

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



Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение» профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

Кафедра «Сварочное производство»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
Разработка технологии сборки-сварки и контроль качества котла WIRT Classic 30 kWt УДК 621.181:621.791:621.757

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А32	Подзирей Д.Е.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СП	Томас К.И.	К.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Спец. по УМР	Павлов Н.В.	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Экономист ООО «ПроСнаб»	Шиков В.П.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой БЖДЭиФВ	Солодский С.А.	К.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Сварочного производства	Сапожков С.Б.	Д.т.н., доцент		

Юрга – 2017 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Р1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
Р2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
Р3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
Р4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности
Р5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
Р6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
Р7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Р8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефтегазодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
Р9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия
Р10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля
Р11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
Р12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и техно-логическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метро- логическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на пред- приятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Студент гр. 10А32
Руководитель ВКР

Подзирей Д.Е..
Томас К.И.

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



Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение» профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

Кафедра «Сварочное производство»

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломный проект

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

Студенту:

Группа	ФИО
10А32	Подзирей Дмитрию Евгеньевичу

Тема работы:

Разработка технологии сборки-сварки и контроль качества котла WIRT Classic 30 kWt

Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	30.01.2017 г. № 14/с
--	----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(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.).</i></p>	<p>Материалы преддипломной практики</p>
<p>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></p>	<p>1. Объект и методы исследования. 2. Расчеты и аналитика (аналитический обзор; теоретический анализ; инженерные расчеты; разработка конструкции; технологическое, организационное, эргономическое</p>

	<p>проектирование и др.).</p> <p>3. Результаты проведенного исследования (разработки).</p> <p>4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</p> <p>5. Социальная ответственность.</p>
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>1. ФЮРА.ВИРТ30.000.000 ВО Общий вид 1 лист (A1).</p> <p>2. ФЮРА.ВИРТ30.001.000 СБ Топка 1 лист (A1).</p> <p>3. ФЮРА.ВИРТ30.002.000 СБ Корпус 1 лист (A1).</p> <p>4. ФЮРА.ВИРТ30.003.000 СБ Дверки и дымоход 1 лист (A1).</p> <p>5. ФЮРА.000001.005 СБ Приспособление сборочно-сварочное 1 лист (A1).</p> <p>6. ФЮРА.000002.005 ЛП План участка 1 лист (A1).</p> <p>7. ФЮРА.000003.005 ЛП Директивный технологический процесс 1 лист (A1).</p> <p>8. ФЮРА.000004.005 ЛП Вентиляция приточно-вытяжная 1 лист (A1).</p> <p>9. ФЮРА.000005.005 ЛП Экономическая часть 1 лист (A1).</p> <p>10. Технологическая схема сборки и сварки изделия.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Томас К.И.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Солодский С.А.
Социальная ответственность	Шиков В.П.
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</p>	
Реферат	
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной	

работы по линейному графику	
-----------------------------	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СП	Томас К.И.	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А32	Подзирей Д.Е.		

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



Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Оборудование и технология сварочного производства»

Кафедра «Сварочное производство»

Период выполнения (весенний семестр 2016 – 2017 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.02.2017	Обзор литературы	10
15.02.2017	Объекты и методы исследования	10
17.03.2017	Расчеты и аналитика	20
18.04.2017	Финансовый менеджмент	20
20.05.2017	Социальная ответственность	20
27.05.2017	Заключение	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СП	Томас К.И.	К.т.н.		05.02.2017 г.

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Сварочного производства	Сапожков С.Б.	Д.т.н., доцент		

Юрга – 2017 г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
10А32	Подзирей Д.Е.

Институт	Юргинский технологический институт	Кафедра	Сварочное производство
Уровень образования	Высшее	Направление/специальность	Оборудование и технология сварочного производства

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. *Определение капитальных вложений в оборудование, приспособление и здание занимаемое оборудованием и приспособлениями*
2. *Определение затрат на основные материалы*
3. *Определение затрат на вспомогательные материалы*
4. *Определение затрат на заработную плату*
5. *Определение затрат на силовую электроэнергию*
6. *Определение затрат на амортизацию и ремонт оборудования и приспособлений*
7. *Определение затрат на содержание помещения*
8. *Основные технико-экономические показатели участка*

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): ФЮРА.000005.005 ЛП
Экономическая часть 1 лист (А1)

При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Экономист ООО «ПроСнаб»	Шиков В.П.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А32	Подзирей Д.Е.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
10А32	Подзирей Д.Е.

