное оребрение), образуют шахматный пучок с шагами $S_1 = 128\text{мм}$, $S_2 = 29\text{ мм}$ (рис.2).

Верхний пакет образован трубами со спирально-ленточным оребрением лентой 1х11 мм с шагом 6 мм (диаметром оребрения 60 мм). Расположены трубы в пакетах в шахматном порядке шагами $S_1 = 128\text{мм}$, $S_2 = 42,5\text{ мм}$.

Нижние мембранные пакеты достаточно жесткие и не требуют дополнительных опор, а верхние пакеты скрепляются при помощи профильных пластинок, выполненных из легированной стали.

ГЛАВА 3 РАСЧЕТ КОТЛОВ ТИПА ПТВМ – 50

3.1 Тепловой расчет котла

Тепловой расчет котельного агрегата проводят со следующими целями:

- определение конструктивных характеристик и размеров радиационных и конвективных поверхностей нагрева;
- определение температур рабочего тела и продуктов сгорания топлива или другого теплоносителя, используемого для повышения температур и энтальпий рабочего тела.
- конечные параметры рабочего тела — давление, температура воды, пара — после котлоагрегата;
- вид и характеристики используемого топлива;
- способ сжигания топлива, тип топочного устройства;
- температуры рабочего тела, обычно воды и воздуха, поступающих в котельный агрегат;
- тип и конструктивные характеристики котельного агрегата;
- способы подачи воздуха и удаления продуктов сгорания из котлоагрегата.

Расчетные зависимости:

Тепловой баланс котлоагрегата

Низшая теплотворная способность топлива Q_H^p ккал/кг

Физическое тепло топлива

$$i_{т.л.} = c_{тл} t_{тл} \text{ ккал/кг} \quad (3.1)$$

Располагаемое тепло

$$Q_p^p = Q_H^p + i_{тл} \text{ ккал/кг} \quad (3.2)$$

Температура уходящих газов t_{yx} °C

Энтальпия уходящих газов I_{yx} ккал/кг

Энтальпия теоретически необходимого количества воздуха ($t_{xb} \approx 30^\circ\text{C}$)

$$I_{x.b}^0 = c_b t_b V_0 \text{ ккал/кг} \quad (3.3)$$

Потеря тепла с уходящими газами

$$q_2 = \frac{(I_{yx} - \alpha_{yx} I_{x.b}^0) \cdot 100}{Q_p^p} \% \quad (3.4)$$

Потеря тепла от механического недожога q_4 %

Потеря тепла от химического недожога q_3 %

Потеря тепла в окружающую среду q_5 %

Коэффициент полезного действия котла

$$\Sigma q = q_2 + q_3 + q_4 + q_5 \% \quad (3.5)$$

Коэффициент сохранения тепла

$$\eta_{к.а} = 100 - \Sigma q \% \quad (3.6)$$

Расход воды

$$D = \frac{Q}{i'' - i'} \cdot 1000 \text{ м/ч} \quad (3.7)$$

Расход топлива

$$B_p = \frac{Q \cdot 100}{Q_p^p \eta_{\text{к.а}}} \text{ кг/ч} \quad (3.8)$$

Видимое тепловое напряжение топочного объёма

$$\frac{Q}{V} = \frac{B_p Q_p^H}{V} \text{ ккал/м}^3 \cdot \text{ч} \quad (3.9)$$

3.2 Расчет теплообмена в топке

Объем топочной камеры $V_t \text{ м}^3$

Эффективная толщина излучающего слоя пламени

$$s = 3,6 \frac{V_t}{F_{\text{ст}}} \text{ м} \quad (3.10)$$

Температура газов на выходе из топки $t_t'' \text{ } ^\circ\text{C}$

Суммарная поглощательная способность трехатомных газов и водяных паров

$$p_n s = p_{r_n} s(p=1 \text{ ат}) \quad (3.11)$$

Сила поглощения топочной средой

$$k_{ps} = k_{r_n} s(p=1 \text{ ат}) \quad (3.12)$$

Степень черноты топки

$$a_T = \frac{a_\phi}{a_\phi + (1 - a_\phi)\psi\zeta} \quad (3.13)$$

Тепло, вносимое воздухом в топку

$$Q_n = \alpha_T \cdot c_v t_n V^0 \text{ ккал/кг} \quad (3.14)$$

Полезное тепловыделение в топке на 1 кг топлива

$$Q_T = Q_p \frac{100 - q_s}{100} + Q_v \quad (3.15)$$

Температура газов на выходе из топки

$$v''_T = \frac{T_a}{M \left(\frac{4,9 \zeta H_{\text{л}} a_m T_a^3}{10^8 \phi B_p V c_{cp}} \right)^{0,6} + 1} - 273^0 \text{C} \quad (3.16)$$

Тепло, переданное излучением в топке

$$Q_{\text{л}} = \phi (Q_T - I''_T) \text{ ккал/кг} \quad (3.17)$$

3.3 Расчет фестона

Расчетная поверхность нагрева фестона

$$H_p = H_\phi - H_{\text{л}} \text{ м}^2 \quad (3.18)$$

Температура газов перед фестом $v'^0 \text{C}$

Тепловосприятие газохода фестона (по балансу)

$$Q_6 = \phi (I' - I'') \quad (3.19)$$

Средняя температура воды

$$t_{cp} = \frac{t' + t''}{2} \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.20)$$

Средняя температура газов

$$v = \frac{v' + v''}{2} \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.21)$$

Средний температурный напор

$$\Delta t = \vartheta - t_{cp} \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.22)$$

Средняя скорость газов

$$w = \frac{B_p}{3600} \cdot \frac{V_r}{F} \cdot \frac{\vartheta + 273}{273} \text{ м/сек} \quad (3.23)$$

Суммарная поглощательная способность газов

$$p_n s = p_{r_n} s (p = 1 \text{ ат}) \text{ ат} \cdot \text{м} \quad (3.24)$$

Сила поглощения запыленного потока

$$kps = k_r p_{r_n} s (p = 1 \text{ ат}) \text{ ат} \cdot \text{м} \quad (3.25)$$

Температура загрязнения стенки трубы

$$t_3 = t_{cp} + \frac{Q_{\delta} B_p}{H_p} \varepsilon \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.26)$$

Коэффициент теплоотдачи излучением

$$k = \frac{\alpha_k + \alpha_l}{1 + \varepsilon(\alpha_k + \alpha_l)} \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град} \quad (3.27)$$

Тепловосприятие фестона

$$Q_{\tau}^{\phi} = \frac{k H_p \Delta t}{B_p} \text{ ккал/кг} \quad (3.28)$$

Разница в тепловосприятии по балансу и уравнению теплопередачи

$$\frac{Q_{\tau}^{\phi} - Q_{\phi}^{\phi}}{Q_{\phi}^{\phi}} \cdot 100 \% \quad (3.29)$$

3.4 Расчет поворотной камеры

Температура загрязненной поверхности труб v'^0C

Суммарная поглощательная способность газов $I' ккал/кг$

Сила поглощения запыленного потока

$$kps = k_{\tau} p_{rns} (p = 1 \text{ ат}) \quad (3.30)$$

Тепловосприятие поверхности нагрева

$$Q_{\text{л}} = \frac{\alpha_{\text{л}} (g' - t_{\text{з}}) H_{\text{л}}}{B_{\text{р}}} \text{ ккал/кг} \quad (3.31)$$

