

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

Институт электронного обучения
Направление подготовки 150700 Машиностроение
Кафедра оборудование и технология сварочного производства

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии сборки и сварки трубной доски водогрейного котла

УДК 621.791.5.05:621.182

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В11	Сизиков Дмитрий Геннадьевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Филишов Н.Я.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Николаенко В.С.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	Д.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Оборудования и технологии сварочного производства	Киселев А.С.	К.Т.Н.		

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП 150700

«Машиностроение» (бакалавр)

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Применять глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания для создания и обработки новых материалов
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создание новых материалов в сложных и неопределенных условиях
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные высокотехнологичные линии автоматизированного производства, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на машиностроительном производстве, выполнять требования по

	защите окружающей среды
Универсальные компетенции	
P7	Использовать глубокие знания по проектному менеджменту для проведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P10	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития
P11	Самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Форма задания на выполнение выпускной квалификационной работы

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

Институт электронного обучения
Направление подготовки 150700 Машиностроение
Кафедра оборудование и технология сварочного производства

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В11	Сизикову Дмитрию Геннадьевичу

Тема работы:

Разработка технологии сборки и сварки трубной доски водогрейного котла

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Проектно-конструкторская документация на изготовление водогрейного котла.

Металлопрокат толщиной 10 мм сталь 09Г2С

Трубы диаметром 51х3.5 мм, сталь 09Г2С

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Литературный обзор 2. Разработка технологического процесса сборки и сварки трубной доски. 3. Выбор и расчеты режимов сварки, выбор сварочного оборудования. 4. Оценка экономической эффективности и ресурсосбережения проекта.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Николаенко В.С.
Социальная ответственность	Федорчук Ю.М.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Филишов Н.Я.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В11	Сизиков Дмитрий Геннадьевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 99с., 10 рис., 32 табл., 28 источников, 1 прил.

Ключевые слова: котел, трубная доска, механизированная сварка в среде углекислого газа, ручная дуговая сварка, технология сборки и сварки.

Объектом исследования является трубная доска водогрейного котла.

Цель работы – Разработка технологии сборки и сварки трубной доски водогрейного котла.

В процессе исследования проводились: сварка трубной доски ручной дуговой сваркой и механизированной в среде углекислого газа.

В результате исследования был изучен технологический процесс сварки и сборки трубной доски.

Область применения: машиностроение, котлостроение/теплообменное оборудование.

Экономическая эффективность/значимость работы более экономичный, метод по сравнению с конкурентами.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

РДС – ручная дуговая сварка

КПД – коэффициент полезного действия

ПВ – продолжительность включения

КСU, КСV – ударная вязкость, определенная на образце с концентраторами соответственно вида U и V

ПДГ – полуавтомат дуговой сварки в защитных газах

ВДГ – выпрямитель дуговой сварки в защитных газах

ПДК – предельно допустимая концентрация

СКЗ – средства коллективной защиты

СИЗ – средства индивидуальной защиты

УФ – ультрафиолетовое излучение

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	11
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	12
1.1 О жаротрубных котлах	12
1.2 Конструкция водогрейного котла.....	14
1.3 Классификация устройств на газовом топливе.....	19
1.4 Основные преимущества жаротрубных дымогарных котлов	21
1.5 Безопасность использования.....	22
2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	23
2.1 Описание водогрейного котла Турботерм-Стандарт-800, назначение и основные параметры котла	23
3 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА	27
3.1 Материал сварной конструкции	27
3.2 Свариваемость стали 09Г2С.....	27
3.3 Анализ механизированной сварки в среде углекислого газа	29
3.4 Анализ ручной дуговой сварки РДС	31
3.5 Выбор сварочных материалов для сварки в среде защитных газов плавающимся электродом	33
3.6 Выбор сварочных материалов для РДС	35
3.7 Расчет режимов механизированной сварки в среде углекислого газа плавающимся электродом	38
3.8 Расчет режимов РДС.....	42
3.9 Выбор оборудования для сварки в среде углекислого газа плавающимся электродом	45

3.10 Выбор оборудования для РДС	46
3.10 Технология изготовления трубной доски водогрейного котла	48
3.10.1 Общие требования.....	48
3.10.2 Требования к изготовлению трубной доски.....	49
3.10.3 Технология сборки и сварки трубной доски	50
4 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.....	51
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	54
5.1 Инициация научного исследования (НИ)	54
5.1.1 Цели и результат проекта бакалаврской работы	55
5.1.2 Определение потенциальных потребителей результатов исследования.....	56
5.1.3 SWOT-анализ.....	57
5.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	62
5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	62
5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	64
5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	65
5.3 Бюджет научного исследования (НИ).....	69
5.3.1 Расчет материальных затрат НИ.....	69
5.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	70
5.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы	72
5.3.4 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала.....	74
5.3.5 Отчисления на социальные нужды	74
5.3.6 Накладные расходы.....	75

6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	84
6.1 Анализ сварочного производства.....	84
6.2 Воздушная среда и микроклимат. Вентиляция.....	85
6.3 Шумы и вибрации.	86
6.4 Освещение.....	88
6.5 Охрана труда и техника безопасности.	92
6.6 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды.....	94
6.6.1 Электробезопасность.	94
6.6.2 Противопожарная безопасность.	97
6.6.2 Промышленная санитария.....	100
6.6.3 Ультрафиолетовое излучение	102
6.7 Охрана окружающей среды	103
6.8 Чрезвычайные ситуации.	105
ВЫВОДЫ.....	110
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	111

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня рынок котельного оборудования весьма насыщен и разнообразен. Изучив статистические данные по объемам продаж можно заметить, как распределились места на современном рынке отопительного оборудования. На первом месте стоят котлы из Германии и Швеции. На втором – итальянские, испанские, чешские и французские агрегаты. И на третьем – изделия из России, Украины и Белоруссии. Пока что отечественные производители не могут конкурировать с европейскими. Единственным конкурентным преимуществом остается цена, которая значительно ниже, чем зарубежные аналоги.

Несмотря на это отечественные производители предлагают огромный ассортимент моделей, но качество этих изделий все-таки уступает зарубежным аналогам.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологии сборки и сварки трубной доски для водогрейного котла.

Для осуществления поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:

- дать анализ материала сварной конструкции
- произвести подбор сварочных материалов, режимов и оборудования;
- разработать технологию сборки и сварки трубной доски;
- провести экономическую оценку двух видов сварки (РДС, которая используется на производстве и механизированной в среде углекислого газа предлагаемой взамен старой);

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 О жаротрубных котлах

Водогрейный котёл — предназначен для нагрева воды под давлением. «Под давлением» обозначает, что вода в котле не достигает температуры кипения: давление воды выше давления насыщения при достигаемой там температуре.

Основное предназначение водогрейного котла состоит в качественном и быстром нагреве воды, которая используется для самых различных нужд. Прежде всего, для отопления частных домов, горячего водоснабжения, а также для отопления промышленных и общественных зданий и сооружений.

Современные водогрейные котлы большой мощности, которые характеризуются, как промышленные, представляют собой мощные стационарные нагреватели воды. Их основная функция заключается в эффективной подаче горячей воды или пара.

Промышленные котлы предназначены для устройства отопительных систем, которые отличаются высокими показателями мощности. Соответственно, они обладают достаточно большими размерами и габаритами.

Подобные системы устанавливаются строго в специальных отдельных помещениях, которые отвечают всем требованиям безопасности и техническим условиям общепринятой эксплуатации, которые обычно устанавливает сам производитель.

В настоящее время применяется несколько основных видов промышленных устройств, которые различаются между собой по типу теплоносителя.

Итак, основные виды:

- Водогрейные.
- Паровые.

Подобный вид оборудования различается по уровню температурного теплоносителя, а также по степени нагрева воды, которая присутствует на выходе.

С учетом этого показателя выделяют два типа современных водогрейных котлов:

- Устройства, работающие на перегретой воде.
- Низкотемпературные котлы.

Последние в состоянии нагреть воду до температуры, примерно, 115 градусов. Подобный тип отопительных устройств считается максимально экономичным, но есть некоторые требования к материалам, из которых они производятся.

Котлы, которые работают на перегретой воде, в состоянии нагреть воду до 150 и более градусов. Система отличается достаточно высокими эксплуатационными качествами и идеальными параметрами надежности.

Также преимуществом являются то, что работа такого оборудования осуществляется достаточно бесшумно, при этом присутствует ничтожный выброс вредных веществ в атмосферу. Такие котлы очень просты в процессе управления, а также в обслуживании.

Современные промышленные котлы отличаются друг от друга некоторыми конструктивными особенностями. Прежде всего, устройства могут быть водотрубными и газотрубными. Каждый из видов имеет свои эксплуатационные характеристики и преимущества.

Газотрубные котлы делятся на жаротрубные или дымогарные. Поверхность устройств состоит из особых трубок, каждая из которых имеет определенный диаметр. По ним происходит перемещение продуктов сгорания. Процесс теплообмена производится посредством нагрева воды, то есть теплоносителя, который находится на внешней стороне трубок.

Что касается водотрубных котлов, то их поверхность нагрева состоит из специальных трубок, которые называются кипяtilными, по ним в процессе работы котла движется вода. Процесс теплообмена обеспечивается

за счет нагрева находящихся в конструкции кипятильных трубок. Водотрубные котлы могут быть прямоточными и барабанными.

Промышленные водогрейные котлы различаются между собой по типу используемого в процессе работы топлива. Выделяют такие виды систем, как:

- Газовые.
- Дизельные.
- Двухтопливные.
- Устройства, которые работают исключительно на твердом топливе.

Среди всех перечисленных систем, газовые считаются самыми экономичными. Они характеризуются небольшим количеством выбрасываемых в воздух вредных веществ, так как свой материал сгорания они сжигают полностью. На территории России данный тип котлов считается наиболее востребованным, так как в стране присутствуют большие запасы газа [1].

1.2 Конструкция водогрейного котла

Водогрейные котлы на газе обладают газоплотной топочной камерой и конвективной частью, которая реализована посредством применения экономайзера. В заднем экране топочной камеры имеется отверстие, в которое установлен взрывной клапан. Он предохраняет конструкцию котла от разрушения в случае возникновения избыточного давления в топочной камере. Водогрейные устройства установлены на раму, которая выполнена из швеллера, и ставится на опоры. Крепёж опор к ровной подготовленной поверхности осуществляется при помощи анкерных болтов, благодаря чему нет необходимости изготавливать фундамент. Блок горелки крепится на фронтальной плите болтовым соединением. Крепёж фронтальной плиты осуществляется при помощи шарниров. Плита служит в качестве люка, с

помощью которого можно осуществить доступ в топочную камеру котла для ремонтных работ и осмотра без разбора фронтальной обшивки и изоляции/

Крепление и отверстие под горелку на фронтальной плите производится под выбранную заказчиком горелку. Газовые водогрейные котлы могут работать с различными видами горелочных устройств, как импортного, так и отечественного производства. Для этого на фронтальной плите делают отверстия и крепления под нужную горелку.

Обратная вода из тепловой сети циркуляционным насосом подается через входной патрубок в пространство между трубными досками задней части котла на газе и жидком топливе и нагревается, омывая участок трубного пучка (дымогарных трубок) и торцевую стенку топки. Далее вода по внутренней перемычке попадает в основной объем котла, омывает жаровую трубу и дымогарные трубки конвективного пучка, нагревается до заданной температуры и отводится в систему теплоснабжения через патрубок, расположенный в передней верхней части котла. Процесс горения происходит в топочной камере (жаровой трубе) газового котла или котла на жидком топливе. Движение дымовых газов в топке реверсное. Продукты сгорания, отдав часть тепла в топочной камере, разворачиваются, возвращаются к дверце и, проходя по дымогарным трубкам конвективного пучка, отдают основную часть тепла. Для интенсификации процесса теплообмена в дымогарных трубках установлены завихрители. Далее дымовые газы собираются во внутренней полости задней крышки и удаляются из газового котла или котла на жидком топливе через газосход в дымовую трубу котельной [2].

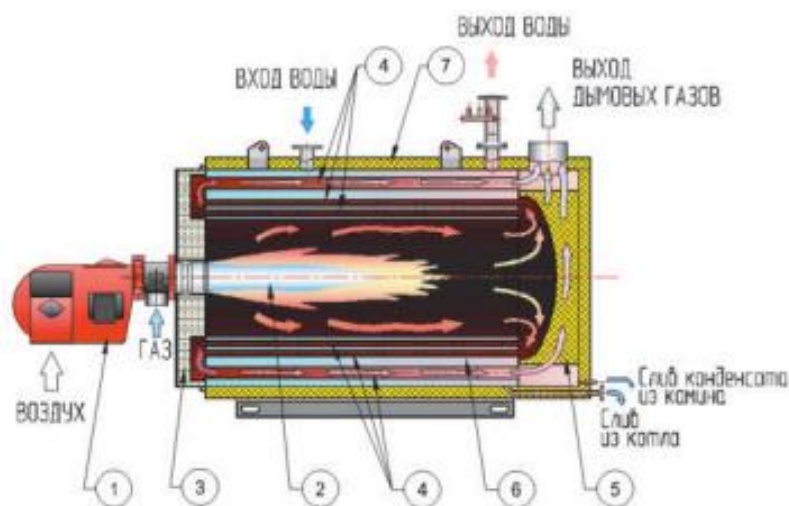


Рисунок 1 - Схема котла турботерм-стандарт. 1-горелка котла, 2- жаровая труба (топка), 3-фронтальная крышка, 4-дымогарные трубы, 5-камин (камера сбора дымовых газов), 6-водяное пространство, 7-теплоизоляция и кожух корпуса.

Очень важным фактором, определяющим совершенство конструкции жаротрубного котла, является достижение оптимального аэродинамического сопротивления котла. С одной стороны оно должно быть достаточным для равномерного распределения потока газов по дымогарным трубам в конвективной части котла, но в тоже время должно быть невысоким, чтобы:

- Использовать горелки с меньшим напором вентилятора.
- Применять газовую рампу меньшего диаметра.
- Использовать котёл при меньшем давлении топливного газа. Таким образом, при оптимальном аэродинамическом сопротивлении, сохраняя номинальную мощность и высокую тепловую эффективность (К.П.Д. в соответствии с требованиями ГОСТ не менее 89,0-91,5 % для различных мощностей), можно существенно снизить суммарную стоимость котлоагрегата.

Следующим важным конструктивным решением является правильно выбранный объем и конфигурация топки, которые обеспечивают:

- Возможность применения современных горелок с большим диапазоном регулирования по мощности и горелок с низкой эмиссией.
- Работу котла на различных видах топлива, в том числе и тяжёлых мазутах (марки М100).

Здесь следует сказать о применении реверсивных топок в двухходовых котлах. Часто можно услышать суждение, что такая конструкция является устаревшей и неэффективной. Это неверно, так как правильно сконструированная реверсивная топка позволяет очень эффективно сжигать жидкое легкое и тяжелое) топливо. Происходит это за счет более длительного нахождения продуктов сгорания в топке, что обуславливает наиболее полное сжигание топлива и позволяет существенно уменьшить отложение сажи в конвективной части котла. Кроме того, за счет более низкого теплового напряжения реверсивной топки можно гарантировать долговременную безаварийную работу котла.

Важным конструктивным решением является рациональная организация движения теплоносителя внутри котла. Применение в конструкции котла различных элементов распределения теплоносителя и эллиптических днищ повышает эффективность, надёжность и долговечность котла за счёт:

- Более равномерного охлаждения топки теплоносителем, уменьшения образования застойных зон со стороны теплоносителя.
- Устранения зон с неэффективной циркуляцией со стороны газов.
- Снижения механических нагрузок, связанных с тепловым расширением металла при нагреве и охлаждении котла в процессе работы.

Применение для теплоизоляции передних крышек котлов современных высокоэффективных материалов с низкой плотностью позволяет решить одновременно несколько задач:

- Снизить вес крышки, что уменьшает вес котла в целом и уменьшает трудоемкость работ, связанных с открыванием и закрыванием крышки.
- Обеспечить снижение температуры поверхности до 45°C (по нормам), уменьшив, таким образом, тепловые потери через крышку.
- Обеспечить, при необходимости, возможность ремонта теплоизоляции крышки в «полевых условиях» – силами персонала котельной без специальных механизмов и приспособлений.
- Гарантировать устойчивость теплоизоляции к ударным нагрузкам (например, при транспортировке) и вибрации.