Институт	Юргинский технологический институт	Кафедра	Сварочное производство
Уровень образования	Высшее	Направление/специальность	Оборудование и технология сварочного производства

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p>	<p><i>При изготовлении котла на участке используется следующее оборудование:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - PRO MIG 160A 1 шт. - ARCTYC MIG 250 Y 1 шт. - Приспособление сборочно-сварочное со столом сварочным ССМ-1 1 шт. -Позиционер-вращатель сварочный универсальный M11050A 1 шт. <p><i>Все работы производятся на участке с площадью $S = 71 \text{ м}^2$; высота потолка составляет 6 м; число окон: 3(размер 2×1,6 м); количество рабочих мест: 4.</i></p>
<p><i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p><i>«Основы законодательства Российской Федерации об охране труда»;</i></p> <p><i>«Строительные нормы и правила» (СНиП), а также различные санитарные нормы и правила (СН, СанПиН).</i></p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>2. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p>	<p><i>В данном разделе рассмотрены вредные факторы, оказывающие влияние на сварщика на его рабочем месте:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - освещенность; - микроклимат; - производственный шум; - запыленность и загазованность воздуха; - статическая нагрузка на руки.
<p>3. <i>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</i></p>	<p><i>В данном разделе рассмотрены вредные факторы, оказывающие влияние на сварщика на его рабочем месте:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; - электрический ток;

4. Охрана окружающей среды:	В данном разделе рассмотрены методы охраны окружающей среды: - охрана воздушного бассейна; - охрана почв и утилизация промышленных отходов.
5. Защита в чрезвычайных ситуациях:	В настоящее время существует два основных направления ликвидации вероятности возникновения и последствий ЧС на промышленных объектах. Первое направление заключается в разработке технических и организационных мероприятий, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала современных технических систем. Второе направление заключается в подготовке объекта, обслуживающего персонала, служб ГО и населения к действиям в условиях ЧС.
6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Едиными правилами, которые содержат требования к обеспечению безопасности труда при проектировании, строительстве и эксплуатации промышленных объектов, являются «Строительные нормы и правила» (СНиП), а также различные санитарные нормы и правила (СН, СанПиН).
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	ФЮРА.000004.005 ЛП Вентиляция приточно-вытяжная 1 лист (А1)

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой БЖДЭ и ФВ	Солодский С.А.	К.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А32	Подзирей Д.Е.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 118 с., 9 рисунков, 27 таблиц, 20 источника, 5 приложений, 10 л. графического материала.

Объектом исследования является процесс изготовления стального твердотопливного котла мощностью 30 кВт.

Цель работы - разработка технологии сборки-сварки, проектирование сварочной оснастки и участка по изготовлению данного изделия с применением сварки в смеси газов.

В процессе работы рассчитаны режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочные и сварочные операции. В результате проведенной работы разработан директивный технологический процесс.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2010 и КОМПАС – 3D и представлена на диске (в конверте на обороте обложки).

Abstract

Graduation qualification work 118 p., 9 figures, 27 tables, 20 sources, 5 applications, 10 liters. Graphic material.

The object of the study is the process of manufacturing a solid-fuel steel boiler with a power of 30 kW.

The purpose of the work is the development of assembly-welding technology, the design of welding equipment and the site for manufacturing this product using welding in a mixture of gases.

In the process of work, welding modes are calculated, welding equipment is selected, assembly and welding operations are normalized. As a result of the work, a directive technological process has been developed.

Acquires Graduation qualifying oil work is done in the text editor Microsoft Word 2010 and KOMPAS - 3D and welding is presented on the disk (in the transfer envelope to the site of the back cover).

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использовались ссылки на следующие стандарты:

- ГОСТ 380-2005 - Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки.
- ГОСТ 19903-74 - Сталь углеродистая конструкционная качественная. Марки.
- ГОСТ 14771-76 - Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные.
- ГОСТ 2601-84 - Термины и определения основных понятий

Оглавление

Введение	19
1. Обзор литературы	22
2. Объект и метод исследования	24
2.1 Формулировка проектной задачи	24
2.2 Теоретический анализ	25
3 Результаты проведенного исследования	27
3.1 Инженерный расчет	27
3.1.1 Выбор способов сварки и сварочных материалов	27
3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки	32
3.1.3 Расчет режимов сварки	34
3.1.3.1 Расчет режима дуговой сварки в смеси газов шва Т1-Δ3 (4мм)	35
3.1.3.2 Расчет режима дуговой сварки в смеси газов шва Т1-Δ3 (3мм)	36
3.2 Технологический раздел	39
3.2.1 Технологический анализ выбранного производства	39
3.2.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции	39
3.2.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального	41
3.2.4 Нормирование операций	42
3.2.5 Выбор технологического оборудования	46
3.2.6 Контроль технологических операций	50
3.2.7 Разработка технической документации	52
3.3 Конструкторская часть	54
3.3.1 Общая характеристика механического оборудования	54
3.3.2 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	55