Энтальпия газов после поворотной камеры

$$I'' I' - \frac{Q_{\phi}}{\phi} + \Delta \alpha I_{\text{х.в}}^0 \text{ ккал/кг} \quad (3.32)$$

3.5 Расчет конвективной поверхности котла

Суммарная поверхность нагрева

$$H = H_{\text{тр}} + H_{\text{стояк}} + H_{\text{наст.поверх}} \text{ м}^2 \quad (3.33)$$

Тепловосприятие по балансу

$$Q_{\phi} = \phi (I' - I'' + I_{\text{пр}}) \text{ ккал/кг} \quad (3.34)$$

Большой температурный напор

$$\Delta t_{\phi} = v' - t'^0C \quad (3.35)$$

Наименьший температурный напор

$$\Delta t_M = v'' - t''^0 \text{C} \quad (3.36)$$

Средний температурный напор

$$\Delta t = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_M}{2,31 \lg \frac{\Delta t_6}{\Delta t_M}}^0 \text{C} \quad (3.37)$$

Средняя температура газов

$$v_{cp} = 0,5(v' + v'')^0 \text{C} \quad (3.38)$$

Секундный расход газов

$$V_r^{сек} = \frac{V_r B_p (9_{cp} + 273)}{3600 \cdot 273} \text{м}^3/\text{сек} \quad (3.39)$$

Средняя скорость газов $w_r \text{м/сек}$

Тепловое напряжение поверхности нагрева

$$q = \frac{B_p Q_p}{H} \text{ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град} \quad (3.40)$$

Температура наружных загрязнений стенки

$$t_3 = t + sq^0 \text{C} \quad (3.42)$$

Суммарная поглощательная способность газов

$$p_n s = p_r s (p=1 \text{ ат}) \text{м} \cdot \text{ат} \quad (3.42)$$

Суммарная сила поглощения потока

$$k p_n s = k p_r s (p=1 \text{ ат}) \text{м} \cdot \text{ат} \quad (3.43)$$

Коэффициент теплоотдачи излучением

$$\alpha_{л} = a c_s \alpha_{л}^H \text{ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град} \quad (3.44)$$

Коэффициент теплопередачи от газов к воде

$$k = \frac{\alpha_k + \alpha_l}{1 + s(\alpha_k + \alpha_l)} \text{ ккал/м}^2 \cdot \text{ч} \quad (3.45)$$

Тепловосприятие по уравнению теплопередачи

$$Q_T = \frac{kH\Delta t}{B_p} \quad (3.46)$$

3.6 Определение невязки теплового баланса

Полезное использованное тепло от располагаемого тепла $Q'' = Q_p \eta_{к.а} \cdot 0,01 \text{ ккал/м}^3$ (3.47)

Расчетная невязка теплового баланса котлоагрегата

$$\Delta Q = Q'' - Q \frac{1 - q_4}{100} \text{ ккал/м}^3 \quad (3.48)$$

Расчеты выполнены в программе Microsoft Excel и прилагаются в пояснительной записке

Тепловой расчет [Режим совместимости] - Microsoft Excel

Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид Настройки

Вставить Вставить Шрифт Выравнивание Число Условное форматирование Форматировать как таблицу Стили Удалить Формат Ячейки Сортировка и фильтр Найти и выделить Редактирование

F157

№ п/п	Наименование величин	Обознач.	Ед. изм.	Расчетная формула или обоснование	Результат
1	Располагаемое тепло топлива	Q	ккал/м ³	Принято [1]	8074
2	Температура уходящих газов	t	°C	Принято с последующим уточнением	145
3	Энтальпия уходящих газов	h	ккал/м ³	По таблице	629
4	Температура холодного воздуха	t	°C	Принято [1]	30
5	Энтальпия холодного воздуха	h	ккал/м ³	По таблице	91,5
6	Потери тепла от химического недожога	q	%	По таблице XX [1]	0,5
7	То же с наружным охлаждением	q	%	Принято [2]	0,5
8	То же с уходящими газами	q	%		5,0
9	К.п.д. котла	η	%	100 - q - q - q	94
1	Коэффициент избытка воздуха в топке	α	-	Принят	1,1
1	Тепло, вносимое в топку с воздухом	Q	ккал/м ³		

Тепловой баланс

Таблица

Страница 4

Тепловой расчет [Режим совместимости] - Microsoft Excel

Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид Настройки

Вставить Вставить Шрифт Выравнивание Число Условное форматирование Форматировать как таблицу Стили Удалить Формат Ячейки Сортировка и фильтр Найти и выделить Редактирование

F157

2	Тепло, вносимое в топку с воздухом	Q	ккал/м ³	α	100,6
3	Полезное тепло, выделяемое в топке	Q	ккал/м ³	$Q (100 - q) / 100 + Q$	8717
4	Теоретическая температура горения	t	°C	По таблице	1883
5	Относительное положение максимумов температур по высоте топки	X	-	$X + \Delta X$ п. 6-14	0,15
6	Параметр M	M	-	$0,54 - 0,2 X$	0,51
7	Температура газов на выходе из топки	t	°C	Принята с последующим уточнением	745
8	Энтальпия газов на выходе из топки	h	ккал/м ³	По таблице	3108
9	Средняя суммарная теплоемкость продуктов сгорания	VC	ккал/м ³ °C	$(Q -) / (-)$	4,929
10	Давление воды за котлом	p	кгс/см ²	Принято	6
11	Температура воды на входе	t	°C	Задана	51
12	Температура воды на выходе	t	°C	Задана	97
13	Расход воды	D	т/час	$Q / [C (t - t)]$	34,4
14	Расход топлива	B	м/час	$Q 100 / (Q / \eta)$	107,6
1	Коэффициент сохранения тепла	φ	-	$1 - q / (\eta + q)$	0,987
16	Произведение	p x S	М кгс/см	r p S	0,3607
17	Коэффициент теплопроводности	λ	Вт/м °C	п. 6-07 [1]	0,1

Лист3

Нажмите ячейку и нажмите ВВОД или выберите "Вставить"