Кроме перечисленных факторов, чтобы в полной мере воспользоваться преимуществами современных жаротрубных котлов, нужно учитывать несколько очень важных условий, несоблюдение которых может свести на нет любые их преимущества и привести к серьёзным техническим проблемам при эксплуатации.

Условие первое: в проектных решениях и при эксплуатации необходимо обеспечить высокое качество сетевой воды, поступающей в котлы, (отсутствие механических загрязнений и жесткость сетевой воды не более 0,1÷0,3 мг-экв/л) и для снижения эффекта «пристенного кипения» поддерживать рабочее давление воды в котле не менее 0,45-0,5 МПа. Гарантированно выполнить эти условия позволяет применение двухконтурной схемы присоединения всех нагрузок (котел-теплообменник-сеть), что исключает подачу в котлы воды из тепловых сетей с загрязнениями и высокой жесткостью. В этом случае качество сетевой воды и состояние внешних тепловых сетей не оказывают влияние на отложения загрязнений и солей жесткости (накипи) на поверхностях нагрева котлов, что существенно улучшает показатели эффективности, надёжности и долговечности работы жаротрубного котла.

Условие второе: необходимо исключить режимы работы котлов, при которых перепад температур между входом и выходом теплоносителя из котла превышает допустимый. Например, для большинства водогрейных жаротрубных котлов этот перепад не должен превышать 45°C. Большой перепад температур может привести к превышению допустимых механических напряжений в элементах конструкции котла, их деформации, преждевременному износу или даже при определенных условиях к разрушению.

Условие третье: дымоотводящий тракт, работающих «под наддувом» жаротрубных котлов, рекомендуется выполнять с отдельными каналами (до выхода из дымовой трубы) для каждого котла. Очень важно подобрать сечения и «геометрию» газохода и дымовой трубы так, чтобы обеспечивалось нулевое разряжение в газоходе сразу за котлом в номинальном режиме работы. В этом случае будет обеспечена надёжная и эффективная работа автоматизированных горелок котла и наилучшие экологические показатели [4].

1.3 Классификация устройств на газовом топливе

По назначению водогрейные газовые котлы разделяют на две крупных категории:

- Промышленные устройства, для которых характерна высокая мощностью. В роли теплоносителя в них используется пар;
- Котлы бытовые, обладающие мощностью, необходимой для отопления помещений определенной площади, однако она значительно меньше, чем у промышленных.

По исполнению агрегаты делятся на:

- Напольные.
- Настенные.

По температурному уровню теплоносителя:

- Низкотемпературные, температура до 115 °С. Низкотемпературный режим работы считается самым экономичным, но предъявляет высокие требования к материалу, который использовался для изготовления котла. Воздействие низких температур в котле может способствовать кратковременному образованию на его поверхностях конденсата, который оказывает негативное влияние на поверхности, контактирующие с продуктами сгорания.
- Котлы на перегретой воде.

Современные настенные котлы бывают:

- Двухконтурными – для отопления и горячего водоснабжения.
- Одноконтурными – только для отопления.

С учетом системы подачи воздуха отопительное оборудование бывают с закрытой камерой сгорания (воздух, требуемый для поддержания горения, берется снаружи), и с открытой камерой (используется воздух из помещения).

Все настенные газовые котлы в миниатюре обладают всеми элементами котельной, включая насос, системы отвода продуктов сгорания, безопасности и автоматического управления, расширительный бак и т.д.

Промышленные газовые водогрейные котлы, благодаря постоянной модернизации, обладают следующими преимуществами:

- Значительно увеличился срок безремонтной эксплуатации.
- Существенно сократились эксплуатационные расходы на текущее обслуживание котельного оборудования.
- Увеличилась производительность работы оборудования.
- Повысилась экономичность котельного оборудования, благодаря возможности автоматического контроля и регулировки нагрузки устройства согласно температуре воздуха.
- Значительно повысилась надежность промышленного котла.

- Имеются комфортные условия для работы оператора за счет инновационной автоматики, которая выполнена на базе микропроцессорных схем [3].

1.4 Основные преимущества жаротрубных дымогарных котлов

Компактность конструкции котла даёт возможность устанавливать новые жаротрубные котлы на месте менее мощных предшественников в существующих зданиях реконструируемых котельных, а также в блочно-модульных котельных, размеры модулей которых ограничены транспортными габаритами.

Низкое гидравлическое сопротивление жаротрубных котлов позволяет значительно уменьшить затраты электроэнергии, а, следовательно, сократить эксплуатационные издержки на перекачку теплоносителя через котлы.

Полная газоплотность камеры сгорания позволяет жаротрубным котлам работать в режиме «под наддувом» – без применения дымососов, что также уменьшает размеры установки и экономит электроэнергию.

Тепловая инерционность жаротрубных котлов даёт возможность уменьшить количество запусков и остановок автоматизированной горелки при работе в переменных режимах при низких нагрузках, что в свою очередь увеличивает ресурс работы горелки и улучшает экологические показатели.

Таким образом, современный жаротрубный водогрейный котел в качестве источника тепловой энергии – одно из самых целесообразных решений, как при модернизации существующих, так и при сооружении новых источников теплоснабжения малой и средней мощности (до 40 МВт, ориентировочно) [1].

1.5 Безопасность использования

Применять водогрейные промышленные газовые котлы не только удобно, но еще и безопасно. Имеются определенные ограничения, которые стоит отнести к условиям эксплуатации приборов, они отражены в нормативных документах.

При их соблюдении, можно свести к минимуму риск появления опасных аварийных ситуаций, к примеру, таких как погасание газовой горелки и наполнение газом всего помещения.

Выделяют основные причины, способствующие возникновению опасных ситуаций:

- Непропорциональность нормативного давления и давления в системе подачи, которое позволяет оборудованию функционировать в рабочем режиме.
- Отключение напряжения, необходимого для нормальной работы прибора в полную силу.
- Отсутствие тяги в дымоходе.

Для того, чтобы исключить подобные проблемы, производители оснащают все выпускаемые модели оборудования специальными защитными системами.

По мнению специалистов, лучше приобретать приборы, которые оснащены системой самодиагностики, термостатами (не допускающими излишнего нагревания воды), системами, устраняющими блокировку насосов, контролером (при помощи которого можно определить интенсивность пламени) [1].

2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Описание водогрейного котла Турботерм-Стандарт-800, назначение и основные параметры котла

Водогрейный жаротрубный трехходовой котел Турботерм-Стандарт-800 для промышленных котельных. Вид топлива: природный газ и жидкое топливо (дизельное). КПД не менее 91 %.

Таблица 2.1 - Технологические характеристики котла

1. Номинальная теплопроизводительность, кВт	800
2. КПД, %, не менее	
На природном газе и диз.топливе с турбулизатором	92
На диз.топливе без турбулизатора	91
3. Давление воды, МПа (кгс/см ²)	0,6 (6,0)
4. Наибольшая температура воды на подходе из котла, °С	115
5. Средний расход воды, м ³ /час, при D _t =20°C	34,39
6. Наименьший расход воды, м ³ /час, при D _t =45°C	15,29
7. Гидравлическое сопротивление котла, кПа	7 - 10
8. Противодействие в топке котла, Мбар	4,5
9. Водяная емкость котла, м ³	1,31
10. Длина топки, м	2,16
11. Диаметр топки, м	0,63
12. Температура отходящих газов, °С, не меньше	170

13. Габаритные размеры, мм	2600x1490x2045
14. Масса котла, кг, не более	1782
15. Содержание СО в сухих уходящих газах, мг/м ³ , в пересчете на коэффициент избытка воздуха 1,0, не более	4
16. Содержание СО ₂ , %	
На легком жидком топливе	13 - 13,8
На природном газе	11,5 - 11,7

Таблица 2.2 - Технические характеристики котла

Основные	
Производитель	РЭМЭКС
Страна производитель	Россия
Тип промышленного котла по виду теплоносителя	Водогрейный
Тип промышленного котла по конструктивным особенностям	Газотрубный
Тип промышленного котла по типу топлива	Двухтопливный
Вид теплоносителя	Вода
Мощность номинальная	0.8 (МВт)
Расход теплоносителя	34.39 (куб. м/час)
Максимальная температура теплоносителя	115.0 (град.)
Расход топлива	94.05 (куб. м/час)
Максимальное рабочее давление	6.0 (бар)

Коэффициент полезного действия	92.0 (%)
Вес	1.782 (т)
Гарантийный срок	18 (мес)
Габаритные и присоединительные размеры	
Ширина	1400.0 (мм)
Высота	1590.0 (мм)
Дополнительные характеристики	
Установка	напольный
Тип	отопительный котел
Принцип работы	газовый
Принцип работы	дизельный
Принцип работы	комбинированный
Количество контуров (шт)	1
Материал	Сталь
Ширина (мм)	1490
Длина (мм)	2600
Высота (мм)	2045
Вес (кг)	1782
Объем (л)	1310
Мощность (кВт)	800
Количество контуров (шт)	1

На основе технической документации ООО «Рэмэкс» в ЗАО «Строительно-монтажное предприятие-95» осуществляется изготовление водогрейных котлов Турботерм-Стандарт-800 для промышленных котельных, отопления помещения общественных и частных зданий.

Конструктивно котел представляет собой сварную конструкцию шириной 1490мм, длиной 2600 мм, высотой 2045 мм. внутри которой расположены трубные поверхности нагрева (трубная решетка).

При использовании газового топлива нагрев осуществляется автоматической газовой горелкой.

При производстве котла возникает проблема – приварка труб $\varnothing 51 \times 3,5$ мм к трубной доске. В данной выпускной квалификационной работе предлагается разработать новую технологию сборки и сварки трубной доски для водогрейного жаротрубного трехходового котла Турботерм-Стандарт-800.

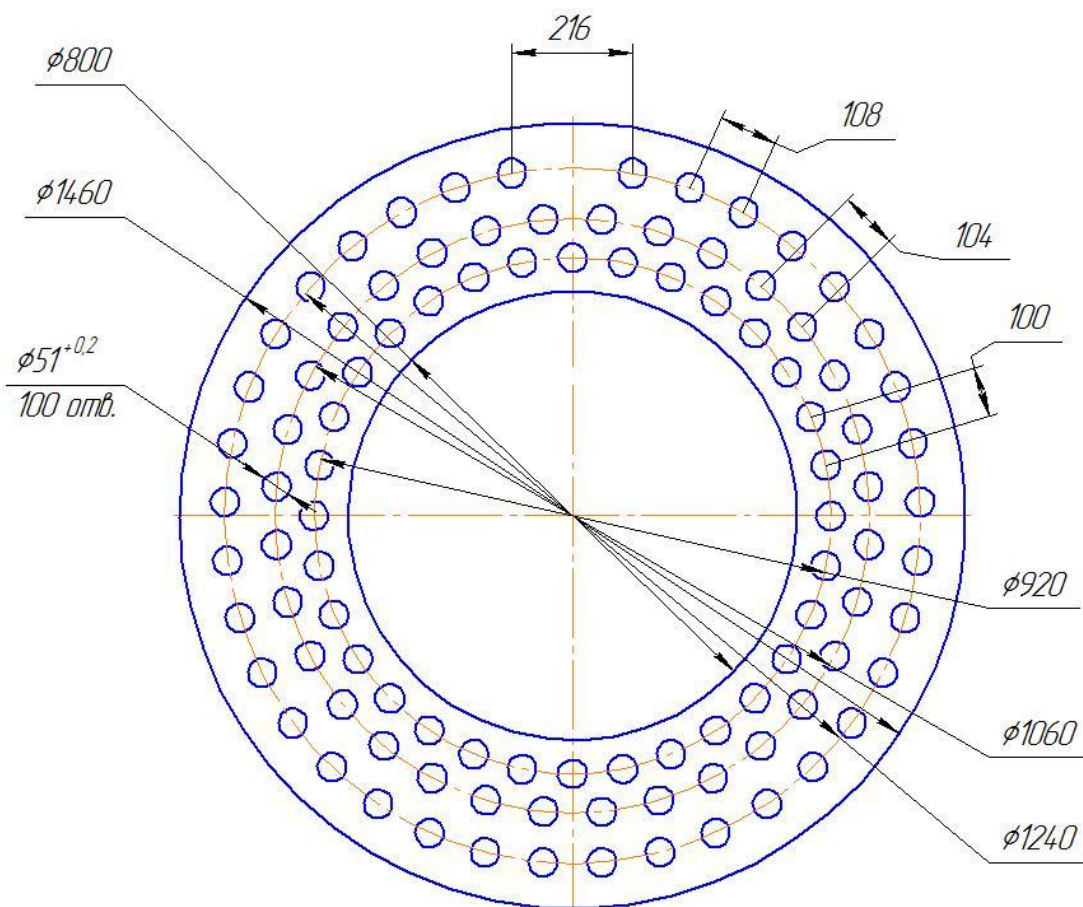


Рисунок 2 - Трубная доска

3 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

3.1 Материал сварной конструкции

Труба и трубная доска изготовлена из стали 09Г2С. Класс стали К50. В углеродистых конструкционных сталях, широко используемых в машиностроении, судостроении и др., содержание углерода обычно составляет 0,06-0,9%. Углерод является основным легирующим элементом и определяет механические свойства стали. Увеличение содержания углерода в стали делает технологию сварки более сложной и способствует затруднению получения прочного по всем параметрам сварного соединения без дефектов.

Таблица 3.1 - Химический состав стали 09Г2С по ГОСТ 19282-73

C,%	Si,%	Mn,%	Cr,%	S,%	P,%	Cu,%	Ni,%	As,%	N,%
0,08- 0,12	0,5- 0,8	1,3- 1,7	Не более						
			0,30	0,04	0,035	0,30	0,30	0,08	0,008

Таблица 3.2 - Механические свойства стали 09Г2С по ГОСТ 19282-73

Марка стали	Механические свойства стали			
Сталь 09Г2С	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	Ψ , %
	350	500	21	55

Стали из этой группы для изготовления конструкции обычно используют в горячекатаном состоянии и меньше – после термообработки [5].

3.2 Свариваемость стали 09Г2С

Больше всего на свариваемость сталей влияет углерод. С повышением концентрации углерода, а также ряда прочих легирующих компонентов свариваемость сталей ухудшается. В сварных конструкциях в основном используют конструкционные низкоуглеродистые, низколегированные, а также легированные стали. Чем больше углерода в стали, тем выше

опасность появления трещин, сложнее обеспечивать равномерность свойств в сварном соединении. Эквивалентное содержание углерода является показателем свариваемости стали состав, которого известен, определяется по формуле:

$$C_{\text{э}} = \left(C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr+V)}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2} \right), \% \quad (1)$$

где C, Mn, Cr, Mo, Ni, Cu, P - процентное содержание легирующих элементов в металле шва.

Существует четыре группы свариваемости стали, которые зависят от эквивалентного содержания углерода и связанной с этим склонности к закаливанию и появлению трещин: плохо сваривающиеся, сваривающиеся ограниченно, сваривающиеся удовлетворительно и сваривающиеся хорошо. Без появления закалочных структур и трещин в обширном диапазоне режимов, толщин и конструктивных форм свариваются стали хорошо сваривающиеся. Мало склонны к появлению холодных трещин при верном выборе режимов – удовлетворительно сваривающиеся, но требующие в некоторых случаях подогрев. Стали ограниченно сваривающиеся склонны к трещинообразованию, регулирование стойкости к появлению трещин выбором режима ограничена, необходим подогрев. Плохо сваривающиеся стали очень склонны к закалке и трещинам, так же необходим подогрев и специальные технологические приемы сварки и термообработки.

Сталь 09Г2С: $C_{\text{э}} = \left(0,09 + \frac{1,5}{6} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3}{15} + \frac{0,3}{13} + \frac{0,035}{2} \right) = 0,46\%$

Размерный эквивалент углерода найдем по формуле (2):

$$C_p = 0,005 \cdot S \cdot C_{\text{э}} \quad (2)$$

где S - толщина свариваемой стали, тогда:

$$C_p = 0,005 \cdot 3,5 \cdot 0,46 = 0,0081 \%$$

Находим суммарный эквивалент углерода C_{Σ} по формуле (3):

$$\Sigma C_{\text{э}} = C_{\text{э}} + C_p \quad (3)$$

$$\sum C_s = 0,46 + 0,081 = 0,468 \text{ \%}.$$

Сталь 09Г2С относится к малоуглеродистым сталям и сваривается без ограничений и сопутствующего подогрева [6].

3.3 Анализ механизированной сварки в среде углекислого газа

Дуга и ее технологические свойства зависят от химических и физических свойств защитных газов, свариваемого металла, электродного металла, параметров сварки. Из-за этого существует много способов сварки в защитных газах.