3.4	Пространственное расположение производственного процесса	57
3.4.1	Состав сборочно-сварочного цеха	58
3.4.2	Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	59
3.4.3	Расчет основных элементов производства	59
3.4.3.1	Определение требуемого количества оборудования	59
3.4.3.2	Определение состава и численности работающих	60
3.4.4	Планировка заготовительных отделений	62
3.4.5	Планировка сборочно-сварочных отделений и участков	63
3.4.6	Степень и уровень механизации и автоматизации производственного процесса	64
3.4.7	Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений	65
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения	66
4.1	Сравнительный экономический анализ вариантов	69
4.2.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособление	70
4.2.2	Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	72
4.2.3	Определение затрат на основные материалы	73
4.2.4	Определение затрат на вспомогательные материалы	74
4.2.5	Определение затрат на заработную плату	75
4.2.6	Определение затрат на силовую электроэнергию	76
4.2.7	Определение затрат на испытание на герметичность	76
4.2.8	Определение затрат на амортизацию оборудования	76
4.2.9	Определение затрат на амортизацию приспособлений	77
4.2.10	Определение затрат на ремонт оборудования	78
4.2.11	Определение затрат на содержание помещения	79
4.3	Расчет технико-экономической эффективности	79
4.4	Основные технико-экономические показатели участка	81
5	Социальная ответственность	84

5.1	Описание рабочего места	87
5.2	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	87
5.2.1	Обеспечение требуемого освещения на участке	88
5.3	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	89
5.3.1	Разработка методов защиты от опасных факторов	91
5.4	Охрана окружающей среды	92
5.5	Защита в чрезвычайных ситуациях	92
5.6	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	93
5.7	Вывод	95
	Заключение	97
	Список литературы	98
	Приложение А (Спецификация топка)	100
	Приложение Б (Спецификация корпус)	101
	Приложение В (Спецификация дымоход и навеска)	103
	Приложение Г (Спецификация приспособление сборочно- сварочное)	104
	Приложение Д (Технологический процесс)	105
	Диск CD-R	В конверте на обложке
	Графическая часть	На отдельных листах
	ФЮРА.ВИРТ30.000.000. ВО Общий вид	Формат-А1
	ФЮРА.ВИРТ30.001.000 СБ Топка	Формат-А1
	ФЮРА.ВИРТ30.002.000 СБ Корпус	Формат-А1
	ФЮРА.ВИРТ30.003.000 СБ Дымоход и навеска	Формат-А1
	ФЮРА.000001.005.00.000 СБ Приспособление сборочно- сварочное	Формат-А1
	ФЮРА.000002.005 ЛП План участка	Формат-А1

ФЮРА.000003.005 ЛП Директивный технологический процесс	Формат-А1
ФЮРА.000004.005 ЛП Вентиляция приточно-вытяжная	Формат-А1
ФЮРА.000005.005 ЛП Экономическая часть	Формат-А1
Технологическая схема сборки и сварки изделия	Формат-А1

Введение

Сварка, со времени ее изобретения, является самым распространенным способом получения надежного и быстрого неразъемного соединения деталей из металла и не только, который удовлетворяет необходимым требованиям эксплуатации и надежности. Она применяется в разных отраслях отечественной и зарубежной промышленности: машиностроении, автомобилестроении, судостроении, авиастроении, котлостроении, строительстве и т.д. При помощи сварки можно получать абсолютно герметичные соединения (если придерживаться технологических требований), поэтому она нашла свое применение и в изготовлении объектов котельного производства, где герметичность имеет огромное значение, так как они работают под давлением.

Казалось бы, что здесь такого: «бери и делай?» Но процесс сварки – достаточно сложный процесс и для того, чтобы получить равнопрочное, герметичное и качественное соединение, которое отвечает всем необходимым требованиям, необходимо выполнить определенные виды работ. И в первую очередь – это контроль основных и сварочных материалов. На сварочных предприятиях контролю уделяют достаточно большое внимание. Именно контроль качества, наряду с подготовительно-заготовительными, сборочно-сварочными и др. процессами, является самым важным процессом при производстве котельного оборудования. Это является необходимым требованием к котельному оборудованию, так как они являются объектом проверки «РосПотребНадзора».

Существует большое количество видов систем отопления: воздушное, электрическое, газовое и другие. Но, исходя из критериев надежности и экономического эффекта, предпочтительным является водяное отопление, топливом для которого могут быть:

- каменный уголь;
- дрова;

- разного рода брикеты;
- соляровое масло и пр.

Явными преимуществами данного вида отопления являются:

- не очень большая температура поверхности различных приборов и труб.;
- обеспечение одинаковых температур во всех помещениях;
- экономия топлива;
- повышенные эксплуатационные сроки;
- бесшумная работа;
- простота в обслуживании и ремонте [1].

В связи с ростом требований к изделиям перед современным сварочным производством ставятся высокие задачи, направленные на повышение эффективности производства в результате использования инновационных методов и решений. Решение этих задач достигается, прежде всего, переходом от ручного труда к механизированному и автоматизированному, т.е. – это массовое применение высокоэффективных систем, машин, аппаратов, оборудования и технологических процессов, которые обеспечивают рост производительности труда и связанное с этим высвобождение рабочей силы на предприятии производителе.