Тепловой расчет4 [Режим совместимости] - Microsoft Excel																
F157																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
54	17	Коэффициент усреднения	m	-	п.6-07 [1]	0.1										
55	18	Коэффициент ослабления лучей трехатомными газами	K _г	1 мкг/см	(1 - 0.37 T / 1000)	0.2853										
56	19	Степень черноты газов		1 - e	0.316											
57	20	Отношение	C / H	0.12 (Σ m C _г / H _г)	2.97											
58	21	Коэффициент ослабления лучей сажистыми частицами	K _с	1 мкг/см	0.03 (2 - α) x (1.6 T / 1000 - 0.5) C / H	0.09052										
59	22	Степень черноты светящегося пламени		1 - e	0.3936											
60	23	Степень черноты факела		m + (1 - m)	0.3238											
61	24	Коэффициент тепловой эффективности экранов		Σ F _{эк} / F	0.372											
62	25	Степень черноты топки			0.5628											
63	26	Температура газов на выходе из топки			746											
64	27	Энтальпия газов на выходе из топки		ккал м3	По таблице	3113										
65	28	Количество тепла, воспринятое в топке	Q	ккал м3	φ (Q _г -)	5531										
66	29	Средняя тепловая нагрузка лучевоспринимающей пов-ти	q	ккал м2 ч	B x Q / H	55310										
67	30	Теплонапряженность топочного объема	q	ккал м3 ч												
68	31	Температура воды на выходе из пучка (на входе в экраны топки)	t	С	t - Q _г x H / (D x C)	77.7										
69	32	Конвективный пучек														
70	33	1	Температура газов на входе	C	Из расчета топки	746										
71	34	2	Энтальпия газов на входе	ккал м3	По таблице	3113										
72	35	3	Температура газов на выходе	C	Принята с последующим уточнением	150										
73	36	4	Энтальпия газов на выходе	ккал м3	По таблице	629										
74	37	5	Тепло, отданное газами	Q	ккал м3	φ (-)	2452									
75	38	6	Температура воды на входе	t	С	Задана	70									
76	39	7	Температура воды на выходе	t	С	Из расчета топки	77.7									
77	40	8	Средняя температура газов	C	0.5 (-)	448										
78	41	9	Средняя температура воды	t	С	0.5 (t _г - t _в)	73.9									
79	42	10	Средний температурный напор	Δt	С	$\frac{\Delta t_{гв} - \Delta t_{гк}}{2.3 \lg \frac{\Delta t_{гв}}{\Delta t_{гк}}}$	277.1									
80	43	11	Средняя скорость газов	W	м/с	$\frac{B_{гв} \cdot V_{гв} (+ 273)}{3600 \cdot 273 \cdot F_{гв}}$	4.39									

Тепловой расчет4 [Режим совместимости] - Microsoft Excel																
F78																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
78	29	Средняя тепловая нагрузка лучевоспринимающей пов-ти	q	ккал м2 ч	B x Q / H	55310										
79	30	Теплонапряженность топочного объема	q	ккал м3 ч	B x Q / V	134074										
80	31	Температура воды на выходе из пучка (на входе в экраны топки)	t	С	t - Q _г x H / (D x C)	77.7										
81	32	Конвективный пучек														
82	33	1	Температура газов на входе	C	Из расчета топки	746										
83	34	2	Энтальпия газов на входе	ккал м3	По таблице	3113										
84	35	3	Температура газов на выходе	C	Принята с последующим уточнением	150										
85	36	4	Энтальпия газов на выходе	ккал м3	По таблице	629										
86	37	5	Тепло, отданное газами	Q	ккал м3	φ (-)	2452									
87	38	6	Температура воды на входе	t	С	Задана	70									
88	39	7	Температура воды на выходе	t	С	Из расчета топки	77.7									
89	40	8	Средняя температура газов	C	0.5 (-)	448										
90	41	9	Средняя температура воды	t	С	0.5 (t _г - t _в)	73.9									
91	42	10	Средний температурный напор	Δt	С	$\frac{\Delta t_{гв} - \Delta t_{гк}}{2.3 \lg \frac{\Delta t_{гв}}{\Delta t_{гк}}}$	277.1									
92	43	11	Средняя скорость газов	W	м/с	$\frac{B_{гв} \cdot V_{гв} (+ 273)}{3600 \cdot 273 \cdot F_{гв}}$	4.39									

Тепловой расчет [Режим совместности] - Microsoft Excel																
Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид Надстройки																
Буфер обмена Шрифт Выравнивание Числовой Условное форматирование Форматировать как таблицу Стили Ячейки																
F129																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
105	12	Коэффициент теплоотдачи конвекцией	α	$0,2 C R Pr$	34,4											
106			м ч С													
107	13	Средняя скорость воды	W	$D v / (3600 f)/2$	0,3											
108	14	Коэффициент теплоотдачи к воде	α	$0,023 R Pr C C C$	1704											
109			м ч С													
110	15	Коэффициент тепловой эффективности	Ψ	п. 7-55	0,85											
111			-													
112	16	Эффективная толщина излучающего слоя	S	$0,9 d [(4/\alpha) (S S / d) - 1]$	0,1134											
113			м													
114	17	Коэффициент ослабления лучей трехатомными газами	K r	$(1 - 0,37 T / 1000) r$	1,134											
115																
116	18	Суммарная оптическая толщина газового слоя	KpS	K r S p	0,1286											
117			м													
118	19	Степень черноты потока	ϵ	1 - ϵ	0,1207											
119																
120	20	Степень черноты загрязненных стенок	ϵ	7 - 32	0,8											
121																
122	21	Температура загрязненной стенки	t	t + 25 (п. 7 - 36)	98,85											
123			С													
124	22	Коэффициент теплоотдачи излучением	α		4,0											
125			м ч С													
126	23	То же с учетом переизлучения из топки	α		5,0											
127			м ч С													
128	24	Коэффициент теплоотдачи	α		20,4											
129			м ч С													

Тепловой расчет [Режим совместности] - Microsoft Excel																
Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид Надстройки																
Буфер обмена Шрифт Выравнивание Общий Условное форматирование Форматировать как таблицу Стили Ячейки																
A146																
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
13	24	Коэффициент теплоотдачи	α	$\alpha + \alpha$	39,4											
14			м ч С													
15	25	Коэффициент теплопередачи	K	$\Psi \alpha$	33,5											
16			м ч С													
17	26	Тепловсприятие пучка	Q	K H $\Delta t / B$	2450											
18			м ²													
19	27	Невязка баланса	δQ	$(Q - Q) 100 / Q$	0											
20			%													
21		Допустимая невязка баланса 2% [1]														
22																
23		Литература														
24	1.	Тепловой расчет котельных агрегатов (Нормативный метод). Под ред. Кузнецова и др.														
25		М. Энергия, 1973, 295 с.														
26	2	В.А. Виноградов-Салтыков и др. Обобщение данных по потерям тепла водогрейными котлами в окружающую среду.														
27																
28																
29																
30																
31																

Безопасность жизнедеятельности

В развитии статьи 37 Конституции Республики ОлийМажлис 6 мая 1993 года в числе первых законодательных актов принял Закон Республики Узбекистан «Об охране труда», заложивший правовую основу принципов функционирования всех ветвей управления деятельностью предприятий всех форм собственности в создании и улучшении условий труда и производственного быта, в формировании системы социально экономических, организационных, технических, санитарно технических , лечебно профилактических мероприятий и нормативного обеспечения вопросов охраны труда. Трудовой кодекс Республики Узбекистан, введенный в действие с 1 апреля 1996 г., трактует законодательство о труде с учетом интересов работников, работодателей и государства, а также справедливые и безопасные условия труда, охрану трудовых прав и здоровья работников. Трудового кодекса, Указов Президента Республики Узбекистан, стандартов системы безопасности труда, решений исполнительных органов государственной власти, принимаемых в пределах их компетенции в виде постановлений, приказов, положений, указаний, правил и др. Закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», принятый 25.08.2006 г. определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и направлен на предупреждение аварий, обеспечение готовности предприятий к их ликвидации и ликвидации последствий аварий на этих объектах. КМК 2.01.05-98 Естественное и искусственное освещение, КМК 2.04.13-99 Котельные установки, КМК 2.01.08-96 Защита от шума

1. Производственные санитария

В выпускной работе рассматривается модернизация котла ПТВМ-50 на ТЦ , оборудованных автоматикой безопасности типа – схема защиты и розжига, топливом является природный газ. За работой и обслуживанием котельных агрегатов, насосным оборудованием, трубопроводами пара и горячей воды смотрят операторы котельной.