Полуавтоматическая сварка плавящимся электродом производится в инертных газах Ar и He (MIG) и их смесях Ar + He, в активном газе CO₂ (MAG), а также в смесях инертных и активных Ar + O₂, Ar + CO₂, Ar + CO + O₂ и активных газов CO₂ + O₂. В качестве электродных проволок используют сплошные из нелегированных и легированных сталей и цветных металлов (Ni, Си, Mg, Al, Ti, Mo), а также несплошные порошковые и активированные. Сварка плавящимся электродом реализовывается в основном на постоянном токе, применяется также и сварка импульсным током. Находят использование и другие способы сварки: на нормальном и увеличенном вылете, со свободным и принудительным формированием шва, без колебаний и с колебаниями электродной проволоки, в атмосфере и под водой, в стандартную и нестандартную узкую щелевую разделку кромок. Принцип дуговой сварки плавящимся электродом в защитном газе показан на рисунке 3.

Основные виды, конструктивные элементы и параметры сварных соединений из сталей, а также сплавов на железоникелевой и никелевой основах, свариваемых дуговой сваркой в защитном газе указаны в ГОСТ 14771-76.

Сварку подразделяют в зависимости от уровня механизации и автоматизации процесса: - механизированную, в которой перемещения горелки ведут вручную, а подающий механизм проволоки механизирован;

- автоматизированную, в которой все передвижения горелки и подача проволоки механизированы, а управляет процессом сварки оператор-сварщик;

- роботизированную, а которой управляет процессом сварки вычислительная машина без непосредственного участия человека.

Сварка в защитных газах широко используется в промышленности. Сваркой в защитных газах можно сваривать вручную, полуавтоматически или автоматически в разных пространственных положениях различные металлы и сплавы, широкий спектр соединяемых толщин.

Суть способа: При сварке в зону дуги непрерывно подается через сопло защитный газ. Дуга расплавляет основной металл, когда сваривают плавящимся электродом, то расплавляется и электродная проволока, расплавленный металл кристаллизуясь образует сварной шов.

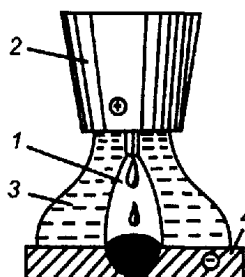


Рисунок 3 - Схема механизированной сварки в защитных газах

1 – зона дуги; 2 – сопло; 3 – защитный газ; 4 – основной металл.

Образование шва происходит за счет расплавления кромок основного металла и дополнительно вводимого присадочного металла. В качестве защитных газов применяют инертные (аргон и гелий) и активные (углекислый газ, водород, кислород, и азот) газы, а также их смеси.

По сравнению с другими способами сварка в защитных газах обладает рядом преимуществ:

- высокая производительность;
- высокая проплавляющая способность;
- значительный спектр свариваемых материалов;
- сварка во всех пространственных положениях;

- отсутствие на поверхности ванны шлака;
- легкая техника сварки.

К недостаткам способа относится:

- Более сложное сварочное оборудование;
- Невозможность использования данного метода в условиях монтажа из-за сквозняка, ветра, дождя;
- При определенных режимах сварки возникают сложности с удалением брызг расплавленного металла.

3.4 Анализ ручной дуговой сварки РДС

С помощью ручной дуговой сварки выполняется большой объем сварочных работ при производстве сварных конструкций. Наибольшее применение находит ручная дуговая сварка покрытыми электродами. Схема процесса ручной дуговой сварки металлическим покрытым электродом показана на рисунке 4. Дуга горит между стержнем 5 и основным металлом 1. Под действием теплоты дуги электрод и основной металл расплавляются, образуя сварочную ванну 2. Капли жидкого металла 6 с электродного стержня переносятся в ванну через дуговой промежуток.

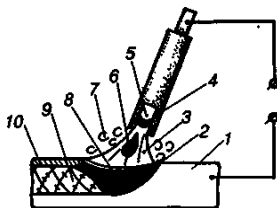


Рисунок 4 - Схема процесса ручной дуговой сварки покрытыми электродами

Вместе с металлическим стержнем плавится и электродное покрытие 4, образуя газовую защиту 7 и жидкую шлаковую пленку 8 на поверхности расплавленного металла. В связи с тем, что большая часть теплоты выделяется на торце металлического стержня электрода, на его конце образуется коническая втулочка из покрытия, способствующая направленному движению газового потока. Это улучшает защиту сварочной ванны. По мере движения дуги сварочная ванна охлаждается и затвердевает,

образуя сварной шов 9. Жидкий шлак также затвердевает и образует на поверхности шва твердую шлаковую корку 10, удаляемую после сварки.

При этом способе выполняется газошлаковая защита расплавленного металла от взаимодействия с воздухом. Кроме того, шлаки позволяют проводить необходимую металлургическую обработку металла в ванне. Для выполнения функций защиты и обработки расплавленного металла покрытия электродов при расплавлении должны образовывать шлаки и газы с определенными физико-химическими свойствами. Поэтому для обеспечения заданного состава и свойств шва при выполнении соединений на разных металлах для сварки применяют электроды с определенным типом покрытий, к которым предъявляют ряд специальных требований.

При сварке покрытыми электродами перемещение электрода вдоль линии сварки и подачу электрода в зону дуги по мере его плавления осуществляют вручную. При этом возникают частые изменения длины дуги, что отражается на постоянстве основных параметров режима: напряжения дуги и силы сварочного тока. Основным инструментом сварщика при ручной сварке покрытыми электродами является электродо-держатель предназначенный для крепления электрода, подвода к нему сварочного тока и возможности манипулирования электродом в процессе сварки.

Основными преимуществами способа являются универсальность и простота оборудования. Недостаток — невысокая производительность и применение ручного труда. Невысокая производительность обусловлена малыми допустимыми значениями плотности тока. Для увеличения производительности используют сварку погруженной дугой, пучком электродов или применяют электроды с железным порошком в покрытии.

Достоинства:

- Простота и доступность;
- Возможность сварки в труднодоступных местах и во всех; пространственных положениях;
- Большой спектр свариваемых материалов;

- Значительный спектр толщин (от двух мм и выше).

Недостатки:

- Низкая производительность;
- Большой расход материалов на разбрызгивание и огарки;
- Самый тяжелый способ по технике исполнения;
- Многофакторность качества.

3.5 Выбор сварочных материалов для сварки в среде защитных газов плавящимся электродом

В качестве защитного газа для сварки низкоуглеродистых сталей с успехом может использоваться углекислый газ, аргон и гелий для этих целей применяют ограниченно.

Основной особенностью сварки плавящимся электродом является применение кремнемарганцовистой электродной проволоки с пониженным содержанием углерода, при использовании которой получают плотные беспористые швы, компенсируется выгорание кремния и марганца и при сварке низкоуглеродистой стали обеспечивается получение швов, имеющих оптимальный химический состав.

При сварке низкоуглеродистых сталей, согласно [7], следует применять электродную проволоку марки Св-08ГС или Св-08Г2С. На свойства металла шва значительное влияние оказывает качество углекислого газа. При повышенном содержании в нем азота и водорода могут образовываться поры даже при хорошей защите дуги от воздуха и надлежащем содержании кремния и марганца в сварочной ванне. При применении углекислого газа первого сорта по ГОСТ 8050-64 и электродной проволоки указанных выше марок швы, как правило, получают плотные без пор [8].

Сварка в углекислом газе характеризуется высокой производительностью и низкой стоимостью; к недостаткам способа относится повышенное разбрызгивание металла, а также получения в

некоторых случаях неравномерных по внешнему виду швов. К тому же необходимо учитывать некоторые металлургические особенности, связанные с окислительным действием углекислого газа. При высоких температурах сварочной дуги углекислый газ (CO_2) диссоциирует на оксид углерода (CO) и кислород (O_2) который, если не принимать специальных мер, приводит к окислению свариваемого металла. Окислительное действие O_2 нейтрализуется введением в проволоку дополнительного количества раскислителей кремния и марганца. Поэтому для сварки в CO_2 широко применяют сварочные проволоки марок: Св-08ГС, Св-08Г2С.

Таблица 3.3 - Химический состав марок проволок Св-08ГС и Св-08Г2С
ГОСТ 2246-70

Марка проволоки	C (не более)	Mn	Si	Cr (не более)	Ni (не более)	S (не более)	P (не более)	A (не более)
Св-08ГС	0,10	1,40- 1,70	0,6- 0,85	0,20	0,25	0,03	0,03	0,05
Св-08Г2С	0,11	1,8-2,1	0,7- 0,95					

Согласно рекомендациям [7], выбираем проволоку Св-08Г2С.

3.6 Выбор сварочных материалов для РДС

Электроды для ручной дуговой сварки выбирают в зависимости от назначения конструкции и типа стали.

В зависимости от хим. состава, прочности и пластичности свариваемой стали, а также условий эксплуатации сварных конструкций выбирают ту или иную марку электродов.

Таблица 3.4 - Механические свойства некоторых электродов при нормальной температуре

Тип электрода	Механические свойства при нормальной температуре					Содержание в наплавленном металле, %	
	Металла шва или наплавленного металла			Сварного соединения выполненного электродами диаметром менее 3мм		Серы	Фосфора
	Временное сопротивление разрыву, кгс/мм ²	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, м/см ²	Временное сопротивление разрыву, кгс/мм ²	Угол загиба, град.		
	Не менее						
	Э38	38	14	3	38	60	0,4
Э42	42	18	8	42	150		
Э46	46	18	8	46	150		
Э50	50	16	7	50	120		

Э38, Э42, Э46, Э50 – для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 50 кгс/мм² [11].

При сварке углеродистых, низколегированных конструкционных сталей параметром выбора покрытых электродов является прочность основного металла. Выбранный тип электрода должен обеспечивать прочность наплавленного металла не менее прочности основного металла.

Большая разница в значениях может привести к быстрому выходу из строя сварной конструкции с разрушением в зоне сплавления «основной металл – сварной шов», особенно при действии знакопеременных нагрузок.

Для стали 09Г2С прочность основного металла = 490 Мпа, выбираем электроды типа Э50 марки УОНИ-13/55 так как у них прочность наплавленного металла соответствует прочности основного металла и они находятся ближе всего по прочности к нашему основному металлу.

Основное назначение электродов УОНИ-13/55:

Для сварки особо важных конструкций из низколегированных и углеродистых сталей, в тех случаях когда к металлу сварных швов предъявляют повышенные требования по ударной вязкости и пластичности. Сварка во всех пространственных положениях, за исключением вертикального сверху вниз, постоянным током обратной полярности.

Основные свойства: обеспечивают получение металла шва с высокой стойкостью к образованию кристаллизационных трещин и низким содержанием водорода.

Таблица 3.5 - Рекомендации по сварке (сила тока А)

Диаметр, мм	Положение шва		
	нижнее	вертикальное	потолочное
2.0	40-80	40-70	40-70
2.5	70-90	60-80	60-80

3.0	100-130	90-120	90-120
4.0	160-190	130-160	130-160
5.0	180-240	160-200	-
6.0	210-290	-	-

Характеристики плавления электродов:

Коэффициент наплавки, г/Ач – 9,5

Расход электродов на 1 кг наплавленного металла, кг-1,5

Таблица 3.6 - Химический состав наплавленного металла

Массовая доля элементов, %				
углерод	марганец	кремний	сера	фосфор
			не более	
≤ 0,10	0,90-1,40	0,25-0,50	0,030	0,030

Таблица 3.7 - Механические свойства металла шва и наплавленного металла

Временное сопротивле ние разрыву, МПа	Предел текучес ти, МПа	Относитель ное удлинение, %	Относитель ное сужение, %	Темпер атура испыта ний, °С	Тип образ ца	Ударная вязкость, Дж/см ²	Работа удара KV, ДЖ
не менее							
490	375	22	45	20	KCU	140	-
				-20	KCV	60	47
				-40	KCU	40	-

Сварка имеет следующие технологические особенности: сварку производят только на короткой длине дуги по очищенным кромкам. Прокалка перед сваркой: 350 ± 25 °C, 1 час

3.7 Расчет режимов механизированной сварки в среде углекислого газа плавящимся электродом

К основным параметрам режима механизированной дуговой в защитных газах плавящимся электродом, определяемых расчётом, относятся: сварочный ток, напряжение на дуге, скорость сварки, диаметр и скорость подачи электродной проволоки. Основные параметры: защитная среда (газовая, шлаковая, газосшлаковая), род тока, полярность устанавливают, исходя из условий сварки конкретного изделия.

В зависимости от типа соединения последовательность расчёта режима сварки различна. Для сварки данного соединения, особый тип соединения С1 по ГОСТ Р 55601-2013. Основные геометрические размеры шва приведены на рисунке 5.

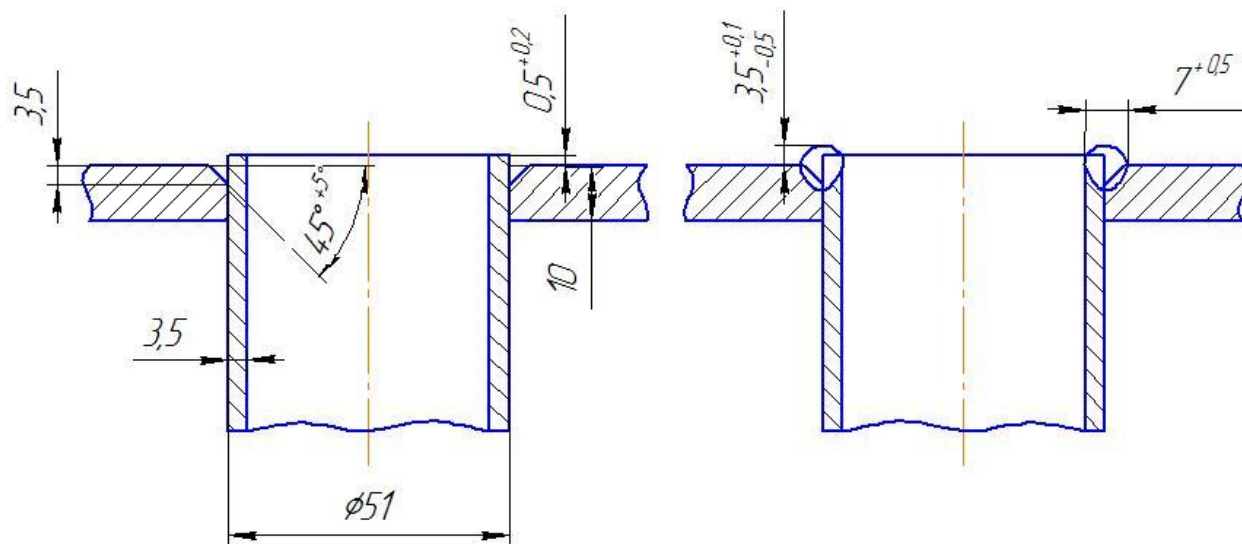


Рисунок 5 - Разделка кромок и параметры шва

Для определения числа проходов найдем общую площадь поперечного сечения наплавленного металла. Площадь наплавки обычно находят как сумму площадей элементарных геометрических фигур [6]:

$$F_n = b \cdot S + 0,75 \cdot g \cdot e = 0,5 \cdot 3,5 + 0,75 \cdot 3,5 \cdot 7 = 20,125 \text{ мм}^2 \quad (4)$$

где S, b, e, g, h, α – размеры конструктивных элементов сварного соединения [6].

Общую площадь поперечного сечения наплавленного и расплавленного металлов найдем по формуле [6]:

$$F = 0,73 \cdot e \cdot (S + g) = 0,73 \cdot 7 \cdot (3,5 + 3,5) = 35,7 \text{ мм}^2 \quad (5)$$

Находим площадь поперечного сечения проплавленного металла по формуле [6]:

$$F_{\text{пп}} = F - F_H = 35,7 - 20,12 = 15,6 \text{ мм}^2 \quad (6)$$

Расчёт силы сварочного тока при сварке покрытыми электродами производится по диаметру электрода и допускаемой плотности тока согласно рекомендациям [9], принимаем $j = 135$, $d_{\text{э}} = 1,2$ мм, тогда:

$$I_{\text{св}} = \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} \cdot 135 = 152 \text{ А} \quad (7)$$

принимаем $I_{\text{св}} = 150 \text{ А}$.

Определяем оптимальное напряжение дуги [6]:

$$U_{\text{д}} = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_{\text{э}}}} \cdot I_{\text{св}} \pm 1 = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} \cdot 150 \pm 1 = 23 \pm 1 \text{ В} \quad (8)$$

принимаем напряжение $U_{\text{д}} = 23 \text{ В}$.