На данный момент в условиях современного сварочного производства первостепенное значение приобретает повышение производительности труда в результате качественно лучшего использования рабочей силы и рабочего пространства в процессе производства, а также снижение себестоимости будущего изделия.

Актуальность данной выпускной квалификационной работы обусловлена тем, что большинство регионов современной России расположены в суровых климатических условиях, что заставляет жителей иметь независимый генератор тепла, который, в независимости от условия его эксплуатации, будет выполнять заложенные в него функции.

Объектом исследования является производство твердотопливного котла длительного горения мощностью 30 кВт, изготавливаемые на производственном участке ТПК «КотловЦентр».

Предметом исследования является твердотопливный стальной отопительный котел длительного горения мощностью 30 кВт «WIRT Classic».

1 Обзор литературы

Как известно из ГОСТ 2601-84 сварка – это процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, пластическом деформировании или совместном действии того и другого [2].

В зависимости от сложности сварной конструкции определяется ее технологичность, т.е. доступность сварных швов под сварку различными способами. Для сварочного производства технологичность является одним из основных оценивающих критериев любого изделия, которая оказывает огромное влияние на технико-экономическую эффективность, рентабельность проектируемого производства и себестоимость готового изделия. Поэтому при проектировании изделия специалисты стремятся к снижению затрат на его производство, экономии материалов и ресурсов, т.е. получение высокотехнологичного изделия, отвечающего необходимым эксплуатационным требованиям.

Технологичность по ГОСТ 14205-83 – совокупность свойств конструкции, которые определяют ее способность к достижению оптимальных затрат при производстве, технологическом обслуживании и ремонта при заданных показателях качества, объема выпуска и условий выполнения работ [3].

Но, чтобы изготовить любое изделие, необходимо иметь достаточно хорошую материальную базу: от технологии изготовления изделия до производственного помещения.

В настоящее время в мире обширно применяются методы работы и технологии по производству стальных отопительных котлов длительного горения, что в свою очередь сильно помогает решать проектные задачи, например, такие как обеспечение безопасности готового изделия в эксплуатационный период. Так согласно ГОСТ 30735 – 2001 конструкция,

монтаж и эксплуатация котлов, работающих на твердом или любом другом топливе, должны соответствовать действующим правилам и инструкциям по безопасности оборудования, действующим в стране предприятия-изготовителя и в стране назначения [4]. Эти задачи решаются в первую очередь разработкой материальной части: производственных площадей, складских помещений, коммуникаций, средств производства и другие параметры. Всем этим занимаются специалисты – технологи.

2 Объект и метод исследования

2.1 Формулировка проектной задачи

Целью данной выпускной квалификационной работы является применение знаний, полученных в период обучения на кафедре сварочного производства, высокого уровня гуманитарной, социально-экономической, естественнонаучной, общепрофессиональной и специальной подготовки для их сопоставления с требованиями Государственного общеобразовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности 15.03.01 «Технология и оборудования сварочного производства».

В процессе выполнения данной выпускной квалификационной работы необходимо разработать технологический процесс сборки-сварки твердотопливного стального отопительного котла длительного горения, спроектировать оснастку и участок сборки-сварки стального твердотопливного котла длительного горения мощностью 30 кВт и применить рациональные методы контроля сварных соединений. А также дополнительно провести техническое нормирование операций и установить потребный состав всех необходимых элементов производства.

Помимо выше сказанного, в данной выпускной квалификационной работе необходимо разработать экономическую часть, которая вместе с технологической частью обеспечит возможность создания, совершенного по технологическому уровню и высокоэффективного сборочно-сварочного участка, отвечающего требованиям и нормам государственных стандартов.

2.2 Теоретический анализ

В ходе анализа существующего технологического процесса сборки-сварки твердотопливного стального отопительного котла длительного горения были выявлены существенные недостатки, это касается в первую очередь оснастки и метода контроля сварных соединений.

Имеющиеся недостатки в технологическом процессе можно исправить следующим путем:

- сокращением времени производственного цикла за счет стационарного приспособления и оснастки;
- заменой существующего метода испытания сварных швов на менее время затратное и не уступающего данному.

Так же стоит провести замену дорогостоящего сварочного оборудования на дешевые аналоги, которые будут выполнять те же функции и не будут уступать по характеристикам. А высвобожденное сварочное оборудование использовать на данном предприятии на другом участке сборки-сварки.

Чтобы ускорить процесс испытаний топки и корпуса твердотопливного отопительного котла и упростить его заменим существующий гидравлический метод на пневматический. Это обеспечит снижение времени на контроль изделия, что в свою очередь поспособствует повышению производительности выпуска готовой продукции.