На оператора котельной в процессе работы действуют опасные и вредные факторы.

Опасный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной острого заболевания или внезапно резкого ухудшения здоровья. Вредный производственный фактор – фактор среды трудового процесса, воздействие которого на работающего при определенных условиях может вызвать профессиональное заболевание, снижение работоспособности. В помещении, где установлены котельные агрегаты и вспомогательное оборудование, вредными производственными факторами для оператора котельной установки, являются:

а) физические факторы:

- тепловое излучение (нагретые поверхности котельных агрегатов, трубопроводов пара и горячей воды);
- повышенная температура воздуха рабочей зоны;
- пониженная влажность воздуха (менее 40 %);
- повышенный уровень шума (резкие перепады давления в трубопроводе, работа предохранительных клапанов, пробивание прокладок фланцевых соединений, движение газов в трубах с большой скоростью – аэродинамические шумы);
- общая вибрация (при работе котельных агрегатов, при движении газов в трубах с большой скоростью);
- недостаточное освещение (естественное – вследствие затененности оборудования, конструкций, искусственное – вследствие плохой работы осветительных приборов).

б) биологические факторы отсутствуют.

в) химические факторы:

- окислы азотов;

- окись углерода.

г) психофизиологические:

- тяжесть трудового процесса (физическая динамическая нагрузка, статическая нагрузка);

- напряженность трудового процесса (эмоциональные нагрузки, интеллектуальные нагрузки, монотонность нагрузок, сменность работы).

д) травмоопасные:

- оборудование, работающее под давлением (котельные агрегаты, трубопроводы пара);

- высокая температура оборудования (трубопроводы пара и горячей воды)

Микроклимат

Работы ведутся в производственном помещении с выделением тепла. Микроклимат определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплого облучения. Если сочетание этих параметров не является оптимальными для организма человека, может быть нарушено функциональное и тепловое состояние человека, причем это будет сопровождаться напряжением реакции терморегуляции, ухудшением самочувствия.

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата используются защитные мероприятия.

- внедрение современных технологических процессов, исключаящих воздействие неблагоприятного микроклимата на организм человека;

- организация принудительного воздуха обмена в соответствии с требованиями нормативных документов (кондиционирование, тепловые завесы);
- компенсация неблагоприятного воздействия одного параметра изменением другого;
- применение спецодежды и средств индивидуальной защиты, организация специальных помещений с динамическими параметрами микроклимата (комнаты для обогрева, охлаждения);
- физические обоснованная регламентация режима труда и отдыха (сокращений рабочей день регламента);
- правильная организация система отопления и воздухообмена.

Освещение в помещении

Возникает вследствие плохой работы осветительных приборов и затененностью оборудования, конструкций.

В дипломном проекте предусматривается обеспечить достаточным дневным светом помещения котельной, а в ночное время искусственным 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 освещенности 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;
- вентиляционная площадка;
- помещения для баков и деаэраторов;
- площадки и лестницы котлов;
- насосные помещения.

Недостаточное освещение в помещении котельной может привести к повышению травматизма ремонтного и эксплуатационного персонала, а в помещении щитовой – к ухудшению остроты зрения, нервному напряжению.

Помещение цеха согласно должно быть освещено таким образом, чтобы обеспечить качественный монтаж котла, а при эксплуатации, возможность правильной работы.

Повышенный уровень шума на рабочем месте

Для теплоэнергетического оборудования характерны механические, аэродинамические и гидродинамические шумы – неупорядочное распространение звуков разной интенсивности и чистоты, оказывающих неблагоприятное воздействие на организм человека. В котельной значительный шум вызывает аэродинамические причины, к ним относятся:

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

Повышенный уровень производственного шума на рабочем месте оказывает вредное воздействие на организм человека: снижается острота слуха, зрения, нарушается деятельность сердечно-сосудистой системы. Сильный

производственный шум может быть причиной функциональных изменений нервной, кровеносной, а также пищеварительной систем организма человека.

Уровень шума в производственных помещениях не должен превышать 80 дБА.

В котельной, с целью снижения уровня шума, проводят следующие мероприятия:

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

Помимо мер технологического и технического характера, широко применяются средства индивидуальной защиты – антифоны, выполненные в виде наушников, заглушек – вкладышей и шлемов.

Вибрация

Представляет собой механическое колебательное движение, простейшим видом которого является гармоническое колебание.

На оператора котельной в производственных условиях действует общая вибрация 3 А категории (на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий).

Длительное воздействие вибрации приводит к различным нарушениям здоровья человека и, в конечном счете, к "вибрационной болезни". Общая вибрация оказывает неблагоприятное воздействие на нервную систему, наступают изменения в сердечно-сосудистой системе, вестибулярном аппарате, нарушается обмен веществ.

Нормативные значения технологической вибрации на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятия (категория 3 А) указаны в таблице:

Среднегеометрическая частота (корректированный уровень)	Весовой коэффициент	Нормативные значения уровня виброскорости, дБ
$z - 2$	- 16	108
$z - 4$	- 7	99
$z - 8$	- 1	93
$z - 16$	0	92
$z - 31,5$	0	92
$z - 63$	0	92
Корректированный уровень (ось z)		92

Для устранения вибрации котлы смонтированы на самостоятельных фундаментах, виброизолированных от пола. Все трубопроводы проходят на достаточном расстоянии от стен и соседних трубопроводов.

В качестве индивидуальных средств защиты от вибрации применяются гасящие вибрацию рукавицы и специальная обувь.

2. Техника безопасность.

При работе машиниста котла напряженность труда вызвана монотонностью нагрузок.

Котлы относятся к оборудованию, работающему под давлением.

Механическая прочность оборудования обеспечивается предварительными испытаниями на прочность, путем проверки качества сварных швов, гидравлических испытаний.

При работе котла возможно коррозионное разрушение элементов котла. Коррозионная стойкость оборудования обеспечивается увеличением коррозионной стойкости конструктивного материала, путем нанесения соответствующего покрытия и удаления кислорода из воды. Для этого ее подвергают деаэрации. Надежность работы поверхностей нагрева котельных агрегатов зависит от качества питательной воды.

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала котельной предусмотрены следующие защитные устройства:

- манометр, показывающий давление горячей воды;
- 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;
- предохранительные клапана для автоматического выпуска избыточной воды из котлов.

Трубопроводы пара и горячей воды являются опасными вследствие высокой температуры на поверхности трубопроводов и могут послужить источниками ожогов на теле работников. Для предотвращения ожогов рабочие должны работать в выданной спецодежде (куртка, брюки) и обуви (рабочие ботинки) и пользоваться установленными средствами индивидуальной защиты (рукавицы комбинированные). Обслуживающему персоналу необходимо избегать длительного нахождения в местах стыков

фланцевых соединений трубопроводов, находящихся под давлением, около гляделок, в местах, где возможно присутствие газов, около предохранительных клапанов, водоуказательных стёкол и т. д.

Помещение котельной, согласно КМК 2.01.05-98 "Естественное и искусственное освещение" должно быть освещено таким образом, чтобы гарантировать возможность правильного и безопасного обслуживания котлов.

В здании котельной предусмотрено совместное освещение. Естественное боковое освещение обеспечивается за счет оконных проемов.

