

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Электронного обучения
Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Кафедра Атомных и тепловых электростанций

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Модернизация котельных установок путем замены котла на котлы нового поколения

УДК 621.182.002.5-048.35

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2А1	Кулаченко Василий Андреевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент кафедры АТЭС	К.Б. Ларионов	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель кафедры менеджмента	Н.Г. Кузьмина	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры экологии и безопасно- сти жизнедеятельности	М.В. Василевский	к.т.н., доцент		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель кафедры атомных и тепловых электростанций	М.А. Вагнер	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
атомных и тепловых электростанций	А.С. Матвеев	к.т.н., доцент		

Томск – 2017 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа _____ 70 _____ с., _____ 5 _____ рис., _____ 7 _____ табл., _____ 20 _____ источников, _____ прил.

Ключевые слова: КОТЕЛ, BOSCH, ГАЗ, ВОДА, ТОПЛИВО.

Цель работы – Представить расчет модернизации котельных установок на котлы нового поколения

В процессе исследования проводились: описание котельной, Расчет котла расчет котла, расчет экономичности котла.

В результате расчета расход топлива на котел значительно меньше и срок окупаемости порядка 2х лет.

Запланированные результаты обучения выпускника образовательной программы бакалавриата по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
P1	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе <i>на иностранном языке</i> , разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты <i>комплексной</i> инженерной деятельности.
P2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе <i>междисциплинарном</i> , с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных</i> инженерных задач.
P3	Демонстрировать <i>личную</i> ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения <i>комплексной</i> инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
P4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм.
P5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
P6	Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни</i> , непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P7	Применять <i>базовые</i> математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности <i>в широком</i> (в том числе междисциплинарном) контексте в <i>комплексной</i> инженерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
P8	Анализировать научно-техническую информацию, ставить, решать и публиковать результаты решения задач <i>комплексного</i> инженерного анализа с использованием <i>базовых и специальных</i> знаний, нормативной документации, современных аналитических методов, методов математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования.
P9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять <i>комплексные</i> инженерные проекты с применением <i>базовых и специальных</i> знаний, <i>современных</i> методов проектирования для достижения <i>оптимальных</i> результатов, соответствующих техническому заданию <i>с учетом</i> нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P10	Проводить <i>комплексные</i> научные исследования в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных, и их подготовку для составления обзоров, отчетов и научных

	публикаций с применением <i>базовых и специальных</i> знаний и <i>современных</i> методов.
P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности.
P12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами, использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
<i>Специальные профессиональные</i>	
P13	Участвовать в выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов теплоэнергетического производства, контролировать организацию метрологического обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
P14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планированию работы персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюдение технологической дисциплины.
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов.
P16	Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты, составлять заявки на оборудование, запасные части, готовить техническую документацию на ремонт, проводить работы по приемке и освоению вводимого оборудования.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 РЕКОНСТРУКЦИЯ КОТЛОВ	8
1.1 Типы и классификации котлов.....	8
1.2 Электрические водогрейные котлы: достоинства, недостатки и разновидности.....	13
1.3 Водогрейный котел серии BOSCH UNIMAT UT-N.....	16
1.4 Типы котлов UNIMAT UT-L и их мощности	18
1.5 Принцип действия отопительного котла.....	21
1.6 Обзор исполнений, отопительный котел UNIMAT UT-L	23
1.7 Внутренняя программа: «Перевооружение и модернизация».....	24
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	26
2.1 Структура предприятия.....	26
2.2 Внутренняя программа: «Перевооружение и модернизация»	33
2.3 Сравнительные показатели существующих и новых котлов, подробное описание оборудования котельной	35
3 РАСЧЕТ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ И КПД КОТЛА BOSCH	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	60
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	62

ВВЕДЕНИЕ

Реконструкция котельных - это полная или частичная замена изношенного котельного оборудования на новое, техническое совершенствование теплового источника, оптимизация работы системы в целях повышения эффективности работы установки, снижения эксплуатационных затрат и приведения котельной в полное соответствие современным требованиям.

Сегодня во всем мире остро стоит вопрос увеличения энергоэффективности использования энергии. К перерасходу топлива и высокой себестоимости отпускаемой тепловой энергии приводит использование устаревших моделей котлов - они очень изношены, не отвечают современным требованиям, и поэтому работают с низким КПД. В связи с этим возникла необходимость в реконструкции системы теплоснабжения и в первую очередь, отопительных котельных. Безусловно, замена старых котлов на современное оборудование под силу не всем. Однако выход из этой ситуации имеется. Он заключается не в замене всего котла, а во внедрении новых горелочных устройств, с уменьшением, при необходимости, их количества [1].

Длительная эксплуатация модернизированных котлов показала, что подобное усовершенствование приводит к снижению удельного расхода топлива, существенному сокращению выбросов CO и NOx, повышению надежности и регулируемости котлов.

В реконструкции нуждается огромное количество котельных, многие из которых были построены 20 - 40 лет назад. При том, что расчетный срок эксплуатации подобного оборудования составляет не более 15 - 25 лет. Устаревшее оснащение не отвечает современным требованиям, становится причиной частых поломок, приводит к увеличению расходов на ремонт и содержание котельных, что в свою очередь способствует повышению тарифов на теплоэнергию.

Комплексные работы по модернизации котельных позволят не только увеличить производительность, но избежать выхода оборудования из строя и аварийных ситуаций, которые могут за этим последовать.

В число работ по реконструкции котельных входят:

- разработка проекта реконструкции котельной;
- получение необходимых разрешений и согласований;
- демонтаж оборудования;
- полная или частичная замена основного и вспомогательного оборудования котельной;
- переоборудование котлов для сжигания различных видов топлива;
- переоборудование паровых котлов для работы в водогрейном режиме;
- переоборудование, направленное на увеличение экономичности котлов;
- изменение теплотехнической схемы трубопроводов;
- автоматизация и установка защит котлов и общекотельного оборудования, в соответствии с требованиями СНиП и других руководящих документов;
- запуск котельной после реконструкции с проведением пусконаладочных работ и режимно-наладочных испытаний;
- оформление исполнительной технической документации для сдачи объекта [2].

Выполнение работ по реконструкции котельной позволяет:

- увеличить и создать резерв тепловой мощности котельной;
- увеличить коэффициент полезного действия котельной путем замены устаревшего оборудования на новое с максимальным КПД;
- оптимизировать расход топлива;
- уменьшить расход электроэнергии, используя инновационные энерго-сберегающие технологии и оборудование;
- обеспечить необходимый водный режим работы котлов при низких затратах на химводоподготовку;
- снизить эксплуатационные расходы;
- сэкономить на обслуживании за счет сокращения обслуживающего персонала.

Прежде чем проводить комплекс мер по перестройке объекта, необходимо выполнить некоторые подготовительные работы. В первую очередь нужно поручить специалистам разработку подробного плана реконструкции котельной, в котором будут отражены все финансово-производственные нюансы предстоящей модернизации. Кроме того, в некоторых случаях возможно проведение замены оборудования и оптимизации тепловых путей без остановки основных мощностей котельной, что позволяет избежать потерь, связанных с простоем объекта [1].

1 РЕКОНСТРУКЦИЯ КОТЛОВ

1.1 Типы и классификации котлов

Котел - мощный стационарный водонагреватель, предназначенный для получения горячей воды или пара. Промышленные котлы - это отопительные системы, которые обладают высокими мощностями и вследствие этого большими размерами.

Обычно промышленные отопительные котлы - это громоздкие системы, которые устанавливаются в специализированных помещениях, отвечающим всем требованиям техники безопасности. Установка и обслуживание таких котлов осуществляется специализированными организациями.

Разделение котлов по теплоносителю (выходному продукту):

- котлы водогрейные.
- котлы паровые.

Паровые котлы предназначены для производства пара и по своему назначению делятся на:

- энергетические котлы, вырабатывающие пар, используемый в паровых турбинах для выработки электрической энергии. Подобные котлы используются на ТЭС и ТЭЦ в связке с турбогенераторами. Такая связка называется турбоагрегатом.

- промышленные котлы - вырабатывают пар для технологических нужд. Паровые котлы часто применяются в деревообрабатывающей отрасли для сохранения необходимой влажности в камерах, где проходит сушка ценных пород дерева, в медицине для стерилизации инструментов и спецодежды, в сельском хозяйстве при изготовлении комбикормов и т.д.

Промышленные котлы вырабатывают насыщенный пар, а энергетические перегретый. Насыщенным паром называют пар, который образовался в

процессе кипения и находится в динамическом равновесии с жидкостью, т.е пар имеет температуру кипения воды [3].

Насыщенный пар применяют, в частности, для подогрева «темных» нефтепродуктов (мазута, смазочных масел) при транспортировке их по трубам.

Водогрейный котёл предназначен для нагрева воды под давлением

Под давлением, обозначает, что кипение воды в котле не допускается: её давление во всех точках выше давления насыщения при достигаемой там температуре (практически всегда оно выше и атмосферного давления).

Водогрейные котлы применяются в основном для теплоснабжения на районных котельных и ТЭЦ. В последнем случае они обычно используются как пиковое оборудование в дни максимальных тепловых нагрузок, а также для резервирования тепла от отборов турбины.

Пиковый водогрейный котел устанавливается на ТЭЦ для дополнительного нагрева прямой сетевой воды сверх нагрева в сетевых подогревателях паровой турбины в холодное время года. Обычно этот нагрев осуществляется в пределах 100 - 150°C. Наиболее распространены в России, мощные пиковые водогрейные котлы марок ПТВМ и КВГМ различных модификаций.

По конструктивным особенностям паровые и водогрейные котлы делятся на:

- газотрубные;
- водотрубные.

Котёл газотрубный, паровой или водогрейный котёл, у которого поверхность нагрева состоит из трубок небольшого диаметра, внутри которых движутся горячие продукты сгорания топлива. Теплообмен происходит посредством нагрева теплоносителя (воды), который находится снаружи трубок.

По конструкции является противоположностью водотрубному котлу.

Газотрубные котлы вытеснены водотрубными котлами.

Котёл водотрубный - паровой или водогрейный котел, у которого поверхность нагрева (экран) состоит из кипяtilьных трубок, внутри которых

движется теплоноситель (вода). Теплообмен происходит посредством нагрева кипяtilьных трубок горячими продуктами сгорающего топлива. Различают прямоточные и барабанные водотрубные котлы.

Водотрубные паровые котлы по конструкции значительно сложнее газотрубных. Однако они быстро разогреваются, практически безопасны в отношении взрыва, легко регулируются в соответствии с изменениями нагрузки, просты в транспортировке и допускают значительную перегрузку.

Недостатком водотрубных котлов является то, что в их конструкции много агрегатов и узлов, соединения которых не должны допускать протечек при высоких давлениях и температурах. Кроме того, к агрегатам таких котлов, работающих под давлением, затруднен доступ при ремонте.

Все водогрейные котлы большой мощности - водотрубные, с наддувом воздуха вентиляторами

Водогрейные котлы разделяются по температурному уровню теплоносителя (температура воды на выходе):

- низкотемпературные котлы (температура до 115 °С);

Низкотемпературный режим работы является экономичным, но выставляет высокие требования к материалу, из которого изготовлен котел. При низких температурах в котле на его поверхностях кратковременно может образовываться конденсат, который может негативно воздействовать на поверхности, находящиеся в контакте с продуктами сгорания [4].

- котлы на перегретой воде (температура до 150 °С и выше).

Отопительные котлы, производящие перегретый пар, характеризует высокая эксплуатационная надежность, долгий срок службы, работа с пониженным уровнем шума и низкими выбросами вредных веществ, простое и удобное управление, быстрый монтаж, удобное техническое обслуживание.