Для сборки топки котла целесообразно использовать сварочный стол ССМ-01 и угольники магнитные активируемые серии MAG 605, которые, за счет создаваемого усилия, облегчат и ускорят сборку изделия. Так же для ускорения процесса сварки используем вращатель-позиционер сварочный универсальный M11050A грузоподъемностью 400 кг.

В ходе изменения технологического процесса сборки-сварки котла значительно улучшаются технико-экономические показатели, снижается себестоимость изделия, что в свою очередь приведет к увеличению

конкурентоспособности изделия на рынке производства, сбыта и потребления,
а, следовательно, к рентабельности производства данного изделия.

3 Результаты проведенного исследования

3.1 Инженерный расчет

3.1.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов

Изготавливаемое изделие – стальной твердотопливный отопительный котел длительного горения мощностью 30 кВт предназначен для отопления помещений площадью до 220м² и максимальным рабочим давлением 3,5 бар [5].

Перед процессом сборки-сварки основные и сварочные материалы проходят контроль. Это необходимо для того, чтобы обеспечить требуемый комплекс механических свойств сварного шва.

Свариваемый (основной) металл топки Ст. 3 ГОСТ 380-2005–углеродистая сталь обыкновенного качества и корпуса - Сталь 20 ГОСТ 19903-74 – конструкционная низколегированная сталь.

Химический состав и механические свойства представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Химический состав [6].

Массовая доля элементов, %, не более	Марка стали	
	Ст. 3 (ГОСТ 380-2005)	Сталь 20 (ГОСТ 19903-74)
1	2	3
C	0,13-0,22	до 0,11
Si	0,16-0,31	0,52 – 0,8

Mn	0,41-0,64	1,2 – 1,7
----	-----------	-----------

Продолжение таблицы 1.

1	2	3
Cr	до 0,3	до 0,3
Ni	до 0,3	до 0,3
Cu	до 0,3	0,3
P	до 0,04	до 0,03
S	до 0,06	до 0,04
N	до 0,007	до 0,007
As	до 0,07	до 0,07

Таблица 2 – Механические свойства [6].

Марка стали	Предел прочности $\sigma_{в}$, МПа	Предел текучести $\sigma_{т}$, МПа	Относительное удлинение δ_5 , %	КСУ (ударная вязкость) Дж/см ²
Ст. 3	486	251	26	60
20	492	252	24	64

Сталь 20 – конструкционная углеродистая качественная сталь, которая хорошо сваривается всеми способами сварки. Сталь 20 находит широкое применение в котлостроении, для изготовления труб и нагревательных трубопроводов различного назначения, работающих при температуре окружающей среды от минус 70 °С до плюс 425 °С под давлением [6].

Материал Ст. 3 – углеродистая сталь обыкновенного качества, которая хорошо сваривается всеми способами сварки. Ст. 3 находит широкое применение в котлостроении, для изготовления труб и нагревательных

трубопроводов различного назначения, работающих при температуре окружающей среды от минус 70 °С до плюс 425°С под давлением [6].

В первую очередь такой выбор материалов связан с конструктивными особенностями котла и их свариваемостью.

Прежде всего – детали, входящие в сборку, имеют сложную форму, которую получают использованием гибочного оборудования и плазменной резки, поэтому целесообразно использовать материалы, несклонные к растрескиванию в процессе гибки и хорошо подходящие к обработке на плазменных резаках.

Свариваемость существенно влияет на затраты производства. Поэтому нужно учитывать этот аспект при выборе основного материала.

Свариваемость – это свойство металла или сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки соединения, отвечающие требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией.

Свариваемость не является неизменным свойством металла, подобно его физическим свойствам. Наряду с технологическими характеристиками металла свариваемость определяется способом и режимом сварки, составом сварочного металла, а также конструкцией сварочного узла и условием эксплуатации. Свариваемость разделяют на физическую и технологическую.

Так же важным критерием является выбор способа сварки.

Выберем способ сварки, который будет наиболее приемлем для данного изделия. Способ сварки при разработке технологии изготовления следует выбирать таким образом, чтобы он удовлетворял всем требованиям, установленными исходными данными.

Рассмотрим два самых популярных метода сварки:

1. Ручная дуговая сварка покрытыми штучными металлическими электродами в настоящее время остается одним из самых популярных методов, используемых при изготовлении сварных конструкций. Это объясняется простотой и масса – габаритными размерами применяемого оборудования, возможностью выполнения сварки в различных пространственных положениях

и в местах, труднодоступных для механизированных способов сварки, а также не требует от сварщика каких-либо дополнительных знаний.

2. Механизированная сварка в среде защитных газов – один из способов электродуговой сварки. Защитный газ, обтекая электрическую дугу и сварочную ванну, производит защиту расплавленного металла от воздействия окружающей среды. Этот вид сварки имеет один весомый недостаток перед ручной дуговой сваркой покрытыми штучными металлическими электродами – высокий коэффициент разбрызгивания.