Кроме рабочего освещения предусмотрено аварийное освещение зон работ от самостоятельного источника питания электроэнергии, независимое от общей электроосветительной сети котельной, которое должно обеспечить работу котельной в случаях перебоев с электроэнергией.

В котельной предусмотрена защита оборудования, сигнализация, автоматическое регулирование и контроль параметров при эксплуатации.

Котёл должен быть немедленно остановлен и отключен действием защит или персоналом вручную при отказе в работе защитных средств в следующих случаях:

- повышение давления в барабане котла;
- прекращения действия всех питательных насосов;
- обнаружения неисправности предохранительного клапана;
- отклонение уровня воды в барабане выше допустимого уровня или понижения его ниже нижнего допустимого уровня;
- если в основных элементах котла будут обнаружены трещины, выпучены, пропуски в их сварных швах, обрыв анкерного болта или связи.

3.Электробезопасность

Организационные мероприятия включают в себя выбор рациональных режимов работы персонала по обслуживанию электроустановок, ограничение мест и времени пребывания персонала в зоне воздействия электрического тока.

Опасное и вредное воздействие на людей *электрического тока* проявляется в виде электротравм и профзаболеваний.

Основными потребителями электроэнергии являются электродвигатели дымососов, вентиляторов.

Напряжение прикосновения и токи, протекающие через тело человека, не должны превышать значения, указанные в таблицах.

Напряжение прикосновения и токи при нормальных режимах работы электроустановок.

Род тока	Напряжение	Сила тока
50 Гц переменный	Не более 2В	Не более 0,3 мА

Для предотвращения поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, следует использовать защитное заземление.

В качестве индивидуальных средств защиты от электрического тока применяются экранирующие комплекты (костюмы, перчатки, обувь),

коврики, подставки, контактные выводы и перемычки, проводники с зажимами и т.д.

4.Пожара безопасность

Так как технологический процесс связан со сжиганием топлива, то возможный источник пожара в котельной – это утечка топлива из газопровода и образование взрывоопасной газовоздушной смеси.

Источниками пожара могут быть утечка и скопление газа в котельной; неисправности электрооборудования, осветительных приборов; выход из строя приборов автоматики. При нарушении целостности газопроводов уходящих газов, или при разрушении обшивки и обмуровки котла, уходящие газы, имеющие высокую температуру, могут послужить причиной пожара

Для предупреждения образования взрывоопасных газовоздушных смесей большое значение имеет контроль воздушной среды производственного помещения. Наиболее прогрессивен контроль воздушной среды производственных помещений автоматическими сигнализаторами до взрывных концентраций. При включении предупредительной сигнализации и аварийной вентиляции предусматривается автоматическое или ручное отключение всего или части технологического оборудования.

Для борьбы с пожаром котельная оборудована противопожарным инвентарем по существующим нормам противопожарной охраны.

Территория и все помещения котельного постоянно содержаться в чистоте и порядке, своевременно убираться от отходов и мусора (по мере накопления и по окончании рабочего дня), уборка помещений с использованием легковоспламеняющихся и горючих жидкостей не допускается , вход и выходы, проходы, коридоры, тамбуры, двери постоянно содержаться в исправном состоянии и ничем не загромождаться и необходима обеспечение помещения первичных средств пожаротушения . Курение в помещениях запрещено и разрешается только в специально оборудованных

местах. Проведение огневых и пожароопасных работ может производиться только после обеспечения безопасного расстояния до сгораемых материалов при наличии средств пожаротушения. По окончании рабочего дня все электроприборы, освещение, оргтехника отключаться. Первичные средства пожаротушения (огнетушители, пожарные гидранты), автоматическая пожарная сигнализация находиться в исправном состоянии. Ограничение доступа к ним не допускается. Автоматическую пожарную сигнализацию отключать запрещается, а в случае неисправности должны своевременно приниматься меры к восстановлению ее работоспособности. Применять неисправные электроприборы, электророзетки, выключатели, светильники освещения, а также иное электрооборудование нестандартного изготовления, самовольно производить переоборудование электропроводки и электроприборов запрещается. Места размещения первичных средств пожаротушения, пути эвакуации при пожаре к основным и запасным выходам обозначены знаками пожарной безопасности, а у телефонных аппаратов вывешена табличка с указанием номера телефона пожарной охраны. В каждом помещении вывешена табличка с указанием ответственного за противопожарное состояние и на каждом этаже зданий на видном месте вывешены планы эвакуации людей при пожаре, инструкция о мерах пожарной безопасности. В случае отключения электроэнергии необходимо использовать электрические фонари и организовать эвакуацию работников (посетителей) в соответствии с планом эвакуации при пожаре. . Эвакуация людей из помещений при пожаре и других чрезвычайных ситуациях проводится в соответствии с планом эвакуации при пожаре и инструкцией действий персонала при возникновении пожара.

Экологические

Часть

Экологические проблемы в теплоэнергетике

Давно существует проблема повышения экологической безопасности энергетических объектов. Причем проблема эта становится все более острой по мере старения объектов энергетики. Сама по себе задача обеспечения экологической безопасности с технической и технологической точки зрения вполне разрешима, в проблему ее превращает экологическая сторона дела или, попросту говоря, отсутствие необходимых для этого денежных средств. Особенно ситуация эта осложнилась в последние годы. Восстановление нормальных природных условий потребует длительного времени и немалых усилий. Поэтому, чем раньше в этом направлении будут предприняты конкретные и ощутимые действия, тем больше шансов у нас и у наших потомков остановить и повернуть вспять опасную тенденцию неуклонного ухудшения экологической обстановки.

Известно, что сжигание органического топлива, особенно угля на теплоэнергообъектах, котельных, имеет крайне негативные последствия для окружающей среды. Поэтому возрастание экологических требований к предприятиям топливно-энергетической отрасли вызывает необходимость решения многих проблем по охране окружающей среды и снижению вредного воздействия теплоэнергетического производства на природу и человека.

Однако оценка значимости этого воздействия для человека и природной среды представляет сложную задачу. Это определяется следующими факторами:

- ограниченностью научно-обоснованных санитарно-гигиенических нормативов, экологических ограничений, которые могли бы надежно предотвращать негативные последствия сооружения и эксплуатации теплоэнергетических объектов (ТЭО);

- недостаточным изучением методико-биологических, экологических исследований длительного воздействия существующих ТЭО, котельных и отсутствием научного прогноза;
- несовершенством методики и оценки рассеивания, осаждения, трансформации, миграции химических загрязнений, поступающих от ТЭО, котельных с выбросами и стоками;
- недостаточным изучением сложившейся экологической ситуации в различных регионах, отсутствием достоверной и полной оценки фактической и прогнозируемой экологической нагрузки технического характера, что затрудняет выделение экологических ниш для размещения новых и развития уже существующих ТЭО и котельных.

Энергетические предприятия и загрязнение окружающей среды продуктами сгорания топлива (рис. 1.1).

Существенное изменение в экологической обстановке может быть достаточно за счет пересмотра структуры топливного баланса (табл. 1.1; 1.2).