Большинство промышленных водогрейных котлов производят горячую воду. В качестве исключения можно привести серию твердотопливных котлов, где температура воды на выходе из котла равна 95 °С.

По типу применяемого топлива котлы разделяются на:

- газовые котлы;
- жидкотопливные (дизельные) котлы;
- двухтопливные (газотопливные) котлы
- котлы на твердом топливе, для промышленных котлов это, в основном, уголь.

Газовые котлы - наиболее экономичные котлы на настоящее время. Имеют малый выброс вредных веществ в атмосферу и наиболее полное сгорание топлива.

Промышленные газовые котлы получили в России особое распространение. Это связано с тем, что стоимость газа намного меньше любого другого источника топлива. Кроме того, в нашей стране подача газа является постоянной, а это позволяет обходиться без построения отдельных хранилищ. Промышленные котлы, работающие на газе просты в обслуживании и эксплуатации, а уровень КПД у них самый высокий. Полностью автоматизированные, безопасные (уровень безопасности промышленного газового котла является сто процентным).

Таким образом, газовые котлы относятся к самым безопасным и надежным. Котлы на других видах топлива обычно применяются, в случаях, когда доставка газа затруднительна или его использование является слишком дорогим.

Жидкотопливные (дизельные) котлы очень близки по производительности к газовым. Разница только в том, что жидкотопливный котел работает на дизельном топливе, которая бывает «летней» и «зимней»).

Дизельное топливо широко используется по всему миру в качестве либо основного, либо резервного. В Московском энергетическом комплексе дизельное топливо используется как резервное.

Двухтопливные (газо-мазутные) котлы, которые работают на твердом топливе, и со сменными горелками, могут работать на газе или на дизельном топливе.

Котлы на твердом топливе - промышленные котлы на твёрдом топливе в ряде случаев являются единственным видом отопительного оборудования, которое может быть применено на том или ином производстве. Особенно это касается отдалённых регионов, где газ или электроэнергия являются дорогостоящими.

Уголь является наиболее дешевым и легкодоступным топливом. Тем не менее, он никогда не был оптимальным топливом для тепловых и электростанций. Удельное содержание энергии на единицу веса (т. е. теплотворная способность) у угля ниже, чем у нефти или природного газа. Его труднее транспортировать, и, кроме того, сжигание угля вызывает целый ряд нежелательных экологических последствий, в частности выпадение кислотных дождей.

Поэтому во всем мире давно существует тенденция заменять уголь на природный или газогенераторный газ.

Перевод паровых котлов в водогрейный режим.

Промышленные паровые котлы (мощностью 1 - 40 МВт) можно переоборудовать в водогрейные, это целесообразно, когда у котлов уже закончился расчетный срок службы, и потребителям не нужна высокая температура теплоносителя, паровые котлы переводятся на водогрейный режим с максимальной температурой подогрева воды 115°C. Реконструкция котла гораздо дешевле строительства нового водогрейного [11].

При этом основная часть поверхностей нагрева котла сохраняется, но порядок их включения по воде изменяется. Котёл может быть переведён на любую из вышеназванных схем циркуляции; при этом барабан заполняется водой доверху, часто в него помещаются перегородки или какие-либо распределительные устройства; экономайзер может быть переключён по сетевой воде параллельно или последовательно бывшей испарительной поверхности.

Преимуществом такого подхода является то, что существенно упрощается эксплуатация котельных за счет вывода из работы всего парового контура, а также упрощения эксплуатации самих котлов, экономичность котлов и расчетная тепловая мощность не снижаются (а при понижении температуры теплоносителя экономичность может и существенно возрасти) [4].

К недостаткам можно отнести то, что при работе котла на сетевой воде низкого качества он может быстро засориться (нужны фильтры). Котёл на переменных режимах (при различных нагрузках) ведёт себя менее стабильно, чем соответствующий водогрейный, в некоторых схемах из-за этого котёл быстро выходит из строя. мощность котла меньше, чем у стандартного водогрейного той же площади.

1.2 Электрические водогрейные котлы: достоинства, недостатки и разновидности

Электрический котел необходим для обогрева помещения. Сегодня они с успехом используются не только в жилых домах, но также и в заводских и промышленных помещениях.

Однако, для того, чтобы электрический котел приносил максимальную пользу, работал по-настоящему результативно, исключительно важно правильно подойти к его выбору. Место расположения, специфические особенности помещения, в котором планируется установка - вот обязательные условия, учитывать которые необходимо, приобретая водяной котел.

Электрический водонагреватель имеет множество достоинств, выгодно отличающих их от других аналогичных приспособлений, используемых для аналогичных целей. Они имеют достаточно низкую стоимость, затраты на монтаж незначительны, они безопасны в использовании и не требуют для себя отдельного помещения. Монтировать дымоход для электрических котлов не нужно; они экологичны и бесшумны, а их эксплуатация проста.

Особенности конструкции:

Устройство электрического водогрейного котла довольно несложно; к числу его главных элементов относятся теплообменник, в состав которого, в свою очередь, входят бак, к которому прикреплены электронные нагреватели, а также специальный блок регулирования и управления. Большинство фирм-производителей также дополняют произведенные котлы встроенным фильтром, предохранительным клапаном, расширительным баком и циркулярным насосом.

Электрические водогрейные котлы, производимые на сегодняшний день, производятся двух основных видов - двухфазные (220 В) и трехфазные (380 В). В качестве основного критерия различия выступает мощность использованного оборудования - для трехфазных котлов она составляет не менее 12 кВт. Котлы, мощность которых составляет около 6 кВт, выпускаются, главным образом, многоступенчатыми. Объясняется это тем, что конструкция подобного типа позволяет максимально рационально использовать вырабатываемую котлом энергию. А также регулировать её, при необходимости уменьшая мощность (например, в осенний период или весной). Приобретение электрического котла также позволяет существенно сэкономить, поскольку от покупателя требуется оплата исключительно самого котла. Жидкотопливный котел, помимо этого, требует покупку емкости для хранения самого топлива, навесной горелки. Это увеличивает стоимость котла в среднем в два с половиной раза.

Стоит также отметить, что установка электрического котла также стоит значительно дешевле, чем какого-либо другого водонагревательного оборудования. Корпус электрического котла содержит в себе достаточно много элементов, служащих для управления его работой, а также обеспечения его безопасной эксплуатации. Это значительно уменьшает стоимость электрического водогрейного котла, делая ее значительно ниже монтажа жидкотопливного котла, работающего от навесной горелки (предусматривающей установку специального бака для топлива и монтажа дымовой трубы).

Обслуживание электрического котла значительно проще, чем за жидкотопливным. Его не нужно постоянно чистить или обслуживать каким бы то ни было образом (стоит учесть, что суммарная стоимость всех этих процедур составляет не менее нескольких тысяч долларов в год). Существенные трудности в обращении с твердотопливным котлом также создает и необходимость регулярно заказывать подвоз топлива, поддерживающего его работу. Электрический котел удобен также тем, что он не создает каких-либо посторонних запахов во время работы, что снимает необходимость установки дымовой трубы. Это также является значительным достоинством, которым характеризуется электрический котел. Накопитель электрического водонагревателя, тем не менее, имеет и ряд ограничений к использованию.

Одним из главных факторов, существенно ограничивающих возможность использование электрических водогрейных котлов, является невозможность выделения необходимого количества киловатт электроэнергии для поддержания работы аппаратуры на должном уровне на всех участках использования. Подсчеты позволяют установить, что для отопления десяти квадратных метров площади помещения, высота потолков которого равна приблизительно трем метрам, требуется не менее одного кВт энергии. Стоимость электроэнергии по-прежнему остается довольно высокой, а в электроснабжении наблюдаются частые перебои [3].

Перебои с подачей электропитания довольно часто являются причиной необходимости использования резервного твердотопливного котла в паре с электрическим. Важным моментом также является то, что установка котлов в городах с жесткими нормами экологической безопасности именно электрические котлы представляют собой оптимальный вариант благодаря своей безопасности, превосходя даже газовое оборудование.

Подводя итог, стоит отметить, что к числу основных достоинств электрических водонагревательных котлов относятся легкость и компактность, простота в монтаже и использовании, возможность экономии пространства, без-

опасность в эксплуатации, отсутствие необходимости в дымоходе. Они экологичны, не требуют особого ухода, не создают посторонних запахов и выбросов. Простое устройство чаще всего бывает укомплектовано теплообменником, блоком управления и достаточно часто - специальным циркуляционным насосом, фильтром, предохранительным баком и циркуляционным насосом.

Промышленные электрические котлы в большинстве случаев имеют мощность, превышающую 135 кВт. Они могут быть подключены одновременно к двум линиям питания, способными оставаться независимыми и работать в автономном режиме. Подключение такого типа является более надежным, поскольку оно позволяет для работы силовые провода, обладающие меньшим сечением.

Каждый из типов предоставляемых предприятиями промышленных котлов дополняется выносными пультами, регулирующими нагрев (в некоторых случаях аналогичные функции выполняют шкафы автоматики). Другие характеристики котлов регулируются в зависимости от особенностей отапливаемого помещения, а также пожеланий и предпочтений заказчика. Специальные микропроцессоры регулируют температурные режимы оборудования, не позволяя ему переходить верхнюю границу.

1.3 Водогрейный котел серии BOSCH UNIMAT UT-N

Водогрейный котел серии UNIMAT UT-N представляет собой компактную жаротрубную конструкцию.

Предназначен для получения горячей воды с высокими параметрами. Максимальная допустимая температура 260 С, давление до 30 бар.

Диапазон мощностей: от 0.65 до 19,2 мВт

Размеры жаровой трубы, группы дымогарных труб и водного объема оптимизированы термодинамически.

Допускается работа с любым типом горелок, в том числе с низким NOx. Данные котлы характеризуются интенсивной циркуляцией воды и быстрой теплопередачей, а также стабильной работой на любых нагрузках.

Простое управление водогрейных котлов BOSCH UNIMAT UT-N

- Адаптация регулировочных функций в зависимости от применения
- Простая настройка всех функций системы управления
- Возможно расширение комплектации системы управления дополнительными модулями

Работа с пониженным уровнем шума и низкими выбросами вредных веществ

- Низкие выбросы вредных веществ благодаря организации прохода продуктов сгорания по трехходовому принципу и наличию низкоэмиссионной газовой или дизельной горелки [5]

- Существенно снижены шумы в рабочем режиме благодаря звукопоглощающей подставке под котел, шумоглушителю дымовых газов и звукопоглощающему кожуху горелки (дополнительная комплектация)

BOSCH UNIMAT UT-L - серия трехходовых промышленных котлов мощностью от 0,65 до 19,2 мВт.

Котлы универсальны, могут использовать в виде топлива природный газ, дизельное топливо или мазут.

Современные трехходовые промышленные котлы BOSCH UNIMAT UT-L обладают рядом преимуществ, среди которых эффективная теплоизоляция (толщиной 10 см) и высокий номинальный КПД (до 98% без теплообменника отработанных газов, до 105 % при использовании конденсационного теплообменника), возможность использования при низких температурах обратного потока котловой воды (от 50 °С) и при высоком допустимом перепаде температур (до 50°С) [4].

Котлы совместимы со всеми типами горелочных устройств, а также не имеют обязательного значения минимальной нагрузки горелки для обеспечения

сухости дымовых газов. Оптимальный подбор горелки позволяет минимизировать потребление топлива и увеличить экологичность. Благодаря отсутствию турбулизаторов в дымогарных трубах, улучшается прохождение горячих газов, что приводит к оптимальному температурному режиму котла. Простота и удобство обслуживания котла обеспечиваются полностью открываемой фронтальной дверцей, наличием площадки обслуживания, а также низкой температурой внешней части теплоизоляции [5].