Определим коэффициент формы провара [6]:

$$\psi_{\text{пр}} = K' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{\text{св}}) \cdot \frac{d_{\text{э}} \cdot U_{\text{д}}}{I_{\text{св}}} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 150) \cdot \frac{1,2 \cdot 23}{150} = 2,2 \quad (9)$$

Для механизированной сварки значения $\psi_{\text{пр}}$ должны составлять 0,8...4,0, в нашем случае, значение коэффициента находится в данном интервале, следовательно, режимы подобраны верно.

Для определения коэффициента наплавки α_n при механизированных способах сварки в смеси газов воспользуемся следующей формулой [6]:

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \psi_n) \quad (10)$$

где ψ – коэффициент потерь, который определяется по формуле [6]:

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot j - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot j^2 \quad (11)$$

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot 135 - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot 135^2 = 12,25\%.$$

Для того чтобы определить коэффициент наплавки нам необходимо рассчитать коэффициент расплавления α_p по формуле [6]:

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{I_{св}} \cdot \frac{l_6}{d_3^2} = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{150} \cdot \frac{1,5}{0,12^2} = 13 \text{ } \frac{\text{г}}{\text{А} \cdot \text{ч}} \quad (12)$$

Величину вылета электрода l принимаем 1,5 см, согласно рекомендации [9].

Тогда коэффициент наплавки α_n :

$$\alpha_n = 13 \cdot (1 - 0,1225) = 11,4 \text{ } \frac{\text{г}}{\text{А} \cdot \text{ч}}.$$

Скорость сварки [6]:

$$V_{св} = \frac{11,9 \cdot 150}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,114} = 0,74 \text{ см/с} = 26,8 \text{ м/ч} \quad (13)$$

Определяем скорость подачи электродной проволоки по формуле [6]:

$$V_{нэл} = \frac{\alpha_p \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_{эл}} = \frac{13,6 \cdot 150}{3600 \cdot 7,8 \cdot 1,13 \cdot 10^{-2}} \approx 8,56 \text{ см/с} = 309 \text{ м/ч} \quad (14)$$

где $F_{эл}$ – площадь поперечного сечения электрода, см²;

γ – плотность электродного металла, г/см³.

Для проверки правильности расчётов при сварке в углекислом газе определяем глубину проплавления, подставив полученные значения параметров режима в формулу [6]:

$$H = 0,0081 \cdot \sqrt{\frac{q_n}{\psi_{np}}} \quad (15)$$

где q_n - погонная энергия.

Погонная энергия рассчитывается по формуле [6]:

$$q_n = \frac{\eta_u \cdot I_{св} \cdot U_d}{V_{св}} = \frac{0,82 \cdot 200 \cdot 23}{0,74} = 5097 \text{ Дж/см} \quad (16)$$

где η_u – эффективный коэффициент полезного действия нагрева изделия дугой, который при сварке в защитном газе составляет 0,8...0,84, принимаем $\eta_u = 0,82$.

Подставим полученные значения в формулу 15:

$$H = 0,0081 \cdot \sqrt{\frac{5097}{2,2}} = 0,38 \text{ см}$$

От заданной глубины проплавления отличается менее чем на 10...15%, следовательно, режимы оптимальны и подобраны верно.

Расход электродной проволоки определяется по формуле:

$$G_{\Sigma} = G_H \cdot 1,03 = 249 \cdot 1,03 = 256 \text{ г.}$$

$$G_H = F_H \cdot l_{\text{ш}} \cdot \gamma_H = 0,2 \cdot 160 \cdot 7,8 = 249 \text{ г.}$$

$l_{\text{ш}}$ – длина шва; $l_{\text{ш}} = 160 \text{ см}$

γ – плотность металла; $\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$

Согласно рекомендациям [8] устанавливаем главные режимы механизированной сварки:

- толщина свариваемого металла 3,5мм
- диаметр электрода 1,2мм
- сила тока 150-170А
- напряжение дуги 20-21В
- скорость сварки 25-35 м/ч
- вылет электродной проволоки 9-15мм
- расход газа 7-9 дм³/мин
- число проходов 2

Полученные режимы в обязательном порядке должны быть подвергнуты последующей проверке, которая будет заключаться в визуальной оценке и неразрушающем контроле сварного образца.

3.8 Расчет режимов РДС

Режим сварки выбирают в зависимости от толщины металла, типа сварного соединения и пространственного положения сварки.

Основными параметрами режима ручной дуговой сварки покрытыми электродами являются диаметр электрода при выбранном его типе или марке, сила сварочного тока, напряжения дуги, площадь поперечного сечения шва, выполненные за один проход, число проходов, род и полярность тока. Остальные параметры подбираются сварщиком в процессе сварки и не регламентируются. Для сварки данного соединения, для обеспечения полного проплавления, особый тип соединения не попадающий по ГОСТ 14771-76, который в данный момент применяется при изготовлении трубной доски. Основные геометрические размеры шва приведены на рисунке 6.

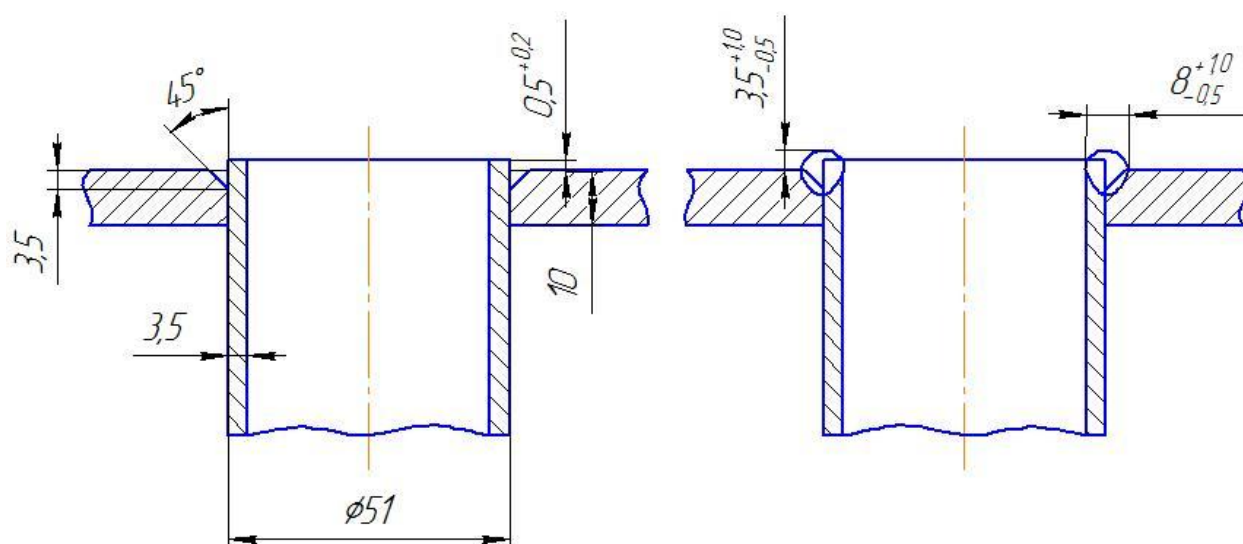


Рисунок 6 - Разделка кромок и параметры шва

При многопроходных швах сварку всех проходов стремятся выполнить на одних и тех же режимах. Исключением является первый и последний проход. При сварке многослойных или многопроходных швов первый проход (корень шва) выполняется электродами диаметром до 3,0 мм (диаметр электродов 3,25 мм включительно), так как применение электродов большего диаметра затрудняет провар и формирование корня шва.

Выбираем электроды диаметром 3,2 для корневого и последующих проходов.

Определение сварочного тока [6]:

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d_s^2}{4} \cdot j = \frac{3,14 \cdot 3,2^2}{4} \cdot 12,5 = 100 A. \quad (17)$$

d_s – диаметр электродного стержня, мм

j – допускаемая плотность тока, А/мм²

Для приближённого расчёта напряжения на дуге можно пользоваться выражением:

$$U_d = 20 + 0,04 \cdot I_{св} = 20 + 0,04 \cdot 100 = 24 + \left(\frac{24 \cdot 5\%}{100\%} \right) = 25,2 \text{ В} \quad (18)$$

Определение числа проходов:

При определении числа проходов следует иметь в виду, что сечение первого прохода не должно превышать 30...35 мм², а последующих – 30...40 мм².

При сварке швов стыковых соединений площадь поперечного сечения металла, наплавляемого за один проход, при которой обеспечиваются оптимальные условия формирования, должна составлять не более, мм²:

для первого прохода (при сварке корня шва) [6]:

$$F_1 = (6...8) \cdot d_s = 7 \cdot 3,2 = 22,4 \text{ мм}^2 \quad (19)$$

Для последующих проходов [6]:

$$F_n = (8...12) \cdot d_s = 8 \cdot 3,2 = 26 \text{ мм}^2 \quad (20)$$

Определим площадь наплавки [6]:

$$F_n = h \cdot tg \frac{\alpha}{2} + b \cdot S + 0,75 \cdot g \cdot e = 3,5^2 \cdot tg \frac{45}{2} \cdot 3,5 + 0,75 \cdot 3,5 \cdot 8 = 21,43 + 21 = 43 \text{ мм}^2 \quad (21)$$

Найдем необходимое число проходов для обеспечения заданной геометрии шва [6]:

$$n = \frac{F_n - F_1}{F_n} + 1 = \frac{43 - 22,4}{26} + 1 = 1,79 \text{ шт.} \quad (22)$$

Принимаем число проходов в большую сторону = 2 шт.

Определим скорость сварки:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_{п,1}} = \frac{9,5 \cdot 100}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,224} = 0,151 \text{ см/с.} \quad (23)$$

α_n – коэффициент наплавки, выбранного электрода, г/(А·ч);

$I_{св}$ – принятое значение сварочного тока, А;

$F_{п,1}$ – площадь поперечного сечения наплавленного металла за данный проход, см²;

γ – плотность наплавленного металла за данный проход, для стали = 7,8 г/см³

Определим погонную энергию при сварке [6]:

$$q_n = \frac{I_{св} \cdot U_{св} \cdot \eta_u}{V_{св}} = \frac{100 \cdot 25,2 \cdot 0,75}{0,151} = 12516 \text{ Дж*с/см} \quad (24)$$

$I_{св}$ – ток сварочной дуги, А;

$U_{св}$ – напряжений на дуге, В;

η_u – эффективный КПД нагрева изделия дугой, для дуговых методов сварки находится в пределах 0,6...0,9 ; покрытыми электродами на постоянном токе 0,75...0,85; на переменном токе КПД нагрева имеет значения 0,65...0,75;

$V_{св}$ – скорость перемещения сварочной дуги, см/с.

Определение глубины проплавления [6]:

$$r = 0,005599 \cdot \sqrt{q_n} = 0,005599 \cdot \sqrt{12516} = 0,62 \text{ Дж/см} \quad (25)$$

$$H = (0,5...0,7) \cdot r = 0,6 \cdot 0,62 = 0,375 \text{ см} \quad (26)$$

3.9 Выбор оборудования для сварки в среде углекислого газа

плавящимся электродом

При дуговой сварке в среде углекислого газа сварочная дуга имеет возрастающую вольтамперную характеристику. Для обеспечения стабильности процесса и устойчивости работы энергетической системы источник питания – дуга – ванна требуется источник питания дуги с жесткой или пологопадающей внешней вольтамперной характеристикой.

В настоящее время, в качестве источников питания дуги для сварки в среде углекислого газа применяются выпрямители с жесткими внешними характеристиками [10].

Согласно рекомендациям выбираем выпрямитель типа ВДГ – 302. Технологические характеристики выпрямителя ВДГ – 302 представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 - Технологические характеристики выпрямителя ВДГ – 302

Параметры	Значения
Номинальный сварочный ток, А	315
Пределы регулирования сварочного тока, А	50-315
Режим работы, ПН %	60
Продолжительность цикла сварки, мин.	10
Номинальное рабочее напряжение, В	38
Пределы регулирования рабочего напряжения, В	16-38
Напряжение холостого хода, В	55
Номинальное напряжение питающей сети, В	220,380
К.П.Д., %	75
Габаритные размеры, мм	748 × 1045 × 953
Масса, кг	275
Климатическое исполнение,	У3
Категория размещения	Т3

Нижний предел температуры окружающего Воздуха, °С	- 40
--	------

Полуавтомат ПДГ-305 с механизмом подачи закрытого типа, поэтому для сварки в углекислом газе принимаем его, параметры полуавтомата представлены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 - Основные параметры полуавтомата ПДГ-305

Полуавтомат	ПДГ-305
Напряжение сети, В	220/380
Номинальный сварочный ток, А	315
Диаметр сплошной электродной проволоки, мм	0,8-1,4
Скорость подачи электродной проволоки, м/с	$3 \cdot 10^{-2} - 3 \cdot 10^{-1}$
Источник питания	ВДГ-302
Габаритные размеры, мм: Механизма подачи Шкафа управления	362x284x153 500x460x770
Масса, кг: Механизма подачи Шкафа управления	12,5 74

ПДГ-305 комплектуется двумя горелками типов ГДПГ-101-Ю и ГДПГ-301-8, редуктором-расходомером У-30, соединительными проводами, щитком сварщика и запчастями.

3.10 Выбор оборудования для РДС

Источник питания сварочной дуги должен отвечать следующим требованиям:

- обеспечивать необходимую для данного технологического процесса силу тока дуги и напряжение дуги;

- иметь падающий вид внешней характеристики, чтобы выполнять условия стабильного горения дуги;
- иметь такие динамические параметры, чтобы можно было обеспечить нормальное возбуждение дуги и минимальный коэффициент разбрызгивания.

Источник питания - Форсаж-301 подходит для рассчитанных режимов сварки.



Рисунок 7 - Сварочный инвертор Форсаж-301

Таблица 3.10 - Характеристики аппарата Форсаж-301

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания, В	~3х380
Допустимые отклонения напряжения, В	-57...+38
Потребляемая мощность, кВА, не более	16
Продолжительность включения (ПВ), %	
при сварочном токе 250 А	100
при сварочном токе 315 А	60
Напряжение холостого хода в активном режиме, В	80

Безопасное напряжение холостого хода, В	4
Время переключения аппарата на безопасное напряжение холостого хода, с	0,6
Режим:	MMA, TIG
Номинальный сварочный ток, А	315
Диапазон регулирования сварочного тока, А	20-315, 10-315
Диаметр штучного электрода, мм	1,6-6,0
Габаритные размеры ДхШхВ, мм	425x185x355
Масса, кг	16
Температурный диапазон, °С	- 40° + 40°

3.10 Технология изготовления трубной доски водогрейного котла

3.10.1 Общие требования

Перед изготовлением или доизготовлением, ремонтом и монтажом должен производиться входной контроль сварочных и основных материалов и полуфабрикатов.

Следует сохранять маркировку металла на листах и плитах, принятых к изготовлению обечаек и днищ. При разрезании на части плиты или листа, на каждую часть нужно переносить маркировку металла плит и листов. На маркировке указываются следующие данные:

- марка стали (для двухслойной стали - марки обоих слоев);
- номер партии - плавки;
- номер листа (для листов с полистными испытаниями и двухслойной стали);
- клеймо технического контроля.

Маркировку нужно размещать на стороне листа и плиты, которые не соприкасаются с рабочей средой, в углу на расстоянии примерно 300 мм от кромок.

На поверхностях днищ и обечаек не допускают риски, забоины, царапины, раковины и другие дефекты, если их глубина превышает минусовые предельные отклонения, предусмотренные соответствующими стандартами и техническими условиями, или если после их устранения толщина стенки будет менее допускаемой по расчету.

Поверхности деталей надлежит зачищать от брызг металла, полученных в результате термической (огневой) резки и сварки.

Для оси резьбовых отверстий деталей внутренних устройств должны быть перпендикулярны к опорным поверхностям. Допуск перпендикулярности должен быть в пределах 15-й степени точности, если в документации не предъявляются более жесткие требования.

Методы сборки элементов под сварку обязаны обеспечивать правильное взаимное расположение сопрягаемых элементов и свободный доступ к выполнению сварочных работ в последовательности, предусмотренной технологическим процессом.

Сварку надлежит выполнять после подтверждения правильности сборки и устранения дефектов на всех поверхностях, подлежащих сварке.