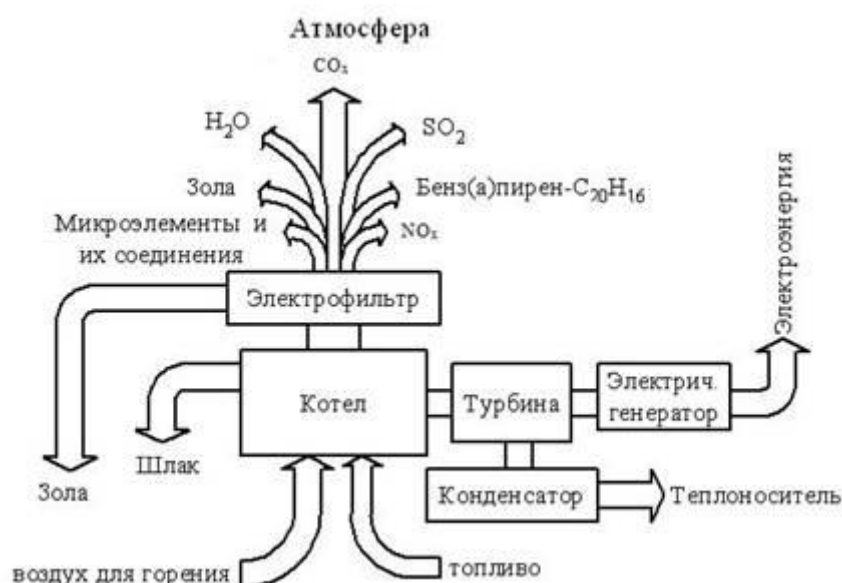


Рис. 1.1. Загрязнение от мини-ТЭЦ, работающей на твердом топливе

Однако развернувшиеся в последние годы децентрализация систем теплоснабжения, с вводом автономных котельных, не имеющих локальных установок по очистке дымовых выбросов от газообразных загрязнителей, еще

больше ухудшают экологическую обстановку, тем самым, повышая уровень заболеваемости.

Миф о том, что такие котельные будут давать более дешевое тепло и заявление о том, что работающий на природном газе источник тепловой энергии безопасен для окружающей среды, не обоснованы.

Наиболее опасными токсичными котельной являются оксиды азота (N_2O ; NO ; NO_2 ; N_2O_3 ; N_2O_5). Самым высокотоксичным является диоксид азота NO_2 , который в шлейфе дымовых газов находится в пределах 60–80% от всех оксидов азота.

Накопления закиси азота N_2O наряду с CO_2 и CH_4 и другими создают парниковый эффект, кроме того, закись азота участвует в реакциях, приводящих к истощению

озонного слоя земли, который защищает человека и животный мир.

Таблица 1.1

ПДК для основных загрязнителей атмосферы дымовыми газами котлов

Загрязняющие Вещества	ПДК мг/м ³		Класс Опасности
	Максимально разовая	Средне-суточная	
Пыль нетоксичная	0,5	0,15	3
Оксид углерода (CO)	5	3	4
Диоксид серы (SO ₂)	0,5	0,05	3
Диоксид азота (NO ₂)	0,085	0,04	2
Монооксид азота (NO)	0,4	0,06	3
Сероводород (H ₂ S)	0,008	—	2
Формальдегид HCHO	0,035	0,03	2
Бензапирен C ₂₀ H ₁₂	—	0,000001	1
Оксид ванадия	0,002	—	1
Другие	—	—	—

Содержание оксидов азота по данным исследований определяет токсичность продуктов сгорания угля и мазута на 40–50 %, а природного газа на 90–95 %.

Кроме того, оксиды азота под воздействием ультрафиолетового излучения участвуют в фотохимических реакциях в атмосфере с образованием других вредных газов. Диоксид азота оказывает влияние на углеводороды, в ходе которого образуются альдегиды, кетоны, то есть совместно с выбросами автотранспорта повышают загрязненность городов до высокой степени. Исследования, выполненные в различных странах, показали, что у людей в загрязненных оксидами азота районах снижаются дыхательные функции, повышается количество респираторных заболеваний, обнаруживаются изменения в периферической крови (появление метгемоглобина). ВРУЗ введены нормативы удельных выбросов оксидов азота, которые ориентированы на современный уровень научно-технического прогресса, предусматривающие вторичные мероприятия по уменьшению выбросов NO_x.

Вместе с установками по очистке, которых, тем не менее, нет на новых отопительных котельных, а используются только первичные (режимно–технологические), требуется высокое мастерство эксплуатационного персонала. Сущность заключается в подаче воздуха при сжигании. Если меньше подавать воздуха, NO_x снижается, зато возрастает в дымовых газах содержание оксида углерода и бенз(а)пирена. Оксид углерода CO – это токсичное вещество, повышенная концентрация которого в воздухе, опасно для человека, возможно отравление, так как оксид углерода вступает в реакцию с гемоглобином крови. Бензапирен по классификации Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) относится к первому классу опасности. Высокотоксичный загрязнитель представляет большую опасность в связи с канцерогенными свойствами: попадая в организм человека, способен инициировать злокачественные опухоли. Незаметный визуально, из-за труб

высотой 30–45 метров, шлейф дымовых газов котельных, расположенных в микрорайонах города с высотными зданиями больше всего навредит здоровью жителей верхних этажей в домах по соседству с теплоисточником. Кроме того на микрорайон воздействуют выбросы с теплоисточников централизованного теплоснабжения, которые так же не имеют установок по очистке газообразных загрязнителей (NO_x , SO_2 и других). В основу природоохранных технологий принят метод рассеивания.

Эксплуатация вспомогательного оборудования При останове котлов на длительный срок электрофильтры подлежат очистке, так как зола, осевшая на электродах и стенках, постепенно слеживается и увлажняется, что при последующем включении фильтра может вызвать короткое замыкание и нарушения в работе. В котлах с мокрыми золоуловителями следует обращать внимание на изменение их сопротивления, температуру газов за ними, давление и расход орошающей воды. Для удаления отложений, повышающих сопротивление, периодически промывают решетки и входные патрубки.

2. Загрязнение биосферы земли при сжигании органических топлив.

Загрязнителями являются продукты, образующиеся при протекании различных технологических процессов и сжигании топлива для нужд промышленности, теплоснабжения зданий, а так же сжигание и переработка бытовых и промышленных отходов и от транспорта. В загрязнение воздушного и водного бассейнов чаще всего участвуют одновременно несколько источников: тепловые электрические станции, котельные установки, предприятия химической промышленности, металлургические, коксохимические и цементные заводы, промышленность строительных материалов и др. При оценке характера и содержания их в воздухе учесть влияние этих источников весьма сложно. Удельное значение выбросов отдельных отраслей в общем балансе выбросов атмосферу является величиной непостоянной. Вещества, загрязняющие атмосферу, особенно городов, многочисленны, разнообразны и неодинаковы по оказанию

вредного воздействия на окружающую среду. Все они находятся в различном агрегатном состоянии: твердые частицы, капли жидкости, пар и газы.

Во – первых, большая часть добываемого органического топлива в виде угля, нефти и природного газа сжигается для получения тепловой энергии (тепловые электрические станции- 35%, теплоснабжение зданий- 30%, промышленность- 25%, другие потребности- 10%). Как известно при сжигание топлива основными вредностями являются оксиды серы и азота. Присжигание топлива с уходящими газами в атмосферу выделяются вредные вещества, состав и количество которых зависит от вида сжигаемого топлива. В таблицеприведены содержание вредных примесей в продуктах горения при коэффициенте избытка воздуха 1,4.