1.4 Типы котлов UNIMAT UT-L и их мощности

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. «BOSCH» предлагает данные котлы с мощностью в диапазоне от 650 до 19 200 кВт.

Котлы рассчитаны на производство теплоносителя низкого давления с максимальной температурой 115 °С (температура срабатывания предохранительного ограничителя нагрева) в системах отопления, отвечающих требованиям стандарта. Существуют котлы с предохранительным давлением 6 бар, 10 бар и 16 бар. (рисунок 1.1; 1-2.)



Рисунок 1.1 - Отопительный котел UNIMAT UT-L без теплообменника

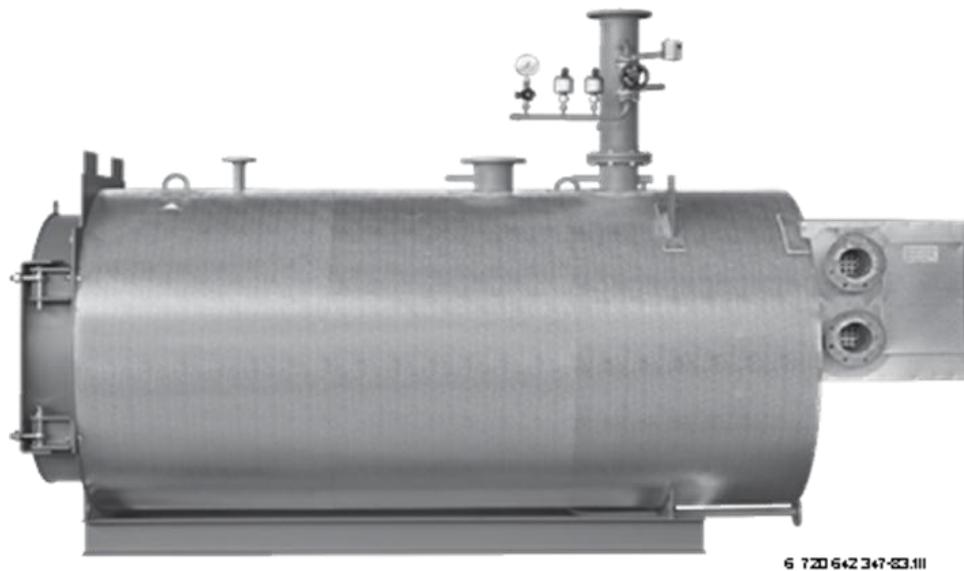


Рисунок 1.2 - Отопительный котел UNIMAT UT-L с теплообменником или конденсационным теплообменником

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 больницы, заводские установки, теплоцентрали, ТЭЦ и промышленные предприятия.

Признаки и отличительные особенности:

- Принцип трехходового прохождения продуктов сгорания.

Благодаря технике трехходового прохождения продуктов сгорания в отопительных котлах UNIMAT UT-L достигается исключительная теплопередача.

- Оптимальный температурный режим.

Котлы имеют большую по размерам площадь дополнительно подключенной двухрядной поверхности нагрева во втором проходе. Углубленная, полностью омываемая водой поворотная камера горячих газов обеспечивает очень низкий уровень температур в передней зоне движения продуктов сгорания от второго к третьему ходу. За счет этого значительно снижается термическая нагрузка на дверь. [5]

- Компактная конструкция.

Компактная конструкция котла стала возможной благодаря симметрично расположенным вокруг топочной камеры дополнительным поверхностям нагрева. Тем самым они имеют небольшой вес и не требуют много места для установки. Дверь с горелкой может навешиваться, по желанию, как справа, так и слева.

- Экологичность и малотоксичность.

Использование трехходовой схемы движения продуктов сгорания и наличие охлаждаемой при помощи воды топочной камеры создают идеальные предпосылки для эксплуатации с низкими выбросами вредных веществ, особенно в сочетании с настроенной в соответствии с котлом, современной горелкой. Котел UNIMAT UT-L с особенно большими топками соответствуют самым взыскательным требованиям относительно выброса вредных веществ, даже при сжигании жидкого топлива.

- Экономичность.

В зависимости от температуры теплоносителя и нагрузки на котел достигается очень высокий коэффициент полезного действия. Потери от излуче-

ния отопительного котла ничтожно малы, а полное использование возможностей регулирования горелки обеспечивает хороший коэффициент полезного действия при частичной нагрузке.

- Эксплуатационная надежность.

Благодаря оптимизированной конструкции топочной камеры и системе распределения воды отопительный котел UNIMAT UT-L показывает высокую надежность и безопасность эксплуатации. За счет малого объема воды в котле достигается быстрый разогрев. Поэтому точка росы на стадии разогрева преодолевается быстро.

- Равномерное распределение весовой нагрузки.

Для равномерного распределения весовой нагрузки отопительный котел имеет в основании раму из швеллера. Если пол в котельной ровный, то под котел не требуется дополнительный фундамент.

- Простота технического обслуживания

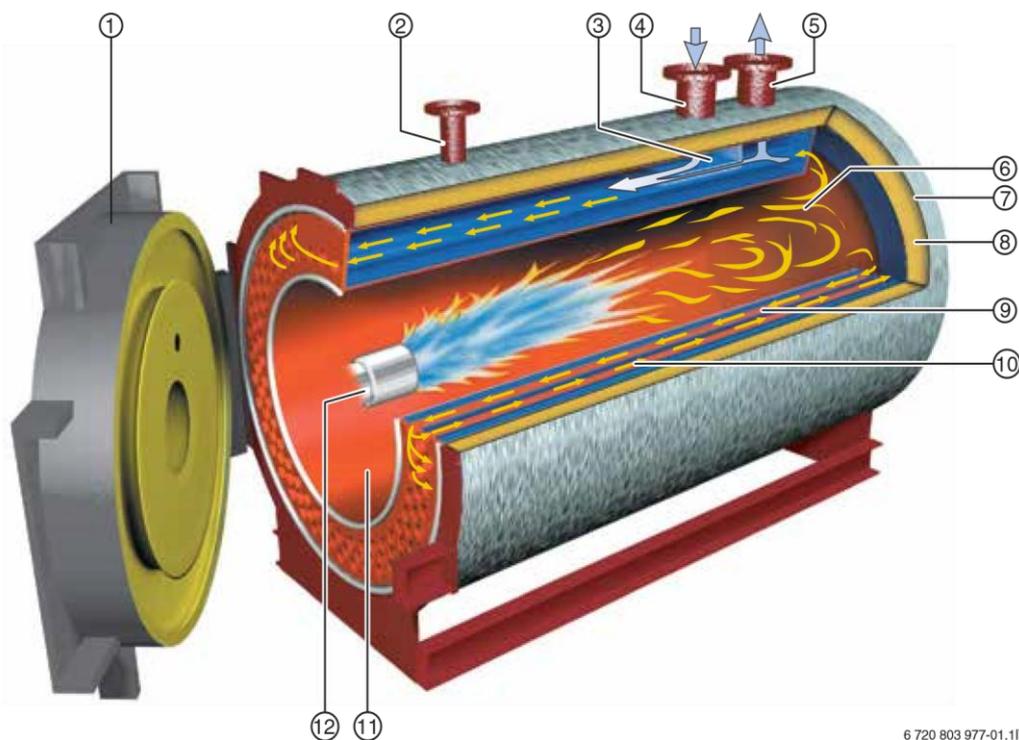
Фронтальная дверь котла полностью откидывается и легко открывается даже с установленной на ней горелкой. При открытой двери обеспечивается удобный доступ к топочной камере и дополнительным поверхностям нагрева для их быстрой и удобной очистки. Через топочную камеру можно осмотреть поворотную камеру.

1.5 Принцип действия отопительного котла

Во всех отопительных котлах UNIMAT UT-L под штуцером обратной линии встроен направляющий элемент для воды. Здесь за счет воды, быстро устремляющейся назад из обратной линии, происходит смешивание более теплой котловой воды с более холодной обратной водой. Целенаправленная подпитка воды в обратной линии приводит к очень хорошему потоку внутри всего объема котла. За счет плавных перепадов температур в котловом блоке происходит исключительно равномерное распределение температур внутри всего

котла. Такой проток воды в котле обеспечивает надежный и сухой режим работы с минимальной температурой обратной линии всего лишь 50 °С.

В конструкции котла используется метод трехходового прохода по принципу противотока в теплообменниках. Вместе с эффективным конструктивным решением поверхностей нагрева это позволяет достичь низких эмиссий



вредных веществ и высокого выхода энергии. Отопительный котел UNIMAT UT-L достигает высокого стандартизированного. [6]

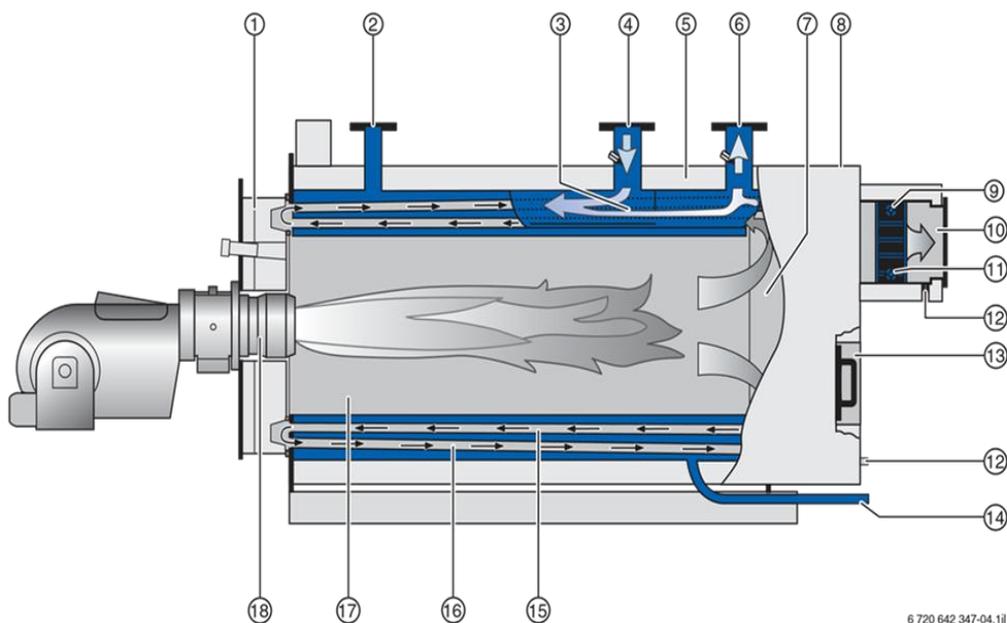
1 - дверь под горелку; 2 - штуцер под предохранительный клапан; 3 - система распределения воды; 4 - обратная линия; 5 - подающая линия; 6 - поворотная камера горячих газов; 7 - алюминиевый защитный кожух; 8 - высокоэффективная изоляция без тепловых мостиков; 9 - первая дополнительная двухрядная поверхность нагрева (второй ход); 10 - вторая дополнительная поверхность нагрева (третий ход); 11 - топочная камера (первый ход); 12 - труба горелки.

Рисунок 1.3 - Изображение принципа действия отопительного котла UNIMAT UT-L в разрезе

1.6 Обзор исполнений, отопительный котел UNIMAT UT-L

Принцип действия отопительного котла UNIMAT UT-L с теплообменником дымовых газов (рисунок 1.4)

Традиционный отопительный котел UNIMAT UT-L может быть оборудован теплообменником дымовых газов для увеличения коэффициента полезного действия или экономии расхода топлива. Теплообменник дымовых газов может поставляться в интегрированном (монтируется в зону коллектора дымовых газов) или отдельно стоящем (для установки за котлом) виде. При этом можно выбирать между исполнением теплообменника с трубами из оцинкованной стали (ЕСО 7; без применения техники максимального использования теплоты сгорания топлива) и исполнением труб теплообменника из нержавеющей стали (ЕСО 6; с применением техники максимального использования теплоты сгорания топлива). Вообще, теплообменник сконструирован для блочной сборки. Благодаря этому для соответствующего объекта индивидуально определяются наиболее подходящие размеры теплообменника, а в случае необходимости и количество теплообменников.