3.10.2 Требования к изготовлению трубной доски

Все мероприятия по креплению труб в трубных решетках производятся в закрытых хорошо отапливаемых помещениях или на специальных изолированных участках, обеспечивающих соблюдение чистоты, отсутствие сквозняков и температуру окружающего воздуха не ниже 0 °С.

При выполнении работ на открытых площадках должны быть приняты меры для защиты места работ от воздействия ветра и атмосферных осадков.

При проведении работ, кроме выполнения общих требований техники безопасности и производственной санитарии, необходимо обращать внимание на эффективность вентиляции, особенно при выполнении сварки в закрытых сосудах.

Сваривать следует производить на вертикальной плоскости или в нижнем положении. Вариант сварки в нижнем положении - предпочтительный. Сварку ведут "вразбивку", так чтобы уже приваренные трубы были равномерно распределены по всей поверхности решетки в течение всего процесса сварки. Очередную трубу приваривают на участке, где решетка уже остыла [28].

3.10.3 Технология сборки и сварки трубной доски

Технология сборки и сварки описана в комплекте технологической документации (приложении А).

4 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведен анализ материала сварной конструкции:

Трубная доска и трубы в этом котле изготавливается из стали 09Г2С класса прочности К50, сталь конструкционная низколегированная, широко используется в производстве труб и другого металлопроката, из нее изготавливают различные детали и элементы сварных металлоконструкций, работающих при температуре от -70 до $+425^{\circ}\text{C}$ под давлением. Сваривается без ограничений и сопутствующего подогрева.

Рассчитаны режимы и расход материалов механизированной сварки в среде углекислого газа:

- толщина свариваемого металла 3,5мм
- диаметр электрода 1,2мм
- сила тока 150-170А
- напряжение дуги 20-21В
- скорость сварки 25-35 м/ч
- вылет электродной проволоки 9-15мм
- расход газа 7-9 $\text{дм}^3/\text{мин}$
- число проходов 2

Подобрано оборудование для механизированной сварки в среде углекислого газа:

- выпрямитель ВДГ-302
- полуавтомат ПДГ-305

Технология сборки и сварки описана в комплекте технологической документации ФЮРА. 760201.004.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-1в11	Сизиков Дмитрий Геннадьевич

Институт		Кафедра	
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

**Тема выпускной квалификационной работы: Разработка технологии сборки и
сварки трубной доски водогрейного котла**

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	При проведении исследования используется база цеха "СМП-95"; в исследовании задействовано 3 человека: студент – исполнитель, научный руководитель, инженер.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления по страховым взносам – 30% от ФОТ

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение концепции проекта, анализ основных критериев сравнения, экспертная оценка эффективности, SWOT-анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение трудоемкости выполнения работ, разработка графика проведения НИ, расчет материальных затрат НИ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка сравнительной эффективности исследования, определение перспективности, целесообразности научного исследования с точки зрения ресурсоэффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Николаенко В.С.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1в11	Сизиков Дмитрий Геннадьевич		

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» в работе «Разработка технологии сборки и сварки трубной доски водогрейного котла» является определение ресурсной эффективности данного проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для этого были поставлены следующие задачи:

- Проведение предпроектного анализа,
- Планирование научно-исследовательских работ,
- Расчет бюджета научного исследования,
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной и экономической эффективности исследования

5.1 Инициация научного исследования (НИ)

Сегодня рынок котельного оборудования весьма насыщен и разнообразен. Изучив статистические данные по объемам продаж можно заметить, как распределились места на современном рынке отопительного оборудования. На первом месте стоят котлы из Германии и Италии. На втором – швейцарские, испанские, чешские и французские агрегаты. И на третьем – изделия из России, Украины и Белоруссии. Пока что отечественные производители не могут конкурировать с европейскими. Единственным конкурентным преимуществом остается цена, которая значительно ниже, чем зарубежные аналоги.

Несмотря на это отечественные производители предлагают огромный ассортимент моделей, но качество этих изделий все-таки уступает зарубежным аналогам. Данное научное исследование направлено на поиск оптимального способа сварки трубной доски водогрейного котла, который

будет более экономически эффективным и выгодным в сравнение с аналогами.

5.1.1 Цели и результат проекта бакалаврской работы

5.1 - Таблица Цели и результат проекта

Цели проекта:	Разработка технологии сборки и сварки трубной доски для водогрейного жаротрубного трёхходового котла.
Ожидаемые результаты проекта:	Сравнение с зарубежными аналогами сварки и выявление более эффективного и выгодного варианта.
Критерии приемки результата проекта:	Предоставление методики выполнения исследования, своевременное предоставление результатов и выводов исследования.
Требования к результату проекта:	Требование:
	Доказать то, что механизированная сварка в среде углекислого газа наиболее выгодна и эффективна в сравнении с ручной дуговой сваркой.

Таблица 5.2 - Заинтересованные стороны научного исследования

Заинтересованные стороны научного исследования	Ожидания заинтересованных сторон
ЗАО«Строительно-монтажное предприятие-95»	Разработка технологии сборки и сварки трубной доски для водогрейного жаротрубного трёхходового котла.
Руководитель	Получение объективных данных
Исполнитель	Своевременное выполнение проекта

К выполнению научного исследования привлечены:

- Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «НИИ ТПУ», г. Томск.
- ЗАО «Строительно-монтажное предприятие-95» .

5.1.2 Определение потенциальных потребителей результатов исследования

Потребителем результатов исследования являются предприятие «СМП-95», осуществляющая изготовление и монтаж котлов. А так же аналогичные предприятия, занимающиеся исследованиями в данных отраслях, интересуются наиболее эффективными методами сварки. Немаловажным фактором является стоимость разработки. Безусловно, привлекательными для предприятий будут не только эффективные виды сварки, но и экономически выгодные.

Основные предполагаемые потенциальные конкуренты, производящие это предприятия изготавливающие котловое оборудование. На основе карты сегментирования можно сделать следующие выводы: противовоспалительные препараты пользуются большим спросом.

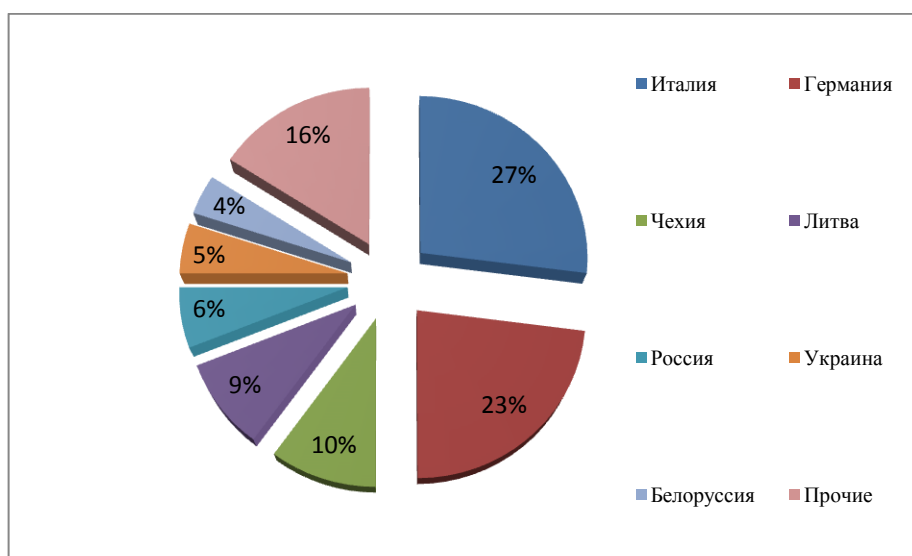


Рисунок 8 - Карта сегментирования рынка по водогрейным котлам

На основе карты сегментирования можно сделать следующие выводы: популярностью на данный момент пользуется оборудование Италии и Германии. Российское оборудование имеет малый процент спроса.

5.1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта [27].

Таблица 5.3 - Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и ресурсоэффективность технологии. С2. Экологичность процесса. С3. Простота технологии С4. Минимальное количество отходов производства С5. Наличие бюджетного финансирования.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки Сл2. Отсутствие необходимых условий и оборудования для проведения испытания опытного образца Сл.3. Большой срок поставок материалов и комплектующих, используемые при проведении научного исследования
--	---	---

Возможности:		
В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ	B1C5	B1Сл1Сл2
В2. Использование инфраструктуры «СМП-95»	B2C1C3C4C5	B2Сл1Сл3
В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт	B3C1C3	B3Сл1Сл2Сл3
В4. Использование разработки в промышленных масштабах	B4C1C2C3C4C5	B4Сл1Сл2Сл3
В5. Повышение стоимости конкурентных разработок		B5Сл3
Угрозы:	Y1C2C3C4C5	Y1Сл2Сл3
У1. Конкуренция имеющихся технологий производства	Y2C1C2C3C4C5	Y2Сл1Сл2Сл3
У2. Ограничение возможности вхождения на российский рынок	Y3C4	Y3Сл1Сл2Сл3
У3. Введения дополнительных требований к сертификации продукции	Y4C1C2C3	Y4Сл2Сл3
	Y5C1C2	Y5Сл1Сл2Сл3

У4. Несвоевременное финансовое обеспечение исследования со стороны государства		
--	--	--

Таблица 5.4 - Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	0	0	0	+	+
	B2	+	0	+	+	+
	B3	+	+	+	0	0
	B4	+	+	+	+	-
	B5	+	+	+	+	+

Таблица 5.5 - Интерактивная матрица проекта

Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	+	-	-
	B2	+	+	-
	B3	+	+	+
	B4	+	+	-

Таблица 5.6 - Интерактивная матрица проекта

Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	-	+	+
	У2	+	+	+	+	+
	У3	-	-	-	+	0
	У4	+	+	+	-	-

	У5	+	+	-	-	-
--	----	---	---	---	---	---

Таблица 5.7 - Интерактивная матрица проекта

Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	-	0	-
	У2	+	+	-
	У3	+	+	+
	У4	-	-	-
	У5	+	+	+

Таблица 5.8 - SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и ресурсоэффективность технологии. С2. Экологичность технологии. С3. Простота технологии С4. Минимальное количество отходов производства	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки Сл2. Отсутствие необходимых условий и оборудования для проведения испытания опытного образца
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры	В связи с уникальными свойствами разработки (экологичность, простота использования,	Несмотря на достоинства разработки и на наличие возможностей ее реализации, она не

ТПУ В2. Использование инфраструктуры «СМП-95» В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт В4. Использование разработки в промышленных масштабах В5. Повышение стоимости конкурентных разработок	экономичность и т.д.) у нее есть шансы выйти на российский рынок. Есть необходимость заинтересовать инвесторов, чтобы данная разработка нашла практическое применение в промышленности.	развита на рынке из-за наличия альтернативных разработок. Соответственно, из-за незаинтересованности потенциальных потребителей отсутствует финансирование и необходимое оборудование для дальнейшего развития.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Конкуренция имеющихся технологий производства У3. Ограничение возможности вхождения на российский рынок	Котлы отечественного производства неизвестны российскому рынку. Следует усиленно продвигать разработку с целью создания спроса	Следует выработать маркетинговую стратегию в области продвижения разработки на рынок.

У4. Введения дополнительных требований к сертификации продукции У5. Несвоевременное финансовое обеспечение исследования государством		
--	--	--

5.2 Планирование научно-исследовательских работ

5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 5.9.

Таблица 5.9 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы

задания			
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Бакалавр
	3	Проведение патентных исследований	Бакалавр
	4	Выбор направления исследований	Руководитель, бакалавр
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, бакалавр
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Бакалавр
	7	Построение макетов (моделей и методик) и проведение экспериментов	Руководитель, Бакалавр
	8	Подготовка к сварке	Руководитель, бакалавр
	9	Сварка	Бакалавр
	10	Зачистка сварного шва	Бакалавр
	11	Контроль сварного шва	Руководитель, бакалавр
Обобщение и оценка результатов	12	Оценка полученных результатов	Бакалавр
	13	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, бакалавр
		Проведение ОКР	
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	14	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Бакалавр

5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула [27]:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} \quad (27)$$

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} \quad (28)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{p_i} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (29)$$

где T_{p_i} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта [27].

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (30)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (31)$$

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,47 \quad (32)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу 5.10.

Таблица 5.10 - Временные показатели проведения научного исследования

Название Работы (Этапы)	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел- дни	t_{max} , чел- дни	$t_{ожи}$, чел- дни			
Разработка технич. задания	1	3	1,8	Руков.	1,8	3
Подбор и изучение материалов по теме	17	21	18,6	Дипл.	18,6	28
Выбор напр. исслед.	4	6	4,8	Руков., дипл.	2,4	4
Календарное планирование работ	2	4	2,4	Руков., дипл.	1,2	2
Проведение теоретических расчетов и обоснований	7	10	8,2	Дипл.	8,2	13
Построение моделей и проведение экспериментов	27	30	28,2	Дипл.	28,2	42

Сопоставл. результ. эксперим. с теоретич. исслед.	4	6	4,8	Руков., дипл.	2,4	4
Оценка эффективности полученных результатов	2	4	2,4	Руков., дипл.	1,2	2
Опред. целесообр. проведения ОКР	2	4	2,4	Руков., дипл.	1,2	2
Оформление отчета по НИР	7	9	7,8	Дипл.	7,8	12
Итого	71,8			Итого	112	

На основе таблицы 5.10 строится календарный план-график, для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 5.11 - Календарный план-график проведения НИРС по теме

№ р а б	Вид работ	Исполнители	T_{ki} , кал . дн.	Продолжительность выполнения работ												
				февр.		март			Апрел ь			май			июн ь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2

о т																	
1	Составление ТЗ	Руководитель	3														
2	Изучение литературы	Дипломник	28														
3	Выбор напр. исслед.	Руководитель, Дипломник	4														
4	Календарн. планир.	Руководитель, Дипломник	2														
5	Теор. расч. и обоснов.	Дипломник	13														
6	Постр. моделей, провед. эксперим.	Дипломник	42														
7	Сопост. результ. исслед. с теор.	Руководитель, Дипломник	4														
8	Оценка эффективн.	Руководитель, Дипломник	2														
9	Опнел. - Руководитель ОКР	Руководитель, Дипломник	2														
10	Оформление отчета по НИР	Дипломник	12														

Выводы: В разделе планирование научно-исследовательских работ была сформирована рабочая группа, в состав которой вошли ответственное лицо - научный руководитель и исполнитель – дипломник. Составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, произведено распределение исполнителей по видам работ. Определена трудоемкость выполнения работ равная 71,8 дней. Составлен план проекта, и в соответствии с ним построен календарный график проекта.

5.3 Бюджет научного исследования (НИ)

5.3.1 Расчет материальных затрат НИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{\text{расх}i} \quad (33)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{\text{расх}i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м^2 и т.д.);

Π_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./ м^2 и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу .

Таблица 5.12 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Сварочная проволока Св-08Г2С	Килограмм(кг)	0,5	80,5	40,25
Углекислый газ, высший сорт	Литр (л)	0,5	11,4	5,7
Итого				45,95

Из затрат на материальные ресурсы, включаемых в себестоимость продукции, исключается стоимость возвратных отходов.

5.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене [27]. Расчет затрат по данной статье заносится в таблицу 5.13.

Учтем стоимость оборудования, используемого при выполнении НТИ и имеющегося в «СМП-95» в виде амортизационных отчислений. Расчет проводим по методу равномерного прямолинейного списания - стоимость списывается равномерными долями в течение периода эксплуатации

$$AO_i = \frac{C_{\text{пер}} - C_{\text{ликв}}}{t} \quad (34)$$

где АО - годовые амортизационные отчисления, руб;

t - срок службы оборудования, год.

C_{пер} - первоначальная стоимость оборудования, руб;

C_{ликв} - ликвидационная стоимость оборудования, руб;

Примем Сликв = 0,03 • Спер.

$$AO_i = \frac{C_{\text{пер}} - C_{\text{ликв}}}{t},$$

Таблица 5.13- Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудован ия	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Срок службы, лет
1.	Источник питания ВДГ-302	1	36000	5
2.	Механизм подачи ПДГ-305	1	19700	5
3.	Маска электросварочная (с наголовником) стеклопластиковая отечественная	1	500	5
4.	Кабель силовой КГ- 200CAGE	1	3000	5
5.	Баллон с углекислым газом	1	9000	5

6.	Рукав резиновый диаметром 9,0 мм (3 кл.)	1	600	5
7.	Регулятор расхода газа У-30П-2(с подогревателем)	1	1200	5
	Итого		70000	

Затраты на амортизацию всего оборудования составили 14000

5.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада [27].

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \quad (35)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p \quad (36)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d} \quad (37)$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл.).