Исходя из анализа конструкции котла выбираем механизированную сварку в среде защитного газа плавящимся электродом, так как в изготавливаемом изделии имеются сварные швы протяженностью более 1 м и не имеется труднодоступных мест. А в качестве защитной среды выбираем смесь газов $Ar+CO_2$, что в свою очередь способствует уменьшению сварочных брызг. Так же выбранный способ сварки повысит производительность процесса сварки и даст возможность получения сварного шва менее склонного к образованию горячих трещин, что, конечно, увеличит производительность выпуска изделий.

Так же не маловажную роль играет выбор присадочного материала, то есть электродной проволоки для механизированной сварки. Процесс сварки ведут проволокой с повышенным содержанием элементов-раскислителей. Исходя из этого выбираем проволоку Св-08Г2С, которая хорошо подходит для сварки сталей с химическим составом, входящих в состав данного изделия.

Данная проволока по ГОСТ 2246-70 выпускается диаметром от 0,3 до 12 мм. Она поставляется в мотках, упакованных в парафинированную бумагу или полиэтилен. К каждому мотку прикреплена бирка с названием завода-изготовителя, марка, диаметр, ГОСТ. На рабочее место проволока подаётся в кассетах, намотанных на специальных станках.

Химический состав и механические свойства металла шва приведены в таблице 3 и 4.

Химический состав проволоки Св-08Г2С представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Химический состав проволоки Св-08Г2С [6].

Марка проволоки	Химический состав по ГОСТ 2246-70, %							
	С	Si	Mn	Cr	Ni	Al	S	P
							Не более	
Св-08Г2С	0,06-0,1	11,7-2,2	00,6-0,96	0,21	0,26	0,06	0,021	0,03

Таблица 4 – Механические свойства шва [6].

σ_b , Мпа	δ , %	КСУ, кДж/см ²	
		20 ⁰ С	0 ⁰ С
515	26	120	60

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона. Сырьем для изготовления являются двуокись углерода и аргон.

Двуокись углерода – бесцветный, неядовитый, тяжелее воздуха. Он хорошо растворяется в воде. Жидкая углекислота – бесцветная жидкость, плотность которой сильно изменяется с изменением температуры. Вследствие этого поставляется по массе, а не по объёму. При испарении 1 кг углекислоты образуется 509 литров двуокиси углерода.

Двуокись углерода поставляется по ГОСТ 8050-85 трёх сортов. Состав приведён в таблице 35.

Таблица 5 – Состав CO₂, в % [6].

Содержание	Сорт		
	Высший сорт	1 сорт	2 сорт
CO ₂ (не менее)	99,80	99,50	98,80

СО (не более)	0	0	0,05
Водяных паров при 760мм.рт.ст. и 20 °С (не более), г/см ³ .	0,179	0,516	Не проверяют

В качестве инертного газа в смесь входит аргон по ГОСТ 10157 – 79. Состав приведён в таблице 6.

Таблица 6 – Состав Ar, в % [6].

Содержание	Сорт	
	Высший сорт	Первый сорт
Объемная доля аргона, %, не менее	99,995	99,989
Объемная доля кислорода, %, не менее	0,0007	0,002
Объемная доля азота, %, не менее	0,005	0,01

3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки

Химическая и структурная однородность металла шва при сварке в защитных газах плавящимся электродом определяется химическим составом прежде всего: газа, электродного и основного металла и ходом металлургических реакций в сварочной ванне [7].

Аргон, входящий в смесь газов в составе 80%, является инертным газом (в отличие от углекислоты), то есть он не вступает в химические реакции с элементами окружающей среды. Его основная роль - физическая защита сварочной ванны, то есть вытеснение из области газовой среды сварочной дуги и ванны кислорода [7].

Основным параметром сварочной ванны, который определяет направление и интенсивность физико-химических процессов в ней, является ее температура. При сварке в смеси газов Ar + CO₂ тепловые характеристики дуги

возрастают. Это объясняется повышением доли теплоты, выделяющейся в результате химических реакций, и некоторым напряжением дуги. При высокой температуре дуги происходит реакция диссоциации CO_2 [8]:



Чем чаще происходит изменение температуры в большую сторону, тем больше вводится количества теплоты в изделие, а это способствует увеличению ЗТВ и снижению скорости охлаждения, что может привести к появлению горячих и холодных трещин.

С увеличением содержания кислорода в смеси, время существования ванны в жидкой фазе увеличивается, что способствует более плавному удалению неметаллических включений и дегазации металла сварочной ванны.

Аргон, распространяясь по поверхности свариваемого изделия, защищает довольно широкую и протяженную зону как расплавленного, так и нагретого при сварке металла, на достаточно длительное время, что способствует хорошей защите сварочной ванны.