1 - Дверь под горелку; 2 - Штуцер под предохранительный клапан; 3 - Система распределения воды; 4 - Обратная линия; 5 - Высокоэффективная изоляция без тепловых мостиков; 6 - Подающая линия; 7 - Поворотная камера го-

рячих газов; 8 - Алюминиевый защитный кожух; 9 - Подающая линия теплообменника; 10 – Теплообменник; 11 - Обратная линия теплообменника; 12 - Штуцер для конденсата; 13 - Контрольный люк; 14 - Подключение для слива воды; 15 - Первая дополнительная двухрядная поверхность нагрева (второй ход); 16 - Вторая дополнительная поверхность нагрева (третий ход); 17 - Топочная камера (первый ход); 18 - Труба горелки.

Рисунок 1.4 - Принцип действия отопительного котла UNIMAT UT-L с теплообменником дымовых газов

В случае эксплуатации теплообменника на дымовых газах, полученных от сжигания жидкого топлива (с высоким содержанием серы), необходимо следить за соответствующей минимальной температурой воды на входе в теплообменник дымовых газов, равной 60 °С, для защиты теплообменника от коррозии, вызванной дымовыми газами. При использовании жидкого топлива температура воды на входе в теплообменник может быть поднята до минимально допустимого значения посредством добавления уже подогретой воды с помощью опционального регулирующего устройства со стороны водяного контура. Если в случае использования жидкого топлива температура воды на входе в теплообменник не может быть поднята до минимально допустимого значения, в теплообменниках со встроенным байпасом дымовых газов их общий поток, поступающий из котла, отводится с помощью регулирующей арматуры мимо теплообменника. Система регулирования температуры дымовых газов поставляется как опция за дополнительную плату [6].

1.7 Внутренняя программа: «Перевооружение и модернизация».

В основу дипломного проекта было взято предприятие «Бёмер-Арматура», на котором была проведена внутренняя программа: «Перевооружение и модернизация» котельной, путем замены котла.

Основной целью проведенной программы была модернизация отопительного оборудования в соответствии с действующими экологическими стандартами по выбросам, а также в целях уменьшения затрат на содержание котельной.

Оборудование, первоначально установленное на заводе «Бёмер-Арматура» двухходовые Котлы Logano в течение 15 лет обеспечивали теплом завод в Германии, в городе Шпрокхёфель, откуда были поставлены, будут заменены на аналогичные котлы BOSCH UNIMAT немецкого производства. Решение о реконструкции местной котельной было принято в апреле 2015 г.

В результате реконструкции котельной планировалось увеличить мощность котельной, путем замены котла Logano SK-725(1070 кВт.) на котел мощностью 1350 кВт. без перестройки помещения котельной и без замены дымовой трубы. К установке был принят котел BOSCH UNIMAT - UT-L 10 (1350 кВт) как соответствующий по мощности, имеющий высокое качество, приемлемую стоимость и компактные размеры в плане котельного зала, поскольку площади увеличивать не планировалось.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Структура предприятия

На сегодняшний момент здесь на производственной площади завода «Бёмер-Арматура» в 7.500 м² производятся цельносварные шаровые краны специально для стран СНГ. Территория имеет богатый запас места для будущих ступеней постройки [7].

Предприятие состоит из производственной из административно-бытовых блоков. Административно-бытовая часть состоит из двух двухэтажных блоков.

В первом блоке расположены административные помещения, производственный отдел, конференц-зал (кабинет видео презентаций), технический отдел, серверная, кабинет директора, кабинет начальника производства, кабинет менеджера по качеству, отдел снабжения, экономический отдел, санитарные узлы, конференц-зал.

Второй блок состоит из бытовых помещений рабочего персонала, душевые и раздевалки для рабочего персонала, а также технических помещений: где располагается котельная: в котельной находится: электрощитовая, водомерный узел, помещение где установлено оборудование приточно-вытяжной вентиляции.

Производственная часть состоит из трех блоков - (3, 4, 5).

В 3-м блоке производственной части находится:

1) Автоматическая сварочная машина под флюс, при этом способе сварки электрическая дуга горит между концом электродной (сварочной) проволоки и свариваемым металлом под слоем гранулированного флюса. (см. рисунок 2.1) Сварочный ток, переменный или постоянный прямой или обратной полярности от источника подводится скользящим контактом к электродной проволоке и постоянным контактом к изделию. Сварочная дуга горит в газовом пузыре, образованном в результате плавления флюса и металла и заполненном

парами металла, флюса и газами. По мере удаления дуги расплавленный флюс при остывании образует шлаковую корку, которая легко отделяется от поверхности шва. Флюс засыпается впереди дуги из бункера слоем толщиной 40-80 и шириной 40-100 мм (чем больше толщина свариваемого металла и ширина шва, тем больше толщина и ширина слоя флюса). Масса флюса, идущего на шлаковую корку, обычно равна массе расплавленной сварочной проволоки. Не расплавившаяся часть флюса собирается специальным устройством рециркуляции в бункер и повторно используется. Потери металла на угар и разбрызгивание при горении дуги под флюсом значительно меньше, чем при ручной дуговой и сварке в защитных газах. Расплавленные электродный и основной металлы в сварочной ванне перемешиваются и при кристаллизации образуют сварной шов.

В промышленности преимущественное применение находит способ сварки проволочными электродами (сварочной проволокой). Однако в некоторых случаях сварку и особенно наплавку целесообразно выполнять ленточными или комбинированными электродами. Лента, применяемая для этих электродов имеет толщину до 2 мм и ширину до 40 мм. Дуга, перемещаясь от одного края ленты к другому, равномерно оплавляет ее торец и расплавляет основной металл. Изменяя форму ленты, можно изменить и форму поперечного сечения шва, достигая повышенной глубины проплавления по его оси или получая более равномерную глубину проплавления по всему сечению шва. Ленточный электрод целесообразно использовать при сварке корневых швов стыковых соединений на весу при зазорах свыше 1 мм, при сварке последних слоев широкой части разделки, при сварке толстого металла. При сварке корневых швов по отношению к оси стыка лента может располагаться под углом от 30° до 90° в зависимости от зазора между кромками.

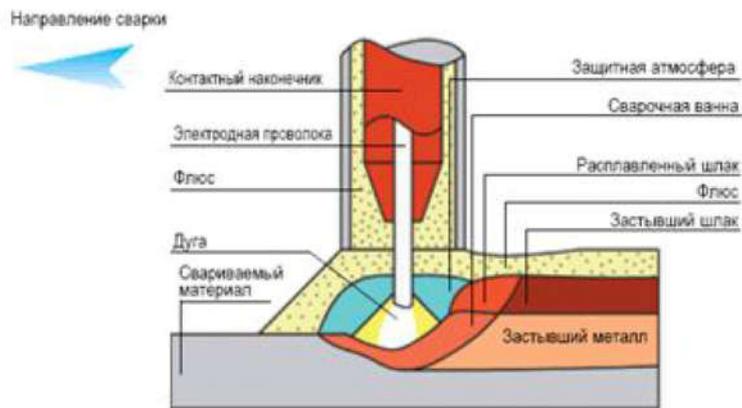


Рисунок 2.1 - Схема сварки электрической дугой.

Наиболее часто сварку ведут одним электродом или одной дугой. Для расширения технологических возможностей способа и повышения производительности сварки можно использовать две одновременно горящие дуги и более. При двухэлектродной сварке (сварке сдвоенным, расщепленным электродом) применяют две электродные проволоки, одновременно подаваемые в зону сварки обычно одним механизмом подачи. Питание дуг сварочным током производится от одного источника. При расстоянии между электродами до 20 мм две дуги горят в одном газовом пузыре, образуя единую сварочную ванну, электроды могут располагаться поперек, вдоль стыка кромок или занимать промежуточное положение. В первом случае возможна сварка при увеличенных зазорах в стыке между кромками, при сварке отдельных слоев многослойных швов, при наплавке. При последовательном расположении электродов глубина проплавления увеличивается.

Преимущества: Производительность по сравнению с ручной сваркой увеличивается в 5-12 раз. При сварке под флюсом ток по электродной проволоке проходит только в ее вылете (место от токоподвода до дуги). Поэтому можно использовать повышенные (25-100 А/мм²), по сравнению с ручной дуговой сваркой (10-20 А/мм²), плотности сварочного тока без опасения значительного перегрева электрода в вылете в отслаивания обмазки, как в покрытом электроде. Использование больших сварочных токов резко повышает глубину про-

плавления основного металла. И появляется возможность сварки металла повышенной толщины без разделки кромок. При сварке с разделкой кромок уменьшается угол разделки и увеличивается величина их притупления, т. е. уменьшается количество электродного металла, необходимого для заполнения разделки. Металл шва обычно состоит приблизительно на 2/3 из переплавленного основного металла (при ручной дуговой сварке соотношение обратное). В результате вышесказанного растут скорость и производительность сварки. Под флюсом сваривают металл толщиной 6-60 мм при скорости однодуговой сварки до 0,07 км/ч. Применение многодуговой сварки позволяет повысить ее скорость до 0,3 км/ч [8].

Высокое качество металлов шва и сварного соединения достигается за счет надежной защиты расплавленного металла от взаимодействия с воздухом, его металлургической обработки и легирования расплавленным шлаком. Наличие шлака на поверхности шва уменьшает скорость кристаллизации металла сварочной ванны и скорость охлаждения металла шва. В результате металл шва не имеет пор, содержит пониженное количество неметаллических включений, улучшение формы шва и стабильности его размеров, особенно глубины проплавления, обеспечивает постоянные химический состав и другие свойства по всей длине шва. Сварку под флюсом применяют для изготовления крупногабаритных резервуаров, строительных конструкций, труб и т.д. из сталей, никелевых сплавов, меди, алюминия, титана и их сплавов.

Экономичность процесса определяется снижением расхода сварочных материалов за счет сокращения потерь металла на угар и разбрызгивание (не более 3 %, а при ручной сварке достигают 15%), отсутствием потерь на огарки. Лучшее использование тепла дуги при сварке под флюсом по сравнению с ручной сваркой уменьшает расход электроэнергии на 30-40 %, повышению экономичности способствует и снижение трудоемкости работ по разделке кромок под сварку, зачистке шва от брызг и шлака. Сварка выполняется с применением специальных автоматов. Условия работы позволяют сварщику обходиться без

щитков для защиты глаз и лица. Повышаются общий уровень и культура производства.

2) Большой испытательный стенд, для испытания шаровых кранов на гермитичность, DN 400-1000 мм. предназначенный для испытаний на прочность, утечку, герметичность затвора приварных безфланцевых шаровых кранов DN 400-1000 мм., фланцевых шаровых кранов, фланцевых и безфланцевых задвижек, клапанов DN 50...1400 мм. Испытание проводится без осевого воздействия на корпус крана, с уплотнением по наружным или внутренним цилиндрическим проточкам (по требованию заказчика допускается осевое воздействие, с поджатием испытательным давлением). Сводится к минимуму количество ручного труда. Стенд оснащен пневмоприводом передвижения силовой траверсы и силового винта. Стенд быстро настраивается под строительную длину арматуры за счет наличия траверсы с электроприводом. Прост и удобен в управлении.