Таблица 5.14 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Дипломник
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	104	104
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	40
- невыходы по болезни	0	6
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	201

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p \quad (38)$$

где $З_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент;

k_d – коэффициент доплат и надбавок;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 5.15 - Расчёт основной заработной платы

Исполнители	З _{тс} , руб.	k _{пр}	k _д	k _р	З _м , Руб	З _{дн} , руб.	T _р , раб. дн.	З _{осн} , руб.
Руководитель	23264,86	0,3	0,3	1,3	48390,9	2528,97	13,3	33635,301
Дипломник	0	0	0	0	0	0	0	0

5.3.4 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (39)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (примем равным 0,13).

Таблица 5.16 - Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Дипломник
Основная зарплата	33635,301	0
Дополнительная зарплата	4372,589	0
Зарплата исполнителя	38007,89	0
Итого по статье С _{зп}	38007,89	

5.3.5 Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (40)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2016 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2016 году водится пониженная ставка – 27,1%.

$k_{внеб}$ принимаем равным 0,271; $C_{внеб} = 0,271 \cdot (38007,89) = 10300,2$

5.3.6 Накладные расходы

В эту статью включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. Кроме того, сюда относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др. В расчетах эти расходы принимаются в размере 70 - 90 % от суммы основной заработной платы научно-производственного персонала данной научно-технической организации. Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{накл} = k_{накл} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) \quad (41)$$

где $k_{накл}$ – коэффициент накладных расходов. Принимаем равным 0,8.

$$C_{накл} = 0,8 \cdot (38007,89) = 30406,312$$

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НТИ, приведенной в табл.

Таблица 5.17 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия.	45,95
Специальное оборудование для научных работ	14000

Основная заработная плата	33635,301
Дополнительная заработная плата	4372,589
Отчисления на социальные нужды	10300,2
Накладные расходы	30406,312
Итого плановая себестоимость	92762,352

Вывод: В разделе были произведены расчеты входящие в бюджет научного исследования: затраты на сырье и материалы, на оборудование, основная и дополнительная заработная плата исполнителей научного исследования, учтены отчисления на социальные нужды и накладные расходы. Общая сумма затрат составила 92762,352рублей.

5.4 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

5.4.1 Оценка сравнительной эффективности исследования

Сравним показатели исследования с основными конкурентами: «Riello», Италия и «Viessmann», Германия, занимающихся изготовлением водогрейных котлов.

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}} \quad (42)$$

где I_{ϕ}^p - интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

$\Phi_{\max}$ – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}} = \frac{92762,352}{160000} = 0,57$$

$$I_{\phi}^{a1} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}} = \frac{160000}{160000} = 1$$

$$I_{\phi}^{a2} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}} = \frac{145600}{160000} = 0,91$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p \quad (43)$$

где I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов; a_i – весовой коэффициент i -го параметра;

b_i^a , b_i^p – бальная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;
 n – число параметров сравнения.

Таблица 5.18 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	ПО	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Riello	Viessmann

1.Стоимость продукции	0,2	5	4	4
2. Отсутствие побочных продуктов	0,1	5	5	5
3. Удобство в эксплуатации	0,15	5	5	4
4. Энергосбережение	0,1	4	4	4
5. Время сварки	0,15	4	3	3
6. Качество сварного шва	0,15	4	5	5
7. Ресурсосбережение	0,15	5	4	4
ИТОГО	1	4,6	4,25	4,1

$$T_{\Pi} = 5*0,2+5*0,1+5*0,15+4*0,1+4*0,15+4*0,15+ 5*0,15=4,6$$

$$\text{«Riello»} = 4*0,2+5*0,1+5*0,15+4*0,1+3*0,15+ 5*0,15+4*0,15 = 4,25$$

$$\text{«Viessmann»} = 4*0,2+5*0,1+4*0,15+4*0,1+3*0,15+ 5*0,15+4*0,15 = 4,1$$

Интегральный показатель эффективности разработки ($I_{финр}^p$) и аналога ($I_{финр}^a$) определяется на основании интегрального показателя

ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_{\phi}^p}, \quad I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_{\phi}^a} \quad \dots \quad (44)$$

$$I_{финр}^p = \frac{4,6}{0,57} = 8,07$$

$$I_{финр}^{a1} = \frac{4,25}{1} = 4,25$$

$$I_{финр}^{a2} = \frac{4,1}{0,91} = 4,5$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта.

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a} \quad (45)$$

$$\mathcal{E}_{cp1} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^{a1}} = \frac{8,07}{4,25} = 1,89$$

$$\mathcal{E}_{cp1} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^{a2}} = \frac{8,07}{4,5} = 1,79$$

где $\mathcal{E}_{cp}$ – сравнительная эффективность проекта; $I_{мэ}^p$ – интегральный показатель разработки; $I_{мэ}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Таблица 5.19 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Riello	Viessmann
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,57	1	0,91
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,6	4,25	4,1
3	Интегральный показатель эффективности	8,07	4,25	4,5
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения		1,89	1,79

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволило определить, что представленное в бакалаврской работе исследование и решение технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является наиболее эффективным.

Выводы по разделу:

Таким образом, в разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был:

Проведен анализ потребителей рынка, анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, SWOT-анализ.

Произведено планирование научно-исследовательских работ, в результате которого была сформирована рабочая группа. Составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, произведено распределение исполнителей по видам работ. Определена трудоемкость выполнения работ равная 71,8 дней. Составлен план проекта, и в соответствии с ним построен календарный график проекта.

Произведен расчет бюджета исследования себестоимость проекта составляет 92762,352рублей.

Проведена оценка сравнительной эффективности проекта. Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволило определить, что представленное в бакалаврской работе исследование и решение технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является наиболее эффективным.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В11	Сизиков Дмитрий Геннадьевич

Институт	Институт электронного обучения	Кафедра	Оборудование и технология сварочного производства
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

**Тема выпускной квалификационной работы: Разработка технологии
сборки и сварки трубной доски водогрейного котла.**

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Целью данного раздела – выявление и предупреждение всех возможных опасных и вредных для здоровья человека факторов, которые могут возникнуть при работе на сварочном производстве
2. Описание рабочего места при выполнении сварочных работ на предмет возникновения:
 - вредных проявлений факторов производственной среды (для обслуживающего персонала необходимо обеспечить оптимальные, в крайнем случае, допустимые значения метеоусловий на рабочем месте, обеспечить комфортную освещенность рабочего места, уменьшить до допустимых пределов шум, обеспечить безопасное использование электроустановок, рабочую приточную вентиляцию
 - опасных проявлений факторов производственной среды (в связи с присутствием электричества для питания сварочного оборудования и освещенности цеха, наличии горючих) и взрывоопасных газов необходимо предусмотреть, если есть, то перечислить средства коллективной и индивидуальной защиты от электро-, пожаро- и взрывоопасности);
 - необходимо предусмотреть мероприятия по предотвращению негативного воздействия на окружающую природную образующихся отходов: металлолом черных и цветных металлов и сплавов, сварочный шлак,

промасленная ветошь, картон, полиэтиленовая упаковка и др.
 - необходимо обеспечить устойчивую работу вашего производственного участка при возникновении чрезвычайных ситуаций, характерных для Сибири – сильные морозы, пурга, человеческий фактор, диверсия (рассмотреть минимум 2 ЧС – 1 природную, 1 техногенную).

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ сварочного производства:

- а) приводится перечень всех используемых в работе га, их агрегатное состояние, класс опасности (токсичности), механизм воздействия их на организм человека, единицы измерения количества (концентрации); приводится перечень средств коллективной и индивидуальной защиты персонала, а также защиты окружающей среды;
- приводятся правила охраны труда и техники безопасности
- б) приводятся данные по оптимальным и допустимым значениям микроклимата на рабочем месте, перечисляются методы обеспечения этих значений; приводится 1 из расчетов (расчет освещенности на рабочем месте, , расчет необходимого времени эвакуации рабочего персонала, расчет);
- в) приводятся данные по реальным значениям шума на рабочем месте, разрабатываются или, если уже есть, перечисляются мероприятия по защите персонала от шума, при этом приводятся значения ПДУ, средства коллективной защиты, СИЗ;
- приводятся правила обращения с баллонами для сжатых и сжиженных газов, правила защиты зрения и открытой поверхности кожи, защита от ушибов и порезов
- предлагаемые средства защиты
 (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)

2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности

- а) приводятся данные по значениям напряжения используемого оборудования, классификация помещения по электробезопасности, допустимые безопасные для человека значения напряжения, тока и заземления (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); перечисляются СКЗ и СИЗ;
 - б) приводится классификация пожароопасности помещений, указывается класс пожароопасности вашего помещения, перечисляются средства пожаробнаружения и принцип их работы, средства пожаротушения, принцип работы, назначение (какие пожары можно тушить, какие – нет), маркировка;
- пожаро-взрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия).

3. Охрана окружающей среды:

организация безотходного производства (приводится перечень отходов , перечисляются методы улавливания, переработки, хранения и утилизации образовавшихся на вашем производстве промышленных отходов).
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – а)Приводятся возможные для Сибири ЧС; Возможные ЧС: морозы, диверсия – разрабатываются превентивные меры по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства (приводится перечень ГОСТов, СНиПов и др. законодательных документов, использованных в своей работе);
Перечень графического материала: 1) Пути эвакуации 2) План размещения светильников на потолке рабочего помещения

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	д.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В11	Сизиков Дмитрий Геннадьевич		

6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

6.1 Анализ сварочного производства.

Все рассмотренные ниже вопросы относятся к монтажно-сварочным работам при строительстве.

Применение электродуговой сварки требует такой организации сварочных работ, которая обеспечила бы максимально безопасность труда сварщиков и вспомогательных рабочих.

Целью данного раздела – выявление и предупреждение всех возможных опасных и вредных для здоровья человека факторов, которые могут возникнуть при работе на сварочном производстве.

Виды и причины промышленного травматизма в сварочном производстве следующие:

- ожоги (вследствие того, что в процессе сварки оголенные участки тела не были защищены от воздействия лучей сварочной дуги);
- слезотечение (вследствие того, что глаза во время сварки не были защищены очками от действия лучей сварочной дуги);
- отравление организма (причинами отравления являются: образующиеся при сварке пары окислов цинка, свинца, меди, марганца кремния, большая концентрация в воздухе углекислого газа, азота и плохая вентиляция);
- падения и переломы, причины: 1) рабочий невнимательно осмотрелся вокруг и не принял необходимых мер предосторожности, например не проверил, как положены, подмости или как сделано ограждение и т.п.; 2), рабочий не привязался монтажным ремнем при работе на высоте; это может привести к падению с высоты);
- травматизм при взрывах получается вследствие нарушения правил ведения производства сварочных работ, как, например: сварка или резка близко от емкостей с взрывоопасными веществами без соответствующей их дегазации;

- поражение электрическим током (причина: не были соблюдены правила техники безопасности);
- облучение гамма - или рентгеновским излучением во время просвечивания сварных швов (в период просвечивания рабочий персонал не был удален из зоны просвечивания).

6.2 Воздушная среда и микроклимат. Вентиляция.

Работы по сварке на машиностроительных предприятиях выполняют, как правило, внутри производственных помещений. Выполнение работ в иных местах допускается на действующих предприятиях в соответствии с правилами техники безопасности и производственной санитарии по отраслям промышленности.

Микроклимат в производственном помещении и на рабочем месте оказывает существенное влияние на самочувствие работающего. Значительные колебания микроклимата могут приводить к перегреву или переохлаждению организма, что снижает производительность труда и влечет за собой заболевания и травматизм.

Важнейшими мероприятиями по нормализации микроклимата в производственных помещениях и в зонах рабочих мест являются: отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.

Нормы производственного микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда ГОСТ 12.1.005–88 "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны". В этих нормах отдельно нормируется каждый компонент микроклимата в рабочей зоне производственного помещения: температура, относительная влажность, скорость воздуха в зависимости от способности человека к акклиматизации в разное время года, характера одежды, интенсивности производственной работы и характера тепловыделений в рабочем помещении.

В сварочных цехах на стационарных рабочих постах, а также, где это возможно, на нестационарных постах следует устанавливать местные отсосы.

В специальных помещениях или металлических шкафах для хранения баллонов со сжиженным газом должна быть предусмотрена естественная вентиляция через верхние и нижние части помещений или шкафов.

Скорость движения воздуха, создаваемая местными отсосами у источников выделения вредных веществ, должна соответствовать нормам приведенным в таблице 6.1 .

Таблица 6.1 – Скорость движения воздуха, создаваемая местными отсосами у источников выделения вредных веществ

Процесс	V, м/с
Сварка ручная	$\geq 0,5$

Количество вредных веществ, локализуемых местными отсосами, составляет для вытяжных шкафов не более 90%, а для местных отсосов других видов не более 75%. Оставшиеся количество вредных веществ (10-20%) должно разбавляться до ПДК с помощью общеобменной вентиляции.

6.3 Шумы и вибрации.

При сварке и сборке в данной работе использовались инструменты: шлифовальная машина, которая создает лишний шум, вредно действующий на организм.

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены ГОСТ 12.1.003–83* и санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562–96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки".

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Вибрации, воздействуя на организм человека, могут явиться причиной функциональных расстройств нервной и сердечно - сосудистой системы, а также опорно-двигательного аппарата. Увеличение интенсивности и длительности вибрации, в ряде случаев, приводит к развитию вибрационной болезни.

Снижение уровня вибраций может быть достигнуто виброгашением, которое чаще реализуется путем установки вибрирующих агрегатов на самостоятельные виброгасящие основания.

Для работающих с вибрирующим оборудованием рекомендуется организовывать 10-15 минутные перерывы после каждого часа работы и проводить комплекс физиопрофилактических мероприятий.

При разработке технологических процессов, проектировании, изготовлении и эксплуатации машин, производственных зданий и сооружений, а также при организации рабочего места следует принимать все необходимые меры по снижению шума, воздействующего на человека на рабочих местах, до значений, не превышающих допустимые.

Применение средств и методов коллективной защиты по ГОСТ 12.1.029;

Для снижения шума в производственных помещениях применяют различные методы коллективной защиты: уменьшение уровня шума в источнике его возникновения; рациональное размещение оборудования; борьбу с шумом на путях его распространения, в том числе изменение направленности излучения шума, использование средств звукоизоляции, звукопоглощения и установку глушителей шума, акустическую обработку поверхностей помещения.

На рабочих местах промышленных предприятий защита от шума должна обеспечиваться строительно-акустическими методами:

- применением ограждающих конструкций зданий с требуемой звукоизоляцией;

- применением звукопоглощающих конструкций (звукопоглощающих облицовок, кулис, штучных поглотителей);
- применением акустических экранов;
- применением глушителей шума в системах вентиляции, кондиционирования воздуха и в аэрогазодинамических установках;
- виброизоляцией технологического оборудования.

Применение средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051.

Для защиты от шума также широко применяются различные средства индивидуальной защиты: противошумные наушники, закрывающие ушную раковину снаружи; противошумные вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к нему; противошумные шлемы и каски; противошумные костюмы (ГОСТ 12.1.029-80. ССБТ «Средства и методы защиты от шума»).

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА.

6.4 Освещение.

Основной задачей производственного освещения является поддержание на рабочем месте освещенности, соответствующей характеру зрительной работы.

Естественное и искусственное освещение в помещениях регламентируется нормами СНиП 23–05–95 в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона, контраста объекта с фоном.

Неудовлетворительное освещение может исказить информацию, получаемую посредством зрения; кроме того, оно утомляет не только зрение, но и вызывает утомление организма в целом. Неправильное освещение может явиться причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие лампы и блики от них, резкие тени ухудшают или вызывают

полную потерю ориентации работающих. Кроме того, при неудовлетворительном освещении снижается производительность труда и увеличивается брак продукции.

Во всех производственных помещениях, в которых постоянно пребывает человек, должно быть предусмотрено естественное освещение, создаваемое светом неба.

В вечернее или ночное время, а также при недостаточности естественного освещения в дневное время применяют искусственное освещение, создаваемое электрическими лампами.

Искусственное освещение нормируется количественными (минимальной освещенностью) и качественными показателями (показателями ослепленности и дискомфорта, коэффициентом пульсации освещенности).