При сварке в смеси $\text{Ar} + \text{CO}_2$ плавящимся электродом в зоне высоких температур происходит разложение CO_2 по реакции:



Окисление металла происходит по реакции:



Но в тоже время большая концентрация окиси углерода будет тормозить этот процесс и задерживать окисление углерода стали:



Вовремя сварки в смеси $\text{Ar} + \text{CO}_2$ происходит потеря легирующих элементов, что в свою очередь приводит к повышенному содержанию кислорода в металле сварочной ванны. Это может привести к тому, что какой-то процент кислорода вовремя кристаллизации не успеет выделиться из металла сварочной ванны, а это может повысить вероятность образования пор и понизить механические свойства металла шва. Но этот процесс можно предотвратить использованием сварочных материалов с содержанием до 0,12 -

0,14% С и не ниже 0,5 - 0,8% Mn. Таким образом можно получить металл шва с низкой склонностью к образованию пор, горячих и холодных трещин и достаточно высокими механическими свойствами [8].

Так же содержащиеся в проволоке элементы раскислители (кремний и марганец) способствуют повышению процесса «связывания» кислорода, растворенного в металле:



В результате химических реакций 5 и 6 окислы кремния и марганца образуют легкоплавкие соединения, которые в виде шлака всплывают на поверхность сварочной ванны. При сварке в смеси газов количество шлака на поверхности шва составляет примерно от 1 до 1,5 % массы наплавленного металла [8].

Так же одной из важных особенностей при сварке в смеси газов (Ar + CO₂) является снижение коэффициента разбрызгивания металла. Это происходит за счет перехода от крупнокапельного переноса металла в дуге к струйному. Процесс струйного переноса способствует улучшению сплавления, уменьшению количества подрезов, увеличению производительности сварочного процесса, а также позволяет получать более плотные беспористые швы.

3.1.3 Расчет режимов сварки

Параметрами режима механизированной сварки в среде углекислого газа плавящимся электродом являются [9]:

- 1) диаметр электродной проволоки $d_{\text{эл}}$;
- 2) скорость процесса сварки V_c ;
- 3) сварочный ток I_c ;
- 4) напряжение сварки U_c ;

- 5) вылет электродной проволоки l_B ;
- 6) скорость подачи электродной проволоки $M_{эп}$;
- 7) расход защитного газа (CO_2) $q_{зг}$.

Так же следует отметить, что механизированную сварку в среде защитных газов ведут на постоянном токе обратной полярности.

3.1.3.1 Расчет режима дуговой сварки в смеси газов шва Т1-Δ3 (4 мм)

Рассчитываем тавровое соединение Т1-Δ3 ГОСТ 14771-76, шов однопроходный, который показан на рисунке 1.

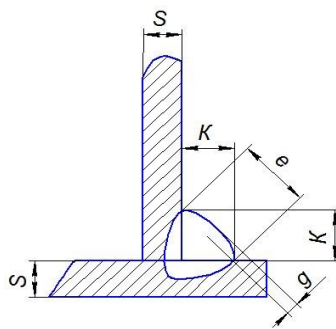


Рисунок 1 Угловое соединение типа Т1-Δ3: S - толщина, e - ширина шва, g – высота усиления шва, K – катет шва

Толщина стенки составляет 4 мм, следовательно, будет один проход. Разделка кромок не требуется.

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по площади наплавленного металла, мм;

$$d_{э.нi} = K_d \cdot F_{ни}^{0,625} \quad (9)$$

Коэффициент K_d выбираем в зависимости от положения шва и способа сварки по уровню автоматизации, $K_d=0,149...0.409$ [9].

Произведем расчет площади наплавленного металла, мм²:

$$F_{но} = 0,7 \cdot 4,24 \cdot 1 + \frac{1}{2} 4^2 = 10,298 \text{ мм}^2 \quad (10)$$

Произведем расчет диаметра электродной проволоки при сварке $K_d=0,149\dots 0,409$ [9]:

$$d_{э.н.} = (0,149\dots 0,409) \cdot 8,5^{0,625} = 0,5\dots 1,44\text{мм.}$$

Принимаем стандартное значение диаметра сварочной проволоки: $d_{эп}=1,2$ мм.

Произведем расчет скорости сварки:

$$V_c = \frac{15,9 \cdot d_{э.н.}^2 + 67,4 \cdot d_{э.н.}^{1,5}}{F_{но}} = 14,8\text{мм/с} = 53,28\text{м/ч.} \quad (11)$$

$F_{но}$ - площадь наплавленного металла, мм^2 ;

Так как механизированная сварка в защитных газах осуществляется в диапазоне скоростей 4...10 мм/с, то принимаем с учетом этого диапазона скорость процесса сварки $V_c = 8\text{мм/с} = 28,8\text{м/ч}$.