- опрессовка корпусных элементов теплообменного и емкостного оборудования
- испытание трубопроводов на прочность и герметичность
- настройки и гидравлические испытания предохранительной арматуры на прочность и герметичность

3) Автоматическая сварочная машина (которая была изготовлена по индивидуальному заказу) компанией OERLIKON, процесс сварки происходит под слоем флюса, одновременно варит два кольцевых шва. Данный аппарат сводит к минимуму человеческий фактор, чем обеспечивает высококачественное соединение шаровых кранов

4) Покрасочная кабина для шаровых кранов. Большая пескоструйная обработка поверхности кранов, данная обработка является крайне эффективным и высококачественным методом для стирания металлических материалов. Ни одна другая обработка не обеспечивает лучшей подготовки или такой же тщательной очистки. Начав обработку с тщательной пескоструйной очистки, мож-

но проверить и получить отличную поверхность для последующих типов обработки. Это способствует адгезии других материалов и закреплению покрытия на поверхности детали.

В 4-м блоке находятся сварочные станки, источники питания механизированной сварки в среде защитного газа. Механизированная сварка осуществляется сварочными полуавтоматами, обеспечивающими автоматическую подачу электродной проволоки и других сварочных материалов в зону плавления, при этом перемещение дуги вдоль свариваемого изделия осуществляется сварщиком вручную. Полуавтоматы для сварки изготавливаются в соответствии с ГОСТ 18130-79*Е (табл. 26) и имеют следующие обозначения: вида изделия (ПД); способа защиты зоны дуги (Г - для сварки в среде активных защитных газов; И - в среде инертных защитных газов; У - в среде активных и инертных защитных газов; О - открытой дугой; Ф - под флюсом); номинальный сварочный ток в сотнях ампер; номер модификации; вид климатического исполнения и размещения соответственно по ГОСТ 15150-69* и ГОСТ 15543-70*; напряжение питающей сети в вольтах; технических условий на оборудование.

Источники питания аргонодуговой сварки:

Основной разновидностью сварки в инертных газах является аргонодуговая сварка. Для защиты используют аргон 1, сварку выполняют вольфрамовым 2 (3 - зажимная чанга) или плавящимся электродом, без подачи или с подачей присадочной проволоки 5, на постоянном или переменном токе [9].

Наиболее распространенный способ защиты зоны сварки от влияния воздуха - это газовая защита, когда защитный газ подается в сопло 4 сварочной горелки.

Как защитный газ выбран аргон. Аргон не вступает в химическую реакцию с металлами, не растворяется в них, создает надежную защиту, оттесняя воздух от зоны сварки. В среде аргона наблюдается повышенная подвижность электронов, вследствие чего дуга легче возбуждается.

Горение дуги в гелии происходит при более высоком напряжении (в 1,4-1,7 раза больше, чем в аргоне). Это требует применения для питания дуги источников с повышенным напряжением холостого хода.

При сварке с плавящимся электродом (MIG - Metal Inert Gas) электрод изготавливают из материала приблизительно того же состава, что и металл, который сваривают. При сварке неплавящимся электродом в качестве электрода обычно используют вольфрамовые стержни (WIG - Wolfram Inert Gas), реже - угольные и графитовые [9].

Вольфрам имеет высокую температуру плавления и кипения (3380 и 59000 С° соответственно), высокую термоэлектронную эмиссию, высокую коррозионную и эрозионную стойкость, достаточную механическую прочность.

Для повышения стойкости и электронной эмиссии в вольфрамовые электроды прибавляют присадки в виде оксида тория, лантана, итрия, циркония.

А также сварочные автоматы в защитном газе, и сварочный автомат под флюс токарные станки, склад готовой продукции, склад комплектующих, участок сборки. Пескоструйные, покрасочные кабины, Испытательный стенд, грузоподъемные механизмы.

В 5-м блоке находится участок упаковки и участок мерных заготовок:

Ленточнопильный станок по дереву предназначен для продольного поперечного и криволинейного пиления пиломатериалов, изделий из дерева, изделий из отходов древесины - ДСП, МДФ и других материалов. Ленточнопильные станки позволяют качественно с высокой точностью распиливать широкие детали (более 100мм) и большие по толщине (от 30мм) на несколько тонких «ламелей», при этом ленточная пила существенно снижает количество опилок, образующихся при пилении.

Размеры: длина x ширина x высота- 834 x 639 x 1.860 мм

Опорная поверхность- 536 x 640 мм

Рабочая высота без нижней части станины- 925 мм

Область поворота распилочного стола- 0 - 20°

Высота реза- 280 мм

Ширина прохода- 440 мм

Скорость реза- 408/965 м/мин

Длина пильной ленты-3.380 мм

Ширина пильной ленты 6- 25 мм

Номинальная потребляемая мощность- 1,9 кВт

Отдаваемая мощность- 1,5 кВт

Вес-133 кг

Форматно-раскроечные станки Altendorf, модель F 45 ElmoDrive:

В блоке управления F 45 ElmoDrive используются самые современные комплексные технологии, разработанные для форматно-раскроечных круглопильных станков. Экран, который расположен на уровне глаз, обеспечивает удобство в обслуживании, обзор, практичность и эргономику работы. 12-дюймовый сенсорный экран обеспечивает комфортное использования всех функций: калькулятор, геометрические формы, косой срез и управление инструментом. Блок управления F 45 ElmoDrive позволяет управлять всеми осями при помощи сервопривода и наклонять пильный агрегат в обе стороны. Для удобного и эффективного процесса работы оператора, в нижней части экрана расположены часто используемые функции (функция рабочего стола). F 45 ElmoDrive - единственный блок управления, который работает с программой оптимизации. F 45 ElmoDrive – современная высокотехнологичная разработка в области управления круглопильными станками. Для работы каждый день [9].

2.2 Внутренняя программа: «Переворужение и модернизация»

2.2.1 Описание существующей котельной, основное и вспомогательное оборудование

Внутренняя программа: «Переворужение и модернизация».

Цель: Модернизация отопительного оборудования в соответствии с действующими экологическими стандартами по выбросам, а также в целях уменьшения затрат на содержание котельной.

Оборудование, первоначально установленное на заводе «Бёмер-Арматура» двухходовые Котлы Logano в течение 15 лет обеспечивали теплом завод в Германии, в городе Шпрокхёфель, откуда были поставлены, будут заменены на аналогичные котлы BOSCH UNIMAT немецкого производства. Решение о реконструкции местной котельной было принято в апреле 2015 г.

В результате реконструкции котельной планировалось увеличить мощность котельной, путем замены котла Logano SK-725(1070 кВт.) на котел мощностью 1350 кВт. без перестройки помещения котельной и без замены дымовой трубы. К установке был принят котел BOSCH UNIMAT - UT-L 10 (1350 кВт.) как соответствующий по мощности, имеющий высокое качество, приемлемую стоимость и компактные размеры в плане котельного зала, поскольку площади увеличивать не планировалось.

Котлы Logano SK-725(1070 кВт.) были снабжены двухтопливными горелками, способными работать на дизельном топливе. Несмотря на долговечность используемого оборудования, оно изношено и требовало дорогостоящего капитального ремонта. В частности, котлам необходимы замена жаровых труб и комплексная дефектоскопия сварных швов. При этом стоимость капитального ремонта составила бы около 80% стоимости нового аналогичного оборудования. В связи с этим руководством было принято решение о проведении реконструкции котельной с использованием новых котлов BOSCH UNIMAT UT-L10.

Реконструкция котельной на заводе «Бёмер-Арматура» предусматривает установку двух водогрейных котлов BOSCH UNIMAT UT-L 10 , новой системы химводоочистки, новых горелок, системы автоматике Buderus Logamatic, а также системы диспетчеризации. При этом завод планировал отказаться от постоянного присутствия персонала в котельной, а контроль и управление вывести в диспетчерскую [9].

2.3 Сравнительные показатели существующих и новых котлов, подробное описание оборудования котельной

При ранее существующей котельной система теплоснабжения - закрытая.

Теплоноситель - вода с параметрами: 80-60°C.

В период открытия завода «Бёмер-Арматура» к установке были приняты два стальных водогрейных котла SK-725 тепловой мощностью 1070 кВт фирмы «Logano» производства Германии, работающие на жидком топливе, производства 1998 года.

В качестве топлива принято дизельное с теплотой сгорания Q_H - 10800 ккал/кг и температурой вспышки паров выше 61 °С.

Среднесуточный расход дизельного топлива котлами составляет – 2349,1 кг/сут.

Конструкция котла состоит из стального корпуса, заключенного в металлический кожух. В комплект входит автоматическое поддержание горения, управление температурой происходит вручную.

При старой котельной подача воды на душевые осуществляется от электронагревателей. При реконструкции котельной котлы подбираются с учетом дополнительной нагрузки на душевые.

Схемой предусматривается установка двух сетевых насосов марки П 65/150-5.5/2 (один рабочий, один резервный) фирмы «Wilo»

Приготовление горячей воды осуществляется пластинчатым теплообменником. Для циркуляции ГВС в системе водоснабжения предусмотрена установка циркуляционного насоса марки Star-Z 25/6 фирмы «Wilo». Температура горячей воды регулируется при помощи клапана трехходового.

Защита котлового контура от тепловых расширений в системе производится двумя расширительными баками закрытого типа ERLCE-750 объемом $V=750$ л фирмы «Elbi».

На котлах предусмотрена байпасная линия между подающим и обратным трубопроводами с установкой циркуляционных насосов фирмы «Wilо», обеспечивающих подачу теплоносителя в трубопровод обраты котла с температурой не ниже плюс 65 °С.

Для приготовления подпиточной воды применена водоумягчительная установка производительностью 1.9 м³/ч.

Первоначально для котельной предусматривалась очистка воды только механическим фильтром, но эксплуатационные затраты были более высоки, к тому же в отдельных случаях необходимо производить удаление осадков в ручную. После в котельной для очистки воды установили Катионитные фильтры. Такие фильтры удаляют из воды ионы, оставшиеся после первой ступени, имеют меньшую высоту катионита (1,5 м), работают в области малых ионных нагрузок, поэтому должны глубоко регенерироваться и полностью не истощаются. Фильтры первой и второй ступеней имеют одинаковую конструкцию, а различаются лишь в отдельных деталях [9].

Преимущества:

- не требует устройства дозатора.
- может быть легко приспособлен к изменению состава исходной воды.
- более удобна в условиях переменного потребления умягченной воды, хотя установки непрерывного действия могут работать при умеренных колебаниях расхода воды.
- служит емкостью для хранения умягченной воды, причем вскоре после окончания перемешивания весь объем воды пригоден к употреблению.
- для установок малой производительности характерна меньшая капитальная стоимость и простота эксплуатации

Подпитка котлового контура осуществляется автоматически из бака запаса воды с помощью насосов подпитки МС 304 фирмы «Wilо» (один рабочий, один резервный).

КПД Котлов: у новых 98%, у старых 80%.

Температура теплоносителя. 80 - 60 С°, у новых 90 - 70 С°. За счет увеличения ΔT между подачей и обраткой, за счет увеличения температуры на подаче - 90-70.

1) Дизельная горелка для котла устанавливается в самом оборудовании, для ее непрерывной работы необходимо поддерживать определенное значение давления. Поэтому очень важно установить компрессор, который будет выступать в роли постоянного источника питания.

Работает она следующим образом: топливо передвигается из котла на горелку с помощью насоса, который способен работать и с обратной циркуляцией, она необходима для постоянного движения теплоносителя между баком и насосом. При этом горелка берет столько топлива, сколько ей необходимо, остальное возвращается в резервуар. Перед этим оно должно пройти через фильтры, очиститься от механических загрязнений. Топливо разбрызгивается с помощью форсунки в камере сгорания, где воспламеняется.

Режимы работы горелок, большинство горелок оснащены автоматическим блоком управления, осуществляющим контроль над безопасной работой оборудования и регулировкой температуры.