Для ограничения слепящего действия светильников общего освещения в производственных помещениях показатели ослепленности не должны превышать 20 - 80 единиц в зависимости от продолжительности и разряда зрительной работы. При освещении производственных помещений газоразрядными лампами, питаемыми переменным током промышленной частоты 50 Гц, глубина пульсаций не должна превышать 10 - 20 % в зависимости от характера зрительной работы.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 15$ м, ширина $B = 10$ м, высота $H = 3,5$ м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 1,0$ м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 150 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B \quad (46)$$

где A – длина, м;

B – ширина, м.

$$S = 15 \times 10 = 150 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор $\rho_c=30\%$, свежепобеленного потолка $\rho_{II}=50\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_z = 1,8$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛДЦ40-4, световой поток которой равен $\Phi_{\text{ЛД}} = 1995 \text{ Лм}$.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-40. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1227 мм, ширина – 265 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda=1,1$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,3 \text{ м}$.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p, \quad (47)$$

где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса,

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3,5 \text{ м}$.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,3 = 2,2 \text{ м}. \quad (48)$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 2,2 = 2,42 \text{ м}. \quad (49)$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{10}{2,42} = 4 \quad (50)$$

Число светильников в ряду: (51)

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{15}{2,42} = 6$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 3 \cdot 5 = 24 \quad (52)$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле: (53)

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,42}{3} = 0,8 \text{ м}$$

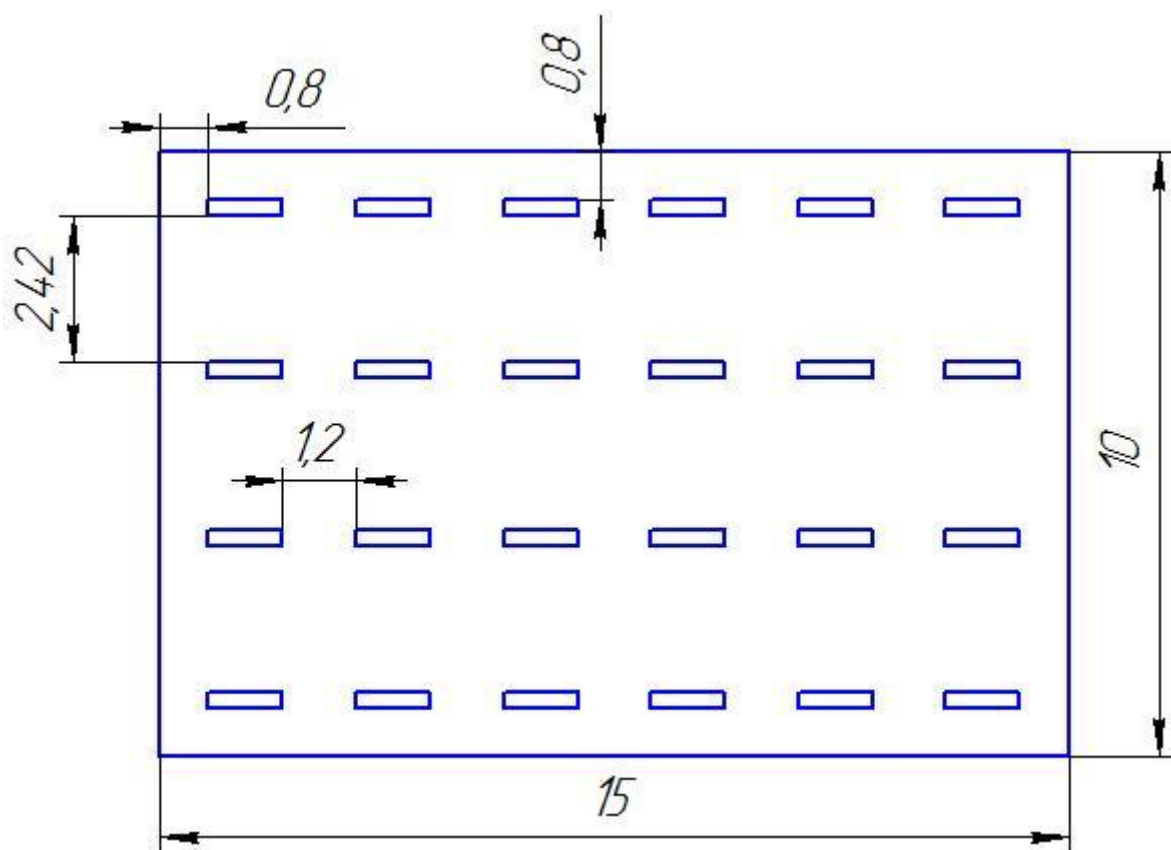


Рисунок 9 - План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

Индекс помещения определяется по формуле: (54)

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{15 \cdot 10}{2,2 \cdot (15 + 10)} = 2,7$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при $\rho_{\Pi} = 50 \%$, $\rho_C = 30\%$ и индексе помещения $i = 2,7$ равен $\eta = 0,55$.

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\Pi} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{150 \cdot 15 \cdot 10 \cdot 1,8 \cdot 1,1}{48 \cdot 0,55} = 1687 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\Pi}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\Pi}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{1995 - 1687}{1995} \cdot 100\% = 15\%.$$

Таким образом: $-10\% \leq 15\% \leq 20\%$, необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

6.5 Охрана труда и техника безопасности.

Охрана труда представляется комплексом технических и организационных мероприятий, направленных на создание безопасных и здоровых условий труда работающих. Охрана труда, прежде всего, предусматривает предотвращение производственного травматизма. Главной материальной основой улучшения условий труда являются новые методы производства, новая техника, комплексная механизация и автоматизация производства. Трудовым законодательством предусмотрен ряд льгот для рабочих-сварщиков. К сварочным работам допускаются лица не моложе 18 лет после сдачи техминимума по правилам техники безопасности.

Сварщикам ежегодно предоставляется дополнительный оплачиваемый отпуск в зависимости от условий работы. Им выдаётся

сварочная спецодежда, защитные щитки и маски. При тяжелых и вредных работах сварщики получают специальное питание. При правильно организованном производстве, обеспечении условий охраны труда и соблюдении правил техники безопасности и производственной санитарии сварка не представляет собой особо вредного и опасного технологического процесса.

Средства индивидуальной защиты.

В соответствии с ГОСТ 12.4.103-83 электросварщик допускается к выполнению работ при наличии следующих средств индивидуальной защиты:

- брезентового костюма с защитными свойствами «Тр» или костюма для сварщика;
- кожаных ботинок с защитными свойствами « Тр. »;
- брезентовых рукавиц типа «Е» с защитными свойствами «Тр.»;
- щитка сварщика (ТУ 36-2455-82) или на головного щитка с каской для электросварщика (ТУ 5.978-13373-82);
- предохранительного пояса для строителей (исполнение «С»);
- в случае превышения предельно допустимой концентрации пыли и газов при работе в замкнутых и труднодоступных помещениях (емкостях) сварщики обеспечиваются дыхательными приборами с принудительной подачей чистого воздуха.

Правила обращения с баллонами для сжатых и сжиженных газов.

Электросварщик в процессе работы приходится пользоваться баллонами для сжатых (аргон) и сжиженных (углекислый газ) газов.

Аргон – нейтральный газ, без запаха и без цвета. Токсическое действие аргона такое же, как и у азота.

Углекислый газ – бесцветный газ, без запаха, с кисловатым вкусом. Углекислый газ сам по себе не вызывает отравлений, но его скопление сопровождается вытеснением кислорода из воздуха.

При работе с ними необходимо соблюдение следующих мер безопасности:

- хранить баллоны следует в вертикальном положении с плотно навинченными предохранительными колпаками в специальных гнездах или клетках с барьерами;
- не следует допускать падения баллонов, а также ударов их друг о друга;
- баллоны нужно переносить на носилках или перевозить на тележках;
- в летнее время баллоны необходимо защищать от нагрева солнечными лучами брезентом или другими средствами;
- открывать вентиль баллона следует плавно, без рывков, пользоваться специальным ключом;
- при замерзании баллонных вентиля и редукторов (что бывает при интенсивном отборе газа) отогревать можно только горячей водой (применять открытый огонь нельзя);
- для понижения давления до рабочего следует пользоваться исправными газовыми редукторами, предназначенными для данного газа и окрашенными в соответствующий этому газу цвет.

6.6 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

6.6.1 Электробезопасность.

Опасностью поражения электрическим током от сварочных аппаратов, установок индукционного нагрева деталей, токоведущих шин, рубильников, оборудования, работающего на токах высокой и промышленной частоты напряжением до 660 В и др.

Прежде чем приступить к работе со сварочным аппаратом, необходимо тщательно ознакомиться с паспортом и правилами по эксплуатации. Через каждые 12 месяцев эксплуатации аппарата, а также после хранения свыше 12 месяцев на складе производится проверка аппарата в соответствии с технической документацией.

В случае поражения сварщика электрическим током необходимо срочно отключить ток ближайшим выключателем или отделить

пострадавшего от токоведущих частей, используя сухие подручные материалы (шест, доску и др.). После этого положить его на теплую подстилку и по возможности согреть. Немедленно вызвать медицинскую помощь, учитывая, что промедление свыше 5-6 минут может привести к непоправимым последствиям. При бессознательном состоянии пострадавшего следует освободить от стесняющей одежды и немедленно приступить к искусственному дыханию, также необходимо находиться рядом с пострадавшим до прибытия врача.

Электрозащитные средства:

СКЗ:

Архитектурно-планировочные решения и правильная организация производственных процессов, но если даже это все является залогом безопасности сотрудников, приходится прибегать к использованию средств индивидуальной защиты (СИЗ).

Средства индивидуальной защиты применяют в тех случаях, когда безопасность работ не может быть обеспечена конструкцией оборудования, организацией производственных процессов, архитектурно-планировочными решениями и средствами коллективной защиты.

СИЗ:

-средства защиты головы, средства защиты глаз и лица, средства защиты органов дыхания, средства защиты рук, средства защиты от падения с высоты, одежда специальная защитная.

-изолирующие штанги, изолирующие клещи, указатели напряжения, электроизмерительные клещи, диэлектрические перчатки, ручной изолирующий инструмент.

-диэлектрические галоши, диэлектрические ковры и изолирующие подставки, изолирующие колпаки, покрытия и накладки, лестницы приставные и стремянки изолирующие стеклопластиковые [7].

Сопrotивление человеческого организма в зависимости от его состояния (утомленность, влажность кожи, состояние здоровья) меняется в широких пределах от 1000 до 20 000 Ом. Напряжение холостого хода источников питания дуги достигает 90В, а сжатой дуги 200В. В соответствии с законом Ома при неблагоприятном состоянии сварщика через него может пройти ток, близкий к предельному:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{90}{1000} = 0,09A \quad (57)$$

Смертельным для человека является ток силой 0,1А и выше. Ток силой 0,05—0,10А очень опасен, при воздействии на человека вызывает обморочное состояние уже при силе тока 0,03А человек не может оторвать руки от проводника тока так как происходит судорожное сокращение мышц. Ток с силой 0,005А и ниже можно считать безопасным для человека.

Безопасным напряжением считают 36 В (для светильников местного стационарного освещения, переносных светильников и т. д.) и 12 В (для переносных светильников при работе внутри металлических резервуаров, котлов). Но при определенных ситуациях и такие напряжения могут представлять опасность.

Помещения по электробезопасности подразделяются на 3 группы:

1. Помещение без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18—20°, с влажностью 40—50%.
2. Помещение с повышенной опасностью (где имеется один из следующих признаков: повышенная температура, влажность 70—80%, токопроводящие полы, металлическая пыль, наличие заземления, большого к-ва оборудования).
3. Помещения особо опасные, в которых имеется наличие двух признаков из второй группы или имеются в помещении едкие или ядовитые взрывоопасные вещества.

Помещение, где изготавливается котел относится к 3 группе электробезопасности так как присутствует заземление сварочного оборудования и металлическая пыль.

6.6.2 Противопожарная безопасность.

Причинами пожара при сварочных работах могут быть искры и капли расплавленного металла и шлака, неосторожное обращение с пламенем горелки при наличии горючих материалов вблизи рабочего места сварщика. Опасность пожара особенно следует учитывать на строительно-монтажных площадках и при ремонтных работах и не приспособленных для сварки помещениях. Для предупреждения пожаров необходимо соблюдать следующие противопожарные меры:

- нельзя хранить вблизи от места сварки огнеопасные или легковоспламеняющиеся материалы, а также производить сварочные работы в помещениях, загрязненных промасленной ветошью, бумагой, отходами дерева и т.п.;
- запрещается пользоваться одеждой и рукавицами со следами масел, жиров, бензина, керосина и других горючих жидкостей;
- нельзя выполнять сварку и резку свежевывкрашенных масляными красками конструкций до полного их высыхания;
- запрещается выполнять сварку аппаратов, находящихся под электрическим напряжением, и сосудов, находящихся под давлением;
- нельзя проводить без специальной подготовки сварку и резку емкостей из под жидкого топлива;
- при выполнении в помещениях временных сварочных работ деревянные полы, настилы и помосты должны быть защищены от воспламенения листами асбеста или железа;
- нужно постоянно иметь и следить за исправным состоянием противопожарных средств — огнетушителей, ящиков с песком, лопат, ведер,

пожарных рукавов и т.п., а также содержать в исправности пожарную сигнализацию;

– после окончания сварочных работ необходимо выключить сварочный аппарат, а также убедиться в отсутствии горящих или тлеющих предметов. Средствами пожаротушения являются вода, пена, газы, пар, порошковые составы и др.

Места производства сварочных работ должны быть обеспечены средствами пожаротушения.

Марки огнетушителей их назначение:

Огнетушитель - это устройство для ликвидации (тушения) очага возгорания огнетушащими средствами. Приводится в действие ручным способом. Необходимо, чтоб огнетушитель был под рукой особенно в опасных местах возгорания

В сварочном цехе используем следующие огнетушители:

Огнетушитель порошковый ОП-3(з)

Предназначен для укомплектования легковых автомобилей, а также применения в бытовых условиях в качестве первичного средства тушения пожаров класса А (твердых веществ), С (горючих газов), В (горючих жидкостей или плавящихся твердых тел) и электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В (в зависимости от марки применяемого огнетушащего порошка)

Огнетушитель углекислотный ОУ-1:

Углекислотные огнетушители предназначены для тушения загораний веществ, горение которых не может происходить без доступа воздуха, загораний электроустановок, находящихся под напряжением не более 1000В, жидких и газообразных веществ (класс В, С).

Углекислотными огнетушителями предпочтительно оборудовать противопожарные щиты в лакокрасочных цехах, на складах, АЗС и на территории промышленных предприятий, в электроустановках, находящихся под напряжением до 1000В.

Огнетушители не предназначены для тушения загорании веществ, горение которых может происходить без доступа воздуха (алюминий, магний и их сплавы, натрий, калий), такими огнетушителями нельзя тушить дерево.

В нашем цехе должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители расположены на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Таблица 6.2 - Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности

Сварочный цех, рассматриваемый в данной работе относится к категории «А»- повышенная взрывопожаро-опасность.

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А повышенная взрывопожаро- опасность	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа

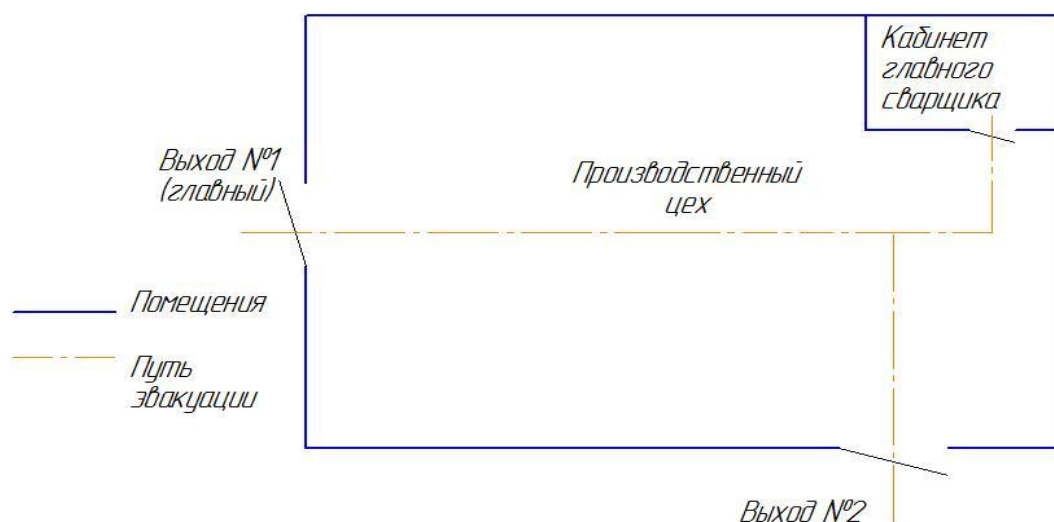


Рисунок 10 - План эвакуации.