При известной площади наплавленного металла, диаметре электродной проволоки и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле [9]:

$$V_{э.н.к} = \frac{4 \cdot F_k \cdot V_{ск}}{\pi \cdot d_{эп}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = 59\text{мм/с} = 215\text{м/ч.} \quad (12)$$

$V_{ск}$ - скорость сварки, мм/с;

$F_{но}$ - площадь наплавленного металла, мм^2 ;

$d_{эп}$ - диаметр электродной проволоки, мм.

Рассчитаем сварочный ток при сварке на обратной полярности:

$$I_c = d_{э.н.} \cdot (\sqrt{1450 \cdot d_{э.н.} \cdot V_{э.н.к.} + 1451450} - 382) = 1,2 \cdot (\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 59 + 145150} - 382) = 145\text{А.} \quad (13)$$

Рассчитанное значение сварочного тока не выходит за пределы ограничений для положения $I_c \leq 510$ А.

Напряжение сварки U_c определим по формуле:

$$U_c = 14 + 0,05I_c = 23\text{В.} \quad (14)$$

Расход защитного газа определим следующим образом :

$$q_{зг} = 0,2 \cdot I^{0,75} = 8,4\text{л/мин.} \quad (15)$$

3.1.3.2 Расчет режима дуговой сварки в смеси газов шва Т1-Δ3 (3мм)

Рассчитываем тавровое соединение Т1-Δ3 ГОСТ 14771-76, шов однопроходный, который показан на рисунке 1.

Толщина стенки составляет 3 мм, следовательно, будет один проход.

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по площади наплавленного металла, мм;

$$d_{э.н.} = K_d \cdot F_{н.}^{0,625} \quad (16)$$

Коэффициент K_d выбираем в зависимости от положения шва и способа сварки по уровню автоматизации [9].

Произведем расчет площади наплавленного металла, мм²;

$$F_{но} = 0,7 \cdot 4,24 \cdot 1 + \frac{1}{2} 3^2 = 7,5 \text{ мм}^2. \quad (17)$$

Произведем расчет диаметра электродной проволоки при сварке $K_d=0,149 \dots 0,409$ [9]:

$$d_{э.н.} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 8,5^{0,625} = 0,5 \dots 1,44 \text{ мм}. \quad (18)$$

Принимаем стандартное значение диаметра сварочной проволоки: $d_{ЭП}=0,8 \text{ мм}$.

Произведем расчет скорости процесса сварки:

$$V_c = \frac{15,9 \cdot d_k^2 + 67,4 \cdot d_k^{1,5}}{F_k} = \frac{15,9 \cdot 0,8^2 + 67,4 \cdot 0,8^{1,5}}{7,5} = 7,78 \text{ мм/с} = 27,5 \text{ м/ч}. \quad (19)$$

Так как механизированная сварка в защитных газах осуществляется в диапазоне скоростей 4...10 мм/с, то принимаем с учетом этого диапазона скорость процесса сварки $V_c = 7 \text{ мм/с} = 25,2 \text{ м/ч}$.

При известной площади наплавленного металла, диаметре электродной проволоки и скорости сварки, рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле:

$$V_{э.л.к} = \frac{4 \cdot F_k \cdot V_{ck}}{\pi \cdot d_{энк}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 7,5 \cdot 7}{3,14 \cdot 0,8^2 \cdot (1 - 0,1)} = 116 \text{ мм/с} = 415,8 \text{ м/ч}. \quad (20)$$

Произведем расчет сварочного тока для сварки на обратной полярности:

$$I_c = 0,8(\sqrt{1450 \cdot 0,8 \cdot 116 + 145150} - 382) = 115 \text{ А}. \quad (21)$$

Рассчитанное значение сварочного тока не выходит за пределы ограничений для положения IC ≤ 510 А [5].

Произведем расчет напряжения сварки U_c по формуле:

$$U_c = 14 + 0,05I_c = 14 + 0,05 \cdot 115 = 19 \text{ В}. \quad (22)$$

Расход защитного газа рассчитаем следующим образом:

$$q_{зг} = 0,2 \cdot 115^{0,75} = 7,11 \text{ л/мин}. \quad (23)$$

Аналогично рассчитываются режимы нестандартных швов. Полученные результаты сводим в таблицу 7.

Таблица 7 – Режимы сварки.

№ п/п	Тип шва	Диаметр проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Расход газа, л/мин
1	Т1-Δ3	1,2	145	23	28,8	8,4
2	Нест. шов		140	21	18	9
3	Т1-Δ3	0,8	115	19	25,2	7,11
4	Нест. шов	0,8	115	18	15...18	7,5

3.2 Технологический раздел

3.2.1 Технологический анализ выбранного производства

При разработке проекта на производство изделия большое значение

принимает определение целесообразных форм организации производственных процессов выпуска заданной продукции.

Современное производство в зависимости от количества видов выпускаемых изделий делится на:

- 