Режим работы горелок может быть:

- одноступенчатый (горелка работает на 100% своей мощности). Для осуществления регулирования температуры теплоносителя происходит постоянное включение и выключение горелки.

- двухступенчатый режим позволяет горелке работать на 40% от всей своей мощности и на 100%.

- двухступенчатый промежуточный режим осуществляет плавное переключение между 40 и 100% мощности горелки.

- модулируемый режим работы горелки осуществляет регулирование температуры теплоносителя, путем плавного переключения мощности в диапазоне от 10 до 100% всей мощности.

Рабочий и резервный котел на предприятии, оснащены горелками модели (Riello) RL-130- это вентиляторные горелки на дизельном топливе, мощностью на 1-ой ступени – 486 - 948 кВт, на 2-ой ступени – 948 - 1540.(см. таблицу 2.2 - Технические данные Riello)

Форсунки для 1-й и 2-й ступени

Первая форсунка определяет расход горелки на 1-й ступени. Вторая форсунка работает вместе с 1-й и определяет расход горелки на 2-й ступени. Как правило, обе форсунки имеют одинаковую производительность, но в случае необходимости форсунка 1-й ступени может иметь:

- расход меньше чем 50% от общего расхода, в том случае если вы хотите уменьшить пиковое противодавление, создаваемое в момент розжига (горелка будет давать хорошие показатели горения даже при соотношении между 1-й и 2-й ступенью 40 – 100% [9].

- расход больше чем 50% от общего расхода, в том случае если вы хотите показатели горения на 1-й ступени.

Указаны приблизительные размеры. (см таблицу.2.1- Габаритные размеры открытой горелки)

Таблица 2.1 - Габаритные размеры открытой горелки

мм	A	B	C	D	E	F (1)	G	H	I (1)
RL 130	625	338	287	555	680	250 – 385	189	430	951 - 1086

Таблица 2.2 - Технические данные Riello

Модель			RL-130
Мощность	2-я	кВт	948 – 1540
	сту-	Мкал/ч кг/час	816 – 1325
	пень		80 – 130

	1-я	кВт	486 – 948
	сту-	Мкал/ч кг/час	418 – 816
	пень		41 – 80

Продолжение таблицы 2.2

Топливо		Дизельное топливо	
- низшая тепло- творная способ- ность	кВт/кг	11,8	
	Мкал/кг	10,2 (10.200 ккал/кг)	
- плотность	кг/дм ³	0,82 – 0,85	
- вязкость при 20°С	мм ² /с макс	6 (1,5°E – 6 сСт)	
Работа	<ul style="list-style-type: none"> - Попеременно (минимум 1 остановка за 24 часа) - Двухступенчатая (сильное и слабое пламя) и одноступенчатая (есть пламя - нет пламени) 		
Форсунки	Кол-во	2	
Стандартное применение	Котлы: водяные, паровые, на диатермическом масле		
Температура в помещении	°С	0 - 40	
Температура воз- духа горения	°С макс	60	
Электропитание	Вольт Гц	230 - 400 с нейтралью ~ +/-10 % 50 - три фазы	
Электродвигатель	об/мин	2800	
	Вт	2200	
	Вольт	220/240 – 380/415	
	А	8,5 – 4,9	

Трансформатор розжига	V1 - V2 I1 - I2	230 В - 2 х 5 кВ 1,9 А - 30 мА
Насос производительность (при 12 бар) диапазон давлений температура топлива	кг/час бар °С макс.	164 10 - 20 60
Потребляемая электрическая мощность	Вт макс	2600

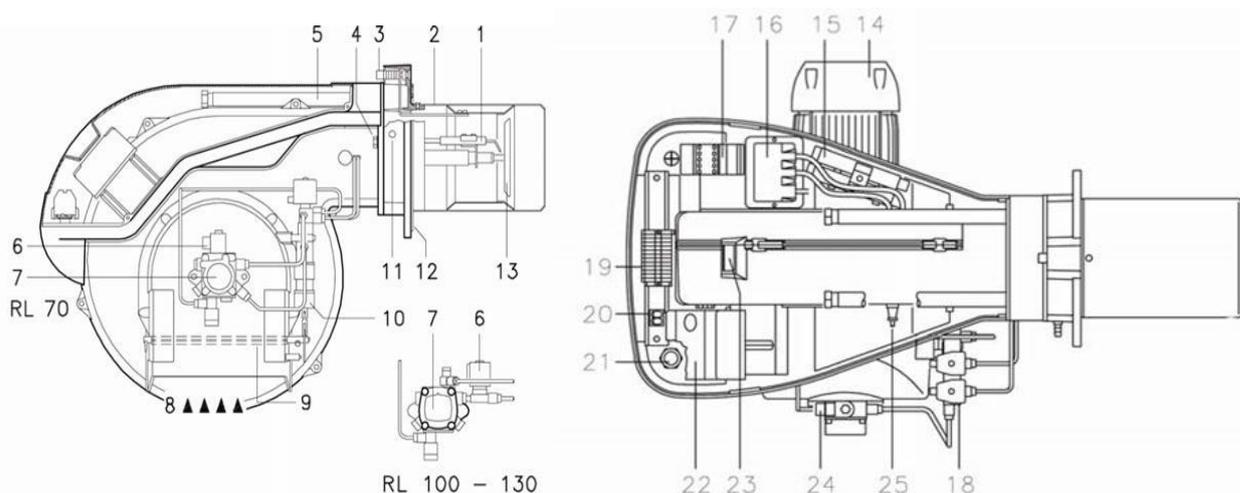


Рисунок 1- Газовая горелка

1 - Электроды розжига; 2 - Головка горелки; 3 - Винт для регулировки головки горелки; 4 - Винт для крепления вентилятора к фланцу; 5 - Направляющие для открывания горелки и проверки головки горелки; 6 - Предохранительный электромагнитный клапан; 7 – Насос; 8 - Вход воздуха в вентилятор; 9 - Воздушная заслонка; 10 - Гидравлический цилиндр для регулировки положения воздушной заслонки при работе на 1-й и 2-й ступени. Во время остановки горелки воздушная заслонка полностью закрывается, чтобы уменьшить до ми-

нимума потери тепла из котла, вызванные тягой из дымохода, куда попадает воздух из вентилятора; 11 - Штуцер для замера давления вентилятора; 12 - Фланец для крепления к котлу; 13 - Диск стабилизации пламени; 14 – Электродвигатель; 15 - Удлинитель для направляющих (5); 16 - Трансформатор розжига; 17 - Пускатель двигателя и реле тепловой защиты с кнопкой возврата; 18 - Блок клапанов 1-й и 2-й ступени; 19 - Клеммник; 20 - Два электрических выключателя: один для «розжига - отключения горелки», один для «1-й - 2-й ступени»; 21 - Отверстие для проводов для электрических подключений, выполняемых монтажной организацией; 22 - Автомат горения с сигнальной лампой блокировки и кнопкой перезапуска; 23 - Глазок контроля пламени; 24 - Регулятор давления насоса; 25 - Фотоэлемент для контроля наличия пламени;

Рисунок 2.2 – Горелка RL-130

2) На предприятии было установлено автоматическое регулирование носителей. Отопление цехов было заменено с регистров на воздушные системы Volcano, совместно с автоматическими терморегуляторами, которые в свою очередь, при достижении заданной температуры в помещении, прекращают подачу теплоносителя к тепловым приборам, термодатчик подает сигнал на электрический клапан, который прикрывает подачу теплоносителя к приборам.

Благодаря этому температура теплоносителя на обратном трубопроводе незначительно понижается, а установленные температурные параметры котла включения-выключения котла, позволяют намного сократить его включение, соответственно расход топлива уменьшается [10].

Отопительные агрегаты Volcano VR могут быть интегрированы в качестве элемента в систему современных отопительных систем, применяемых на больших и средних объектах. Аппарат работает на воздухе, находящемся в помещении.

У отопительных агрегатов Volcano VR есть немало важных плюсов:

- воздушно-отопительный агрегат Volcano VR эффективно и быстро нагревает помещение, легко и быстро устанавливается.
- в ходе эксплуатации он работает практически бесшумно благодаря специфической конструкции осевого вентилятора.
- все параметры можно регулировать в соответствии с потребностями данного момента.
- кроме того, применение агрегатов Volcano экономит средства при их эксплуатации. Эти агрегаты весьма экономичны и потребляют очень немного электроэнергии при своей работе.
- при этом эти агрегаты весьма производительны и эффективны. Они быстро и надежно согреют любое помещение. Их можно использовать также в качестве тепловой завесы при въезде через периодически открывающиеся ворота.

3 РАСЧЕТ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ И КПД КОТЛА BOSCH

Исходные данные:

Марка котла – BOSCH; $\eta = 98 \%$; $t_{ex} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$; $t_{блх} = 90 \text{ }^\circ\text{C}$;

Состав рабочей массы топлива: $W_p = 0$; $A_p = 0,025$; $S_p = 0,3$; $C_p = 86,15$;
 $H_p = 13,5$; $N_p = 0,03$; $O_p = 0$; $Q_p^H = 42,7$; $V_r = 13,5$

где W^p – влага в рабочем топливе, %;

A^p – зольность топлива, %;

S^p – количество летучей серы, %;

C^p – количество углерода, %;

H^p – количество водорода, %;

N^p – количество азота, %;

O^p – количество кислорода, %;

Q_p^H – высшая температура сгорания, МДж/кг;

W^p – влажность, %;

Расчёт теоретических объёмов воздуха и продуктов сгорания происходит по следующим формулам [16]:

Теоретический объём воздуха:

$$V^0 = 0,0889 \cdot C^p + 0,266 \cdot H^p - 0,033 \cdot (S^p - O^p) \quad (3.1)$$

Теоретические объёмы продуктов сгорания:

$$V_{RO_2} = 0,0186 \cdot (C^p + 375 \cdot S^p) \quad (3.2)$$

Теоретический объём азота:

$$V_{N_2}^0 = 0,79 \cdot V^0 + 0,8 \cdot (N^P/100) \quad (3.3)$$

Теоретический объем водяных паров:

$$V_{H_2O}^0 = 0,0124 \cdot (9 \cdot H^P + W^P) + 0,0161 \cdot V^0 \quad (3.4)$$

Энтальпия теоретически необходимого воздуха при температуре газов ϑ^0C , кДж/кг (кДж/м³):

$$I_B^0 = V^0 (cv)_B \quad (3.5)$$

Энтальпия газов при $\alpha=1$ и температуре газов ϑ^0C , кДж/кг (кДж/м³):

$$I_r^0 = V_{RO_2} \cdot (cv)_{RO_2} + V_{N_2}^0 \cdot (cv)_{N_2} + V_{H_2O} \cdot (cv)_{H_2O} \quad (3.6)$$

Энтальпия золы, содержащейся в дымовых газах, кДж/кг:

$$I_{зл} = A^P \cdot a_{ун} \cdot (cv)_{зл}/100 \quad (3.7)$$

где $(cv)_B$, $(cv)_{RO_2}$, $(cv)_{N_2}$, $(cv)_{H_2O}$, $(cv)_{зл}$ – энтальпия 1 м³ воздуха, трехатомных газов, водяных паров и 1 кг золы при постоянном давлении, значение которых приведены.

Для всех видов топлив энтальпия продуктов сгорания при избытке воздуха $\alpha > 1$, кДж/кг (кДж/м³):

$$I_r = I_r^0 + (\alpha_{ср} - 1) \cdot I_B^0 + I_{зл} \quad (3.8)$$

3.2 Тепловой баланс котла

Общее уравнение теплового баланса на единицу топлива, кДж/кг

$$Q_P^P = Q_H^P + Q_{в.вн.} + Q_{ТЛ} + Q_{\phi} \quad (3.9)$$

где Q_H^P – низшая теплота сгорания рабочей массы жидкого топлива, тепло внешнего подогреваемого воздуха кДж/кг (кДж/м³);

$Q_{в.вн.}$ – тепло внешнего подогрева подаваемого в КП воздуха за счет посторонних источников тепла;

$Q_{ТЛ}$ – физическое тепло топлива.