Во вторых, в технологических процессах теплогенирующих установок качество воды может меняться настолько, что она становится непригодной для дальнейшего применения без специальной очистки. Современные тепловые и атомные станции теплоснабжения являются источниками загрязнения биосферы земли в результате выбросов следующих видов сточных вод:

- регенерационных и промывочных от систем химводоподготовки,
- загрязненных нефтепродуктами,
- от ситемгидрозолоудаления источников, работающих на твердом топливе.
- От обмывок наружной поверхности котла,
- Коммунально- бытовых и хозяйственных,
- От гидравлической уборки помещений тракта топливоподачи,
- От охлаждения конденсаторов турбин промышленных ТЭЦ,
- От атомных станций теплоснабжения, загрязненных радиоактивными примесями.

Содержание вредных примесей в продуктах горения

таблица

Топливо	Летучая зола г /м ³	Окислы серы г/ м ³	Окислы азота г/м ³
Уголь	20 – 60	0,48 – 5,4	0,41 – 1,22
Мазут (S ^p = 3 %)	0,1	3,98	0,8
Газ	--	--	0,7

В современных теплоисточниках основной системой водоподготовки является глубокое химическое обессоливание, при этом регенерацию (восстановление способности умягчать воду) материала в фильтре осуществляют раствором поваренной соли. В этом случае стоки содержат избыток этой соли и вытесненные из фильтра кальций и магний в виде хлористых солей этих металлов. При Н - катионировании регенерантом служит раствор серной кислоты, поэтому стоки содержат избыток кислоты и сернокислые соли кальция, магния, натрия и др. Источниками появления нефтепродуктов в сточных водах теплостанций являются мазутохозяйства и электрооборудование. Попадая в водоемы они образуют пленку на поверхности воды и уменьшают аэрацию или образуют донные отложения.

3. Состояние атмосферного воздуха Республики Узбекистан

Уровень загрязнения атмосферного воздуха на территории Республики Узбекистан обусловлен выбросами вредных веществ от стационарных и передвижных источников. Согласно данным Госкомприроды, общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в целом по Узбекистану в среднем за год составляет 2125,0 тыс. тонн, из них: на долю стационарных источников приходилось 741,0 тыс. тонн, или 34,8%, и на долю передвижных

источников 1384,0 тыс. тонн, или 65,2% от общего объема загрязняющих веществ выбрасываемых в атмосферный воздух. В общем объеме валовых выбросов загрязняющих веществ основная доля приходится на энергетику, нефтегазовую и металлургическую отрасли. Источниками выбросов диоксида серы являются предприятия теплоэнергетики – ТЭС и ТЭЦ, котельные, металлургические производства, объекты нефтяной и газовой промышленности расположенные в Ташкентской, Кашкадарьинской, Сырдарьинской и Ферганской области. Используемый на объектах энергетики газ и мазут являются высокосернистыми. Проводимые обследования состояния окружающей природной среды позволяют сделать вывод, что одним из основных направлений деятельности по снижению объемов выброса парниковых газов в атмосферу, предотвращения негативных последствий изменения климата – является необходимость проведения следующих мероприятий:

- сокращение потерь и улучшение технологии использования топлива и энергии;
- совершенствование и внедрение энергосберегающего оборудования в производстве;
- внедрение приборов учета энергопотребления;
- использование возобновляемых источников энергии;
- совершенствование информационных систем по передаче экологически безопасных технологий;
- реформирование правовых норм в области охраны окружающей среды;
- просвещение населения о проблемах изменения климата, необходимости энергосбережения и использования эффективных технологий.

Выводы

Экологическая политика нашей страны направлена на осуществление перехода от защиты отдельных элементов природы к всеобщей защите

экосистем, гарантированию оптимальных параметров окружающей среды обитания человека. Реализация такой экологической политики должна стать одним из условий устойчивого развития общества.

В этом направлении осуществляются мероприятия по:

- сокращению потерь и улучшению технологии использования топлива и энергии;
- совершенствованию и внедрению энергосберегающего оборудования;
- использованию возобновляемых источников энергии;
- реформированию правовых норм в области окружающей среды.

Экономические

Часть

Экономическая эффективность

Экономическая эффективность инновационного проекта непосредственно связана с проблемой комплексной оценки эффективности капитальных вложений, поскольку проект в данном случае рассматривается как объект инвестирования.

Переход к рыночным отношениям требуют гибких решений в экономике, обеспечивающих существенное повышение эффективности инвестиций. Одним из важнейших вопросов теории эффективности следует признать критериальный подход, поскольку при разных критериях имеют место различные соответствующие показатели (коэффициенты) экономической эффективности. В основу критериального подхода заложен триединый критерий рациональности инвестиций: экономический, экологический и социальный. Это усложняет определение эффективности и нуждается в методике, которая бы сначала определяла оптимальные варианты в каждой из указанных сфер, а затем давала возможность интегрировать их данные.

Конкретный подход к учету влияния указанных сфер желательно свести к ограниченному количеству показателей, что дает возможность несколько упростить решение многофакторной задачи. С экономической точки зрения, инвестиции характеризуются затратами живого и прошлого труда. Соответствующие этой концепции показатели (фондоемкость, трудоемкость, материалоемкость и т.п.) имеют тенденцию к минимизации для обеспечения большей эффективности инвестиций. Социальный критерий учитывает необходимость улучшения коммунально-бытовых условий труда, снижения затрат ручного труда, а также увеличения доходов в расчете на одного работающего. Экологический аспект ориентирует на минимизацию использования воздушных, водных и земельных ресурсов, как при осуществлении строительства, так и в эксплуатационный период (таблица 4.3).

Экономический эффект от инноваций представляет собой итог совместной деятельности науки и производства. Выступая как количественный измеритель общественной полезности, он используется для отбора проблем, подлежащих разработке, распределению ресурсов между научными темами и направлениями, разработки цен на научную продукцию, оценки деятельности научных коллективов и построения систем стимулирования.

Однако высокий годовой экономический эффект можно получить и при посредственной работе (без учета ресурсов). Новая техника должна давать наивысший конечный результат при наименьших затратах. Это и есть критерий определения результативности работы научных коллективов. следовательно, показателем отдачи затрат является экономическая эффективность науки, представляющая количественное отношение эффекта, полученного от внедрения научных идей в производство (т.е. инноваций), к совокупным затратам на их осуществление.

Показатели эффективности

Наименование	Условное обозначение	Критериальная Направленность
Экономические		
Фондоемкость, ден.ед.	Φ_e	$\Phi_e \rightarrow \min$
Материалоемкость, ден.ед.	M_e	$M_e \rightarrow \min$
Трудоемкость, чел	T_p	$T_p \rightarrow \min$
Сроки строительства, мес.	T	$T \rightarrow \min$
Капитальные вложения, ден.ед.	K_v	$K_v \rightarrow \min$
Социальные		
Численность работающих, чел	Ψ	$\Psi \rightarrow \min$
Производительность труда, ден.ед.чел	$\Pi_{тр}$	$\Pi_{тр} \rightarrow \max$
Обеспеченность жильем, м/чел.	\mathcal{J}	$\mathcal{J} \rightarrow \max$
Экологические		
Использование земли, га	\mathcal{Z}	$\mathcal{Z} \rightarrow \min$
Использование водных ресурсов, м ³	B_d	$B_d \rightarrow \min$
Использование воздушных ресурсов, м	B_3	$B_3 \rightarrow \min$

Представление о том, что любая научная работа должна быть рентабельной, является неправильной. Так, ФИ создают для научной работы необходимый теоретический задел. Попытка же экономии на теоретическом

заделе может привести к снижению уровня прикладной тематики. Связь с производством ФИ не является прямолинейной, так как воплощение идей в производстве отделено значительным временем лагом.