6.6.2 Промышленная санитария

Промышленная санитария-система практических мероприятий, направленных на предупреждение неблагоприятного воздействия условий труда на здоровье лиц, занятых в промышленности. Основной задачей промышленной санитарии являются профилактика профессиональных заболеваний и профессиональных отравлений, улучшение общего состояния здоровья работающих.

К основным практическим мероприятиям промышленной санитарии, выполняемым в процессе строительства, реконструкции и эксплуатации промышленных предприятий, относятся: 1) рациональная планировка производственных помещений применительно к технологическому процессу; 2) размеры площадей и объемов рабочих помещений; 3) организация рабочего места; 4) естественное и искусственное освещение; 5) отопление и вентиляция; 6) водоснабжение и канализация; 7) очистка производственных выбросов в атмосферу и сточных вод в водоемы; 8) обеспечение работающих бытовыми помещениями.

Выполнение гигиенических норм и санитарных правил в промышленности возлагается на администрацию предприятий, контроль за

их исполнением осуществляется санитарно-эпидемиологическими станциями.

Вредными основными веществами, выделяющимися при сварке сталей, являются: окись углерода, хром, марганец и фтористые соединения.

Согласно ГОСТ 12.1.005–88 предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений не должна превышать величин, указанных в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Классы опасностей вредных веществ выделяющихся при сварке сталей

Вещество	ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Агрегатное состояние
Оксиды марганца (MnO ₂)	0,3	1	аэрозоли
Оксиды хрома (CrO ₃)	0,01	1	аэрозоли
Фториды кремния (SiF ₄)	0,01	1	аэрозоли
Оксид углерода (CO)	20	3	пары или газы

ПДК - предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны, мг/м³, это концентрация, которая при работе не более 41 часа в неделю в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболевания у работающих и их потомства.

В зависимости от типа сварочных работ и места их проведения, человек должен быть экипирован средствами индивидуальной защиты. Особое внимание надо обращать на защиту глаз, т.к. сварка — это мощный световой источник, наносящий вред глазам.

СКЗ:

Вентиляционное оборудование.

Фильтровентиляционное оборудование.

Коллективный защитный характер носят мокрота переработки, герметизация, отделка помещений особыми материалами, медосмотры, профпитание.

СИЗ:

При неэффективности коллективных средств защиты применяют средства индивидуальной защиты (защита дыхания, кожи, отдельных органов).

В зависимости от назначения средства индивидуальной и коллективной защиты подразделяют на:

Специальная одежда (комбинезоны, полукOMBинезоны, куртки, брюки, костюмы, полушубки, тулупы, фартуки, жилеты, нарукавники);

Специальная обувь (сапоги, ботинки, галоши, боты);

Средства защиты головы (каска, подшлемники, шапки, береты);

Средства защиты органов дыхания (противогазы, респираторы);

Средства защиты лица (защитные щитки и маски);

Средства защиты глаз (защитные очки);

Средства защиты органов слуха (наушники, вкладыши);

Предохранительные приспособления (диэлектрические коврики, ручные захваты, манипуляторы, наколенники, налокотники, наплечники, предохранительные пояса);

Средства защиты рук (рукавицы, перчатки);

Защитные дерматологические средства (пасты, кремы, мази, моющие средства)

6.6.3 Ультрафиолетовое излучение

УФ - излучение – это электромагнитное излучение в оптической области в диапазоне 200-400 нм. с частотой колебаний от 10^{13} до 10^{16} Гц, примыкающее со стороны коротких волн к видимому свету. Оно относится к неионизирующим излучениям.

-УФ- излучение характеризуется двояким действием на организм:

1. опасностью переоблучения ,
2. необходимостью для нормального функционирования организма.

Воздействие на человека:

Длительное воздействие больших доз УФ-излучения может привести к серьезным поражениям глаз и кожи. Острые поражения глаз обычно проявляются в виде кератитов (воспаления роговицы) и помутнения хрусталика глаза.

Воздействие повышенных доз УФ-излучения на центральную нервную систему сопровождается головной болью, тошнотой, головокружением, повышением температуры тела, утомляемостью, нервным возбуждением и др.

Основными способами защиты от воздействия УФ излучения являются:

- защита расстоянием –это удаление обслуживающего персонала от источников УФ- излучения на безопасную величину;
- экранирование рабочих мест – (укрытие) источников излучений с помощью различных материалов и светофильтров, не пропускающих или снижающих интенсивность излучений (используют противосолнечные экраны, жалюзи, оконные стекла со специальным покрытием, стекла «хамелеоны»);
- рациональное размещение рабочих мест;
- использование индивидуальных средств (спецодежды (куртка, брюки), рукавиц, фартука из специальных тканей, щитка со светофильтром, соответствующего определенной интенсивности излучения.

6.7 Охрана окружающей среды

Отходами в сварочном производстве являются:

- отходящие газы при сварке
- абразивная пыль, отработанные абразивные круги;
- металлолом черных и цветных металлов и сплавов;

- мусор от уборки территории;
- сварочный шлак;
- промасленная ветошь, картон, полиэтиленовая упаковка и др.

Аэрозоли воздушных выбросов промышленных предприятий характеризуются большим разнообразием дисперсного состава и других физико-химических свойств. В связи с этим разработаны различные методы очистки и типы пылеуловителей - аппаратов, предназначенных для очистки выбросов от пыли (и других аэрозолей).

Методы очистки промышленных газовых выбросов от пыли можно разделить на две группы: методы улавливания пыли «сухим» способом и методы улавливания пыли «мокрым» способом. Аппараты обеспыливания газов включают: пылеосадительные камеры, циклоны, пористые фильтры, электрофильтры, скрубберы и др.

Наибольшее распространение получили рукавные фильтры. Поток загрязненного газа проходит через фильтрующие тканевые рукава, пыль задерживается на внутренней поверхности рукавов. Отделение пыли и регенерация фильтров может проводиться одним из следующих методов: механическим встряхиванием, обратной продувкой воздухом, импульсной продувкой сжатым воздухом.

Сбор отходов производится:

- в специальные контейнеры;
- на специальные площадки для крупногабаритных отходов (металлолом);
- на территориях цехов;
- в иные места (помещения) для временного хранения отходов

В контейнеры исключается попадание атмосферных осадков и запрещается раздувание отходов. На территории предприятия устраивают специальные бетонированные или асфальтированные площадки для размещения контейнеров. Площадка должна быть с водонепроницаемым покрытием. Подъезды к местам, где установлены контейнеры, должны освещаться и иметь дорожные покрытия с учетом разворота машин и

выпуска стрелы подъема контейнеровоза или манипулятора. Для предотвращения засорения территории предприятия отходами устанавливаются урны емкостью не менее 10 л. У каждого входа в производственные цеха должно быть расположено не менее 1 урны. Места размещения урн на территории предприятия определяются руководством в зависимости от интенсивности использования территории.

Для хранения отходов, обладающих пожароопасными свойствами (отработанные масла, ветошь, масляные фильтры) организуются специальные места хранения (обособленное помещение, выполненное из металлических листов), исключающие возможность самопроизвольного возгорания.

Перемещение отходов на территории промышленного предприятия должно соответствовать санитарно-эпидемиологическим требованиям, предъявляемым к территориям и помещениям промышленных предприятий. При перемещении отходов в закрытых помещениях следует использовать автопогрузчики

Организация утилизации отходов определяется применением в системе обращения с отходами на территории области, обеспечивающей их сортировку и брикетирование

6.8 Чрезвычайные ситуации.

Чрезвычайная ситуация - это совокупность исключительных обстоятельств, сложившихся в определенной зоне в результате чрезвычайного события техногенного, антропогенного и природного характера.

Своевременное оповещение населения, организаций, органов управления о возникновении чрезвычайных ситуаций, его достоверность и четкость, является одной из важнейших задач гражданской обороны (ГО).

Основными принципами защиты при чрезвычайных ситуациях являются:

- укрытие населения в защитных укрытиях ГО (специальных убежищах, противорадиационных укрытиях) и других сооружениях.
- эвакуация населения из зон возможных стихийных бедствий, аварий, катастроф или при угрозе их возникновения, из зон национальных конфликтов и в военное время, рассредоточение рабочих и служащих предприятий, продолжающих свою производственную деятельность в зонах возможных сильных разрушений и эвакуация всего остального населения из этих зон в загородную зону;
- использование средств индивидуальной защиты (СИЗ) и медицинских средств защиты (МСЗ).

Таким образом, защита населения и хозяйства достигается путем сочетания комплекса основных способов защиты (укрытие, эвакуация, применение СИЗ и МСЗ).

Организация и осуществление мероприятий противорадиационной, противохимической защиты населения возлагается на службу противорадиационной и противохимической защиты (ПР и ПХЗ), противобактериологической - на медицинскую службу ГО.

Эти службы обязаны: организовать радиационное, химическое и бактериологическое наблюдение, разведку и лабораторный контроль за соответствующими видами заражения и дозиметрический контроль облучения людей; обеспечить проведение санитарно - гигиенических, профилактических и противоэпидемических мероприятий; предотвратить потребление зараженного продовольствия и воды, обеспечить их обеззараживание; обеспечить правильное хранение, своевременную выдачу и надежное использование СИЗ и МЗС.

В системах приточно-вытяжной вентиляции устанавливают фильтры и герметические задвижки, устанавливают устройства для обеззараживания воды, поступающей на хозяйственные, бытовые и производственные нужды. Создают запасы СИЗ, дезактивирующих и дезинфицирующих веществ, подготавливают технические средства для их применения.

Ликвидацию чрезвычайных ситуаций осуществляют силами и средствами организаций, органами местного самоуправления, органами исполнительной власти субъектов РФ, на территории которых сложилась чрезвычайная ситуация.

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют. Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия. Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. Масляные обогреватели нагреваются до температуры 110-150 градусов, поэтому довольно быстро способны отопить помещение. На время отсутствия сотрудников можно выставить на термостате температуру 10-15 градусов, и не бояться, что они замерзнут, придя на работу. Главное, учитывать, что суммарная мощность обогревателей была меньше электрической мощности источника их питания. А также желательно наличие дополнительного автоматического выключателя в распределительном щите для защиты от перегрузок.

Техногенные чрезвычайные ситуации связаны с производственной деятельностью человека и могут протекать с загрязнением и без загрязнения окружающей среды. Наибольшую опасность в техногенной сфере представляют транспортные аварии, взрывы и пожары, радиационные аварии, аварии с выбросом химически опасных веществ и др.

На данном предприятии возможен следующий вид техногенной чрезвычайной ситуации: пожары, взрывы, угроза взрывов.

На предприятиях, таких как химические комбинаты, металлургические и машиностроительные заводы и т.д., где риск

возникновения пожаров большой, система предупреждения и оповещения включается в общую структуру внутренней службы пожарной безопасности. Участки риска оснащаются не только датчиками, но и средствами ликвидации огня. Как правило, на них находится звуковая сигнализация, противопожарный щит и аварийная насосная станция для самостоятельного ведения борьбы с огнем до прибытия централизованных подразделений.

В производственных условиях в сварочном цехе самыми распространенными источниками воспламенения являются:

а) искры, образующиеся при коротких замыканиях, и нагревания участков электросетей и электрооборудования, возникающие при их перегрузках или при появлении больших переходных сопротивлений.

б) искры, образующиеся при ударах металлических деталей друг о друга или об абразивный инструмент, как, например, удары Лопастей вентилятора о кожух, образование искр при обработке металлов абразивным инструментом и т. п.;

в) искровые разряды статического электричества;

г) искры, образующиеся при электро- и газосварочных работах.

Возникновение пожара возможно предотвратить путем осуществления соответствующих инженерно-технических мероприятий при проектировании и эксплуатации технологического оборудования, энергетических и санитарно-технических установок, а также соблюдением установленных правил и требований пожарной безопасности.

Важнейшими пожарно-профилактическими мероприятиями являются:

- правильный выбор электрооборудования и способов его монтажа с учетом пожароопасности окружающей среды, систематический контроль исправности защитных аппаратов и устройств на электрооборудовании, постоянный надзор за эксплуатацией электроустановок и электросетей силами электротехнического персонала;

- оборудование эффективной вентиляции, исключающей возможность образования в помещении взрывоопасной смеси, и обеспечение нормальной работы вентиляции в окрасочных и сушильных камерах и других аппаратах;
- создание условий, обеспечивающих пожарную безопасность при работе с нагретыми до высокой температуры изделиями и расплавленным металлом, при сварочных и других огневых работах;
- изолирование огнедействующих производственных установок и отопительных приборов от сгораемых конструкций и материалов, а также соблюдение режима их эксплуатации;
- обеспечение надежной герметизации производственного оборудования и турбопроводов с огнеопасными продуктами и немедленное устранение неисправностей при выявлении утечек продуктов в окружающую среду;
- запрещение хранения, транспортирования и содержания на рабочих местах огнеопасных жидкостей и растворов в открытых емкостях (в ведрах, открытых баках и т. п.);
- своевременное удаление промасленных обтирочных материалов и огнеопасных производственных отходов в специальные отведенные для этого места;
- проведение разъяснительной работы среди рабочих и служащих по соблюдению правил пожарной безопасности.

При разработке и осуществлении мероприятий по устранению причин возникновения пожаров особое внимание следует уделять пожароопасным производственным цехам и участкам (лакокрасочных покрытий, деревообработки и др.). В этих цехах и на участках необходимо широко применять приборы и аппараты автоматического регулирования параметров, которые влияют на снижение пожарной опасности технологического процесса производства.

ВЫВОДЫ

1. Проведен анализ материала сварной конструкции;
2. Был произведен подбор сварочных материалов, оборудования и режимов;
3. Разработана технология сборки и сварки трубной доски;
4. Проведена оценка экономической эффективности и ресурсосбережения проекта;
5. Проект разработан в соответствии с требованиями по защите окружающей среды и безопасности человека.
6. Данная технология сборки и сварки трубной доски найдет свое применение на предприятии “СМП-95”

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Паровые и водогрейные котлы : справочное пособие / сост. А. К. Зыков. — СПб.: Полиграфия, 2005. — 114 с.: ил. — Библиогр.: с. 113. — ISBN 5-8103-00061-3.
2. Устройство и эксплуатация паровых и водогрейных котлов малой и средней мощности. Б.А. Соколов – 2008 – 64с.
3. Яконовский, Евгений Андреевич. Котельные установки малой и средней мощности : учебное пособие : альбом / Е. А. Яконовский. — Москва: Высшая школа, 1972. — 144 с.: ил. — Библиогр.: с. 142.
4. Эстеркин, Рахмиель Иосифович. Промышленные котельные установки : учебник / Р. И. Эстеркин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Ленинград: Энергоатомиздат, 1985. — 400 с.: ил. — Для учащихся техникумов. — Библиогр.: с. 396.
5. Марочник стали и сплавов [Электронный ресурс]. - режим доступа <http://www.splav-kharkov.com/>.
6. Технологические основы сварки давлением и плавлением. Сварка плавлением: учебно-методическое пособие / Е.А. Трущенко; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 80 с.
7. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная.
8. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.1/ Под ред. Н.А.Ольшанского. 1978. 504с., ил.
9. Э.Л. Макаров. Сварка и свариваемые материалы. М.: Металлургия, 1991. – 527с.
10. Источники питания для дуговой сварки: учебное пособие / С.А. Солодский, О.Г. Брунов, Д.П. Ильященко; Юргинский технологический институт – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 165 с.

11. ГОСТ 9467-75 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей.
12. ГОСТ 12.1.003 Шум. Общие требования безопасности.
13. ГОСТ 12.1.012-90 Вибрационная безопасность.
14. ГОСТ 12.4.051-87 Средства индивидуальной защиты органов слуха.
15. ГОСТ 12.1.005 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
16. СНиП 2.04.05 Строительные нормы и правила отопление, вентиляция и кондиционирование.
17. ГОСТ 12.4.021 Системы вентиляционные.
18. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение.
19. ГОСТ 12.3.003 Работы электросварочные.
20. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность.
21. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
22. ГОСТ 17.2.3.02 Охрана природы. Атмосфера.
23. СНиП 2.04.02-84 Водоснабжение, наружные сети и сооружения.
24. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
25. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
26. ГОСТ Р 22.0.02-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.
27. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А., В кн., «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», 2014.
28. ГОСТ Р 55601-2013 Аппараты теплообменные и аппараты воздушного охлаждения. Крепление труб в трубных решетках. Общие технические требования.