Тепло внешнего подогрева воздуха кДж/кг(кДж/м³)

$$Q_{в.вн.} = (\alpha_T - \Delta\alpha_T - \Delta\alpha_{пл} + \Delta\alpha_{вп}) \cdot (I_B^0 - I_{ХВ}^0) \quad (3.10)$$

где $\Delta\alpha_{пл}$ – присос воздуха в пылеприготовительной установке;

$\alpha_{вп}$ – присос воздуха ВЗП;

I_B^0 – энтальпия теоретически необходимого объема воздуха при температуре его предварительного подогрева вне КП, определяется по температуре $t'_{вп}$ линейной интерполяцией. [16]

$I_{ХВ}^0$ – энтальпия теоретического объема холодного воздуха при температуре $t_{хв}=30^{\circ}\text{C}$ (из таблицы 2)

Физическое тепло топлива, кДж/кг

$$Q_{ТЛ} = C_T^P \cdot t_T \quad (3.11)$$

Теплоемкость рабочей массы топлива, кДж/кг;

$$C_T^P = C_T^P \cdot \frac{100-W^P}{100} + 4.19 \cdot W^P / 100 \quad (3.12)$$

где C_T^P - теплоемкость сухой массы топлива, кДж/(кг·К)

Коэффициент полезного действия КП определяется по обратному балансу, % :

$$\eta_{\text{пг}} = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6) \quad (3.13)$$

Потеря тепла с уходящими газами, %:

$$q_2 = (I_{\text{yx}} - \alpha_{\text{yx}} \cdot I_{\text{x.в.}}) \cdot (100 - q_4) / Q_P^P \quad (3.14)$$

где I_{yx} -энтальпия уходящих газов, определяется по величине σ_{yx}

Для учетов потери на охлаждение по газходам определяется коэффициентом:

$$\varphi = 1 - q_5 / (\eta + q_5) \quad (3.15)$$

Потери тепла с физическим теплом шлака, %:

$$q_6 = (a_{\text{шл}} \cdot (c\vartheta)_{\text{шл}} A^P) / (Q_P^P) \quad (3.16)$$

где $a_{\text{шл}} = 1 - a_{\text{ун}}$ - доля шлакоудаления;

$(c\vartheta)_{\text{шл}}$ - энтальпия шлака, кДж/кг,

Температура шлака при твердом шлакоудалении принимается $t_{\text{мс}} = 600$ °С

$$a_{\text{шл}} = 1 - a_{\text{ун}} ; \quad (3.17)$$

Полное количество теплоты, полезно отданное в КП, кВт

$$Q_{\text{КП}} = D \cdot (I_{2\text{в}} - I_{\text{ПВ}}) \quad (3.18)$$

где $D_{\text{кп}}$ – расход воды, кг/с;

$I_{\text{ГВ}}$ – энтальпия горячей воды, кДж/кг;

$I_{\text{ПВ}}$ – энтальпия питательной воды на входе ВЭ, кДж/кг (по таблице водяного пара)

Расход топлива, кг/с ($\text{м}^3/\text{с}$)

$$B = (Q_{\text{пг}} \cdot 100) / (Q_{\text{р}}^{\text{п}} \cdot \eta_{\text{пг}}) \quad (3.19)$$

Расчетный расход топлива, кг/с [16]:

$$B_{\text{р}} = B (1 - q_4/100) \quad (3.20)$$

$$B_{\text{у}} = B \cdot \mathcal{E}_{\text{Т}} \quad (3.21)$$

$$\mathcal{E}_{\text{Т}} = Q_{\text{р}}^{\text{н}} / 29300 \quad (3.22)$$

3.3 Тепловой расчет топочной камеры

Активный объем топочной камеры, м^3 :

$$V_{\text{Т}} = \frac{\pi d^2 \cdot H}{4} \quad (3.23)$$

где H –; глубина топочной камеры м ;

d – ширина топочной камеры, обычно равна диаметру топки, м.

Степень экранирования топки:

$$X = H_d / F_{cm} \quad (3.24)$$

Эффективность толщины излучающего слоя топки, м:

$$S = 3,6 \cdot V_T / F_{cm} \quad (3.25)$$

Температура газов на выходе из топки, °С:

$$\vartheta''_T = \frac{T_a}{M \left(\frac{5,76 \cdot \psi \cdot F \cdot a_T \cdot T_a^3}{10^{11} \cdot \varphi \cdot B_P \cdot V_{CSP}} \right)^{0,6+1}} - 273 \quad (3.26)$$

Полезное тепловыделение в топке, кДж/кг:

$$Q_T = \frac{Q_P \cdot (100 - q_3 - q_4 - q_6)}{(100 - q_4)} + Q_B - Q_{B,ВН} \quad (3.27)$$

Количество тепла вносимое в топку с воздухом, кДж/кг

$$Q_B = Q_{Г.В} + Q_{Х.В} = (\alpha_T - \Delta\alpha_T - \Delta\alpha_{пл} + \Delta\alpha_{ВП}) \cdot I_{Г.В}^0 + (\Delta\alpha_{пл} + \Delta\alpha_{ВП}) \cdot I_{Х.В}^0 \quad (3.28)$$

где $I_{Х.В}^0$ – энтальпия горячего воздуха, поступающего в топку, определяется из таблицы 1.2 для температуры воздуха из воздухоподогревателя, при температуре 350 °С.

Параметр распределения температур M , определяется в зависимости от относительного положения максимума температуры пламени по высоте топке X_T .

При камерном сжигании мало реакционных топлив и углей:

$$M=0,56 \cdot X_T \quad (3.29)$$

Для камерных топок при горизонтальном расположении осей горелок и верхнем отводе газов из топки величину X_T принимают равной относительному уровню расположения горелок.

$$X_T=h_T/H_T \quad (3.30)$$

где h_T -уровень расположения горелок или форсунок, м.

H_T -высота топки, м.

Средняя суммарная теплоемкость продуктов сгорания 1 кг топлива, кДж/кг⁰С:

$$VC_{cp} = \frac{Q_T - I''_T}{\vartheta_a - \vartheta''_T} \quad (3.31)$$

Коэффициент тепловой эффективности экранов

$$\Psi = \alpha \cdot \varepsilon \quad (3.32)$$

где ε – коэффициент загрязнения, учитывающей снижение тепловосприятости или закрытие изоляции поверхностей, определяется по таблице [6].

Степень черноты топки a_m , можно определить по приложению или по формуле:

$$a_m = a_\phi / (a_\phi + (1 - a_\phi) \cdot \Psi) \quad (3.33)$$

где a_ϕ – эффективная степень черноты факела твердого топлива.

$$a_\phi = 1 - e^{-\kappa p s} \quad (3.34)$$

где κ – коэффициент ослабления лучей топочной среды;

p – давление в топке, МПа, для КП, работающих без наддува, принимается равным 0,1;

s – эффективность толщины излучающего слоя, м.

$$k = k_r \cdot r_n + k_{zl} \cdot \mu_{zl} \quad (3.35)$$

где r_n – суммарная объемная доля трехатомных газов;

k_r – коэф. ослабления лучей трехатомными газами;

μ_{zl} – концепция золы в дымовых газах;

k_{zl} – коэф. ослабления лучей зольными частицами.

Определяется количество тепла, передаваемое в топке на 1 кг топлива, кДж/кг:

$$Q_l = \varphi \cdot (Q_m - I_m'') \quad (3.36)$$

Тепловое напряжение топочного объема, кВт/м³:

$$q_V = B_p \cdot Q_p^p / V_m \quad (3.37)$$

Результаты расчетов записываем в таблицы и представляем в виде расчетной программы Microsoft Excel в приложении.

3.4 Расчет конвективных пучков

Поверочный расчет пучков труб при известных температурах продуктов сгорания на входе в КП (v'), уходящих газов (v_{yx}) и воды на входе и на выходе из КП. Обычно пучки считаются как одна целая поверхность нагрева.

Основными уравнениями являются: уравнение теплового баланса Q_{ϕ} и уравнение теплопередачи Q_T .

Известны все основные параметры: температура газов на выходе из фестоны v''_{ϕ} и v_{yx} , по ним определяют среднее значение температуры газов, а далее значения Q_{ϕ} и Q_T . [16]

Балансовое количество тепла передается дымовыми газами воде, протекающей в трубах конвективного пучка.

Расчет уравнения баланса тепла Q_{ϕ} , кДж/м³ или кДж/кг:

$$Q_{\phi} = \varphi \cdot (I' - I'' + \Delta\alpha_{np} \cdot I_{x.e}) \quad (3.38)$$

где φ – коэффициент сохранения тепла (из расчета топки);

I' – теплосодержание дымовых газов на входе в конвективные пучки при температуре v''_{ϕ} ; $I' = 15608,3$ кДж/кг;

I'' – теплосодержание газов на выходе из котла (конвективных пучков) при известной температуре v_{yx} , $I'' = 2728,62$ кДж/кг.

$$Q_{\phi} = 0,996 \cdot (23479 - 2812 + 0,03 \cdot 445) = 20597 \text{ кДж/кг}$$

Расчет уравнения теплопередачи Q_T , кДж/м³ или кДж/кг:

$$Q_T = \frac{k \cdot \Delta t \cdot H}{B} \quad (3.39)$$

где k – коэффициент теплопередачи от дымовых газов к воде (среде), текущей внутри труб конвективного пучка, Вт/м²·К, определяется по формуле;

Δt – температурный напор, °С, определяется по формуле;

H – поверхность нагрева фестона, м², дается в характеристике котла.

Расчет коэффициента теплопередачи k , Вт/м²К :

$$k = \Psi(\alpha_k + \alpha_n) \quad (3.40)$$

где Ψ – коэффициент тепловой средней температуры газов, принимается по таблицам нормативной литературы, $\Psi = 0,85$;

α_k – коэффициент теплоотдачи конвекцией для гладких труб, расположенных в шахматном порядке при поперечном омывании дымовыми газами, Вт/м²К;

$$\alpha_k = 103,1 \text{ Вт/м}^2\text{К};$$

α_n – коэффициент теплоотдачи излучением трехатомных газов, Вт/м²К;

$$\alpha_n = 6,5 \text{ Вт/м}^2\text{К}.$$

Коэффициент теплоотдачи конвекцией зависит от: расположения КП, направления движения дымовых газов, скорости газов, диаметра труб.

$$k = 0,85(38 + 70) = 91,8 \text{ Вт/(м}^2\text{·К)}$$

Расчет температурного напора по формуле Δt , °С:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_{\bar{o}} - \Delta t_{\bar{m}}}{\ln \frac{\Delta t_{\bar{o}}}{\Delta t_{\bar{m}}}} \quad (3.41)$$

где t_1 и t_2 – температура воды перед и после конвективного пучка, °С;

$$\Delta t = \frac{967 - 90}{\ln \frac{967}{90}} = 370 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q_T = \frac{0,0918 \cdot 370 \cdot 35,6}{0,06} = 20153,1 \text{ кДж/кг}$$

Расчет скорости газов $\bar{\omega}$, м/с, в конвективном пучке считается так:

$$\bar{\omega} = \frac{V_{\Gamma}(v_{cp}^{\Gamma} + 273)}{273F} \quad (3.42)$$

где V_{Γ} – объем газов в конвективном пучке, м³/м³ или м³/кг;

F – живое сечение для прохода дымовых газов в пучке, м²,

v_{cp}^{Γ} – среднее значение температуры газов в пучке, °С.

$$F = z \frac{\pi \cdot d_{\text{BH}}^2}{4}$$

$$F = 118 \frac{3,14 \cdot 0,37^2}{4} = 12,2 \text{ м}^2$$

$$\bar{\omega} = \frac{13,5(451 + 273)}{273 \cdot 12,2} = 3 \text{ м/с}$$

Расчет скорости воды $\bar{\omega}$, м/с, в конвективном пучке считается так:

$$\bar{\omega} = \frac{D \cdot V_g}{f_g} \text{ м/с} \quad (3.43)$$

$$f_g = z_1 \frac{\pi \cdot d_H^2}{4} \text{ м}^2 \quad (3.44)$$

$$f_g = 118 \frac{3,14 \cdot 0,43^2}{4} = 17,2 \text{ м}^2$$

$$\bar{\omega} = \frac{129 \cdot 0,11}{17,2} = 0,1 \text{ м/с}$$

Разница в величинах Q_6 и Q_T должна быть менее или равна 2 %, т. е.

$$2 \geq (Q_6 - Q_T)100 / Q_6 \quad (3.45)$$

$$2 \geq (20597 - 20153)100/20597$$

$$2 \geq 2$$

3.5 Аэродинамический расчет воздушного тракта котла

Аэродинамический расчет воздушного тракта котельных агрегатов проводится в следующей последовательности:

Из теплового расчета котельного агрегата принимается теоретический объем воздуха, подаваемого на горение, V^0 , и расход топлива B_p .