Одним из важнейших факторов экономической эффективности в условиях конкуренции будут минимальные сроки ввода объектов в эксплуатацию. Одним из путей достижения минимизации продолжительности инвестиционного цикла следует считать существенное уменьшение продолжительности проектно-изыскательских, строительно-монтажных работ и мероприятий по освоению мощностей.

Другим направлением повышения эффективности инвестиций считается экономия на стоимости земли путем применения рациональных объемно-планировочных решений (размещение на минимальной площади), использование участков земли не пригодного для сельского хозяйства. Комплекс экономических мероприятий, связанных с минимизацией затрат, зависящих от участников инвестиционного проекта, налогов, процентных ставок и других экономических рычагов, также является направлением повышения эффективности инвестиций.

Достижение максимальной прибыли при минимальных капитальных вложениях базируется на умелом использовании прогрессивной технологии, новой техники, рациональных объемно-планировочных решений, эффективных строительных материалов и других достижений НТП. Выбор форм воспроизводства основных фондов и мощностей позволит повысить эффективность инвестиций путем минимизации объемов нового строительства, а также оптимизации структуры и продолжительности работ по техническому перевооружению, реконструкции и расширению предприятий и объектов различного назначения.

Экономический расчет произведен для определения срока окупаемости комплексной модернизации котлов ПТВМ – 50. (на 13-мая 2014 года курс доллар США по центра банку за 1\$ составляет 2288,33 сўм)

Дано:

Вес труб 32,8 т

Цена труб 1857 долл. США/т

Цена газа 72 долл /м³ (1 м³ природного газа стоит 165,24 сўм за 1000 м³ составляет 165240 сўм)

Цена оборудования 160160 долл.США

Стоимость труб

$$C_{\text{тр}} = c_{\text{тр}} V_{\text{тр}} = 32,8 * 1857 = 60910 \text{ долл.США}$$

Иа – амортизационные отчисления 10% от капитальных затрат

$$Иа = (60910 + 160160) / 10 = 22107 \text{ долл.США}$$

Общие капитальные затраты на реконструкцию котла

$$C_{\text{рек}} = 2 * C_{\text{тр}} + C_{\text{об}} = 2 * 60910 + 160160 = 281980 \text{ долл.США}$$

Удельный расход удельного топлива на 1 Гкал

$$b_T = \frac{143}{\eta_k}, \text{ где } \eta_k - \text{КПД котла}$$

Экономия удельного расхода условного топлива на отпуск теплоты

$$\Delta b_T^y = \frac{143}{0,87} - \frac{143}{0,94} = 164,4 - 152,1 = 12,3 \text{ тут/1 Гкал}$$

Стоимость экономии газа

$$\Delta B_{\text{г}} = \Delta b_T^y * Q_{\text{ч}} * h_{\text{исп}} = 12,3 * 50 * 6500 = 3997,5 \text{ тут}$$

$$\text{Калорийный эквивалент } K_9 = \frac{Q_p^r}{Q_p^y} = \frac{8200}{7000} = 1,17$$

$$\Delta B_r^H = \frac{\Delta B_r^y}{K_9} = \frac{3997,5}{1,17} = 3417 * 10^3 \text{ м}^3$$

Стоимость сэкономленного газа

$$C_{\text{газа}} = c_r * \Delta B_r^H = 165,24 * 3417 * 10^3 = 564625 * 10^3 \text{ с\`ум}$$

$$C_{\text{газа}} / \text{курс долл.США} = 564625 * 10^3 / 2288,33 = 246741 \text{ долл.США}$$

Экономический эффект

$$\mathfrak{E} = C_{\text{газа}} - \text{Иа} = 246741 - 22107 = 224634 \text{ долл.США}$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_p}{\mathfrak{E}} = \frac{281980}{224634} = 1,25$$

что составляет приблизительно 1 год и 3 месяца.

Выводы

В результате предлагаемых технических решений модернизации газомазутных водогрейных котлов получен следующий эффект:

- Обеспечивается экономия топлива до 8 % в газовых котлах.
- Повышается надежность и долговечность конвективной поверхности нагрева и экранов примерно в 3 раза (ресурс до первой замены 100 тыс.ч.) – обеспечивается экономия разновременных затрат на ремонт и восстановление преждевременно исчерпавших ресурс поверхностей нагрева в базовом котле.
- Пропорционально экономии топлива заметно снижаются выбросы в атмосферу – экологический эффект.
- Срок окупаемости затрат составляет 1,3 (при условии реализации решений в полном объеме комплексной модернизации).
- В разделе экологии были рассмотрены вопросы защиты окружающей среды и выполнен расчет дымовой трубы.
- В разделе экономики был произведен технико-экономический расчет работы котельной на природном газе.
- Также в дипломном проекте были рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности обслуживающего персонала и приведено краткое описание схемы автоматики.

1. И.А.Каримов «Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана», Ташкент – «Узбекистан»-2009, С.-28.
2. Бойко Е.А. Котельные установки и парогенераторы (тепловой расчет парового котла): Учебное пособие. Красноярск: ИПЦ КЕТУ, 2005. 96 с.
3. Бойко Е.А. Котельные установки и парогенераторы. Учебное пособие. Красноярск: ИПЦ КЕТУ, 2005. 292 с.
4. Карауш, Сергей Андреевич. Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения: Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению "Строительство"/ А.Н. Хуторной. - Томск: Томский-строительный университет, 2003.- 161 с. : ил
5. Котельные установки и их обслуживание: производственно-практическое издание / Л.В. Деев, Н.А. Балахничев. - М. : Высш. шк., 1990. - 239 с. : рис., схем.
6. Котельные установки и их эксплуатация. Соколов Б.А. 2007 г.
7. Котельные установки и парогенераторы. Электронный учебник в 2-х частях.
8. Котельные установки промышленных предприятий. Тепловой расчет. Пак Г.В. 2002 г.
9. Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. Котельные установки и парогенераторы. Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2003, 592 стр.
10. Палей Е.Л. Проектирование котельных в секторе ЖКХ. Спб.: Изд-во «Газовый клуб», 2006. 175 с.
11. Тарасюк В.М. Эксплуатация котлов: практ. пособие для оператора котельной. М.: ЭНАС, 2008. 272 с.
12. Шатиль А.А. Расчетное исследование топочных устройств. СПб.: НПО ЦКТИ, 2003. 152 с.

13. Гидравлический расчёт котельных агрегатов. Нормативный метод
 \ Под ред. В.А. Локшина и др. - М.; Энергия,1991.-255с.
14. Тепловой расчёт котлов Нормативный метод, Санкт-Петербург,1998.
15. Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем - Паскарь Б.Л.
 2004г.
16. Теплогенераторы котельных - Фокин В.М. 2005г.

<http://www.rosteplo.ru/>

<http://www.vemiru.ru/>

<http://www.kotloprom.ru/>

<http://ru.wikipedia.org/>