Определяем действительную скорость движения воздуха, м/с, в воздухо-
водах [17]:

$$w_{\text{ВД}} = \frac{V^0 \cdot B_p (t_{\text{в}} + 273)}{f_{\text{ВД}} \cdot 273} \text{ м/с} \quad (3.46)$$

где $t_{\text{в}}$ – средняя максимальная температура воздуха в котельной, °С,
 $f_{\text{ВД}}$ – площадь поперечного сечения, м²,

$$f_{\text{ВД}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (3.47)$$

где d^2 – внутренний диаметр трубопровода;

$$f_{\text{ВД}} = \frac{3,14 \cdot 0,076^2}{4} = 0,04 \text{ м}^2$$

$$w_{\text{ВД}} = \frac{11,2 \cdot 0,065 (20 + 273)}{0,04 \cdot 273} = 19,53 \text{ м/с}$$

Рассчитываем потери напора в воздуховоде на трение, Па, по формуле:

$$\Delta h_{\text{тр}} = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{w_{\text{ВД}}}{2} \cdot \rho_{\text{в}} \quad (3.48)$$

где λ – коэффициент сопротивления трения (для металлических каналов
равен 0,02);

l – длина воздуховода от всасывающего патрубка до котла, м;

$w_{\text{в.д}}$ – действительная скорость движения воздуха по каналу, м/с;

$\rho_{\text{в}}$ – плотность воздуха, определяемая по формуле: $353/(t_{\text{в}}+273)$, кг/м³;

d – внутренний диаметр канала.

$$\Delta h_{\text{тр}} = 0,02 \cdot \frac{1}{0,076} \cdot \frac{19,5^2}{2} \cdot 1,2 = 59,7$$

Рассчитываем потери напора в местных сопротивлениях, Па, воздуховода (повороты, разветвления, изменения сечения, шиберы) по формуле:

$$h_{\text{мс}} = \sum \varepsilon \frac{w_{\text{ВД}}^2}{2} \cdot \rho_{\text{В}} \quad (3.49)$$

где $\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений, определяемых по прил. 2.

$$h_{\text{мс}} = 0,5 \cdot \frac{19,5^2}{2} \cdot 1,2 = 114,06$$

Определяем полные потери напора, Па, в воздушном тракте котла:

$$\sum h = h_{\text{мс}} + \Delta h_{\text{тр}} \quad (3.50)$$

$$\sum h = 114,06 + 59,7 = 173,76$$

3.6 Аэродинамический расчет газового тракта котла

Аэродинамический расчет газового тракта котельных агрегатов производится аналогично расчету воздушного тракта. Однако при расчете газового тракта котла необходимо учитывать то, что данный тракт может быть разбит на

отдельные участки. За отдельный участок принимается участок газового тракта с неизменным в его пределах расходом продуктов сгорания.

Количество участков в газовом тракте зависит от типа котельного агрегата и компоновки газоходов, а именно, от наличия или отсутствия сборного коллектора [17].

При отсутствии сборного коллектора и при выполнении аэродинамического расчета газового тракта водогрейных котлов (КВ-ТС, КВ-ГМ) газовый тракт не разбивается на отдельные участки и рассчитывается как один участок протяженностью от котла до устья дымовой трубы.

Из теплового расчета котельного агрегата принимается теоретический объем воздуха, подаваемого на горение, V^r , и расход топлива B_p .

Определяем действительную скорость движения продуктов сгорания, м/с, в газоходах

$$w_{гд} = \frac{V^r \cdot B_p (t_r + 273)}{f_r \cdot 273} \text{ м/с} \quad (3.51)$$

где t_r – средняя максимальная температура воздуха в котельной, °С,

f_r – площадь поперечного сечения, м²,

$$f_{вд} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (3.52)$$

где d^2 – диаметр газохода;

$$f_{вд} = \frac{3,14 \cdot 0,35^2}{4} = 0,1 \text{ м}^2$$

$$w_{гд} = \frac{13,5 \cdot 0,065(160 + 273)}{0,1 \cdot 273} = 13,9 \text{ м/с}$$

Потери напора в газоходах на трение, Па, рассчитываются отдельно для газоходов (от котла до дымовой трубы) и отдельно для дымовой трубы.

Для цилиндрических дымовых труб расчет потери напора ведется по формуле:

$$\Delta h_{\text{тр}} = \lambda \frac{l_{\Gamma}}{d_{\Gamma}} \cdot \frac{w_{\Gamma\text{д}}}{2} \cdot \rho_{\Gamma} \quad (3.53)$$

где λ – коэффициент сопротивления трения (для металлических каналов равен 0,02);

l – длина участка от котла и до устья дымовой трубы, м;

$w_{\text{д}}$ – действительная скорость движения газа по каналу, м/с;

ρ_{Γ} – плотность газа, определяемая по формуле: $353/(t_{\Gamma}+273)$, кг/м³;

d_{Γ} – внутренний диаметр газохода.

$$\Delta h_{\text{тр}} = 0,02 \cdot \frac{1700}{350} \cdot \frac{13,9^2}{2} \cdot 0,8 = 7,4$$

Потери напора в местных сопротивлениях, Па, газоходов (повороты, разветвления, изменения сечения, шиберы) рассчитываем по формуле

$$h_{\text{мс}} = \sum \xi \frac{w_{\Gamma\text{д}}^2}{2} \cdot \rho_{\text{в}} \quad (3.54)$$

где $\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений, определяемых по прил. 2.

$$h_{\text{мс}} = 1 \cdot \frac{13,9^2}{2} \cdot 1,2 = 115,9$$

Определяем потери напора за котлом:

$$h_{\text{за котл}} = h_{\text{мс}} + \Delta h_{\text{тр}} \quad (3.55)$$

$$h_{\text{за котл}} = 115, +7,4 = 123,3$$

Определяем полные потери напора, кПа, в газовом тракте котла:

$$\sum h = h_{\text{к}} + h_{\text{з к}} \quad (3.56)$$

$$\sum h = 600 + 123,3 = 0,723 \text{ кПа}$$

где $h_{\text{к}}$ - потери напора в котле, находим по (прил. Б)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте представлена возможность реконструкции котельной, путем замены устаревших котлов на котлы нового поколения, рассмотрена модернизация котлов с целью увеличения КПД, экономии и сокращения расходов топлива.

В соответствии с темой дипломного проекта был произведен анализ существующей котельной на предприятии ТОО «Бёмер-Арматура», в период открытия завода, в 2016 году, к установке были приняты два стальных водогрейных котла SK-725 тепловой мощностью 1070 кВт фирмы «Logano». Оборудование в течении 15 лет обеспечивало теплом завод в Германии, в городе Шпрокхёфель, откуда было поставлено в Казахстан и принято к установке. Несмотря на долговечность оборудования, оно изношено и требует дорогостоящего ремонта. В частности, котлам необходимы замена поверхности нагрева, диагностика топочной камеры, комплексная дефектоскопия сварных швов, при этом стоимость ремонта составит около 50-80% стоимости нового аналогичного оборудования.

В дипломном проекте рассматривается установка двух водогрейных котлов BOSCH UNIMAT UT-L10-тепловой мощностью 1350 кВт каждый, в комплект которых входят 2 горелки-RL-130, система диспетчеризации, что позволит отказаться от постоянного присутствия персонала в котельной, а контроль и управление будет осуществляться дистанционно.

В качестве топлива принято дизельное с теплотой сгорания равна 10800 ккал/кг и температурой вспышки паров выше 61С°.

При установке новых котлов отсутствует необходимость увеличения площади, перестройки помещения котельной и замены дымовых труб.

В дипломном проекте произведено обоснование темы целесообразности данного проекта представлены общие сведения о предприятии и котельной

ТОО «Бёмер-Арматура», рассмотрено описание и структура предприятия, описание существующей котельной и новой, сравнительные показатели.

Специальная часть включает в себя расчет котла, В Excel произведен расчет теплового баланса и топочной камеры, также выполнен расчет капитальных затрат, расчет экономии дизельного топлива, расчет показателей экономической эффективности проекта

Установка водогрейных котлов на заводе «Бёмер-Арматура» позволит сэкономить 226920 литров дизельного топлива в год, установка котлов окупает себя за 5 месяцев, что является хорошим результатом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. <http://santehnik-service.ru/uslugi/montazh-otopleniya/ustanovka-kotla/rekonstruktsiya-kotelnoj/>
2. <http://kotelnie.com/statiy/90-rekonstrukziyakotelnoy>
3. <http://1poteply.ru/kotly/tipy/vidy.html>
4. <http://www.studfiles.ru/preview/5336333/>
5. «Bosch» Эффективные технологии для первоочередных задач. Водогрейные котлы -7 с.
6. Bosch - паровые, водогрейные котлы и когенерация-3с
7. <http://www.boehmer.de/ru/predpriyatje/istorija/>
8. «Сварка. Резка. Металлообработка» © 2010-2015-2с
9. Технические данные предприятия. Паспорт котла.
10. «Отопительный котел Unimat UT-L» © 2013/0,4 - 6с
11. Соколов А.Г. «Автоматизация работы котельных агрегатов». – М., Металлургия, 2000. – 9с.
12. Инструкцией о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений» СНиП РК 2.2.01-2007, Алматы, 2007 г.-10с
13. «Инструкция по проведению оценки воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду при разработке предплановой, предпроектной и проектной документации», Астана, 2007г.
14. «Методики по расчету выбросов вредных веществ в атмосферу различными производствами», Астана, 2007 г.
15. РД 52.04.52-85 «Методические указания по регулированию выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях», Новосибирск, 1985г.-13с

16. «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций» – Москва: Издательство МЭИ, 2004 г.-2 с
17. Белов, С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): Учебник для бакалавров / С.В. Белов. - М.: Юрайт, ИД Юрайт, 2013. - 5 с.
18. Жабалова Г.Г. «Тепловой и конструктивный расчет парового котла» для специальности «Теплоэнергетика» Темиртау 2006
19. А.Н. Хуторной, С.В. Хон «Аэродинамический расчет газоздушного тракта котла», Томск 2010
20. Гельманова З. С. «Обоснование экономической целесообразности организационных, технических и технологических мероприятий в курсовом и дипломном проектировании». Алматы, 1999. -7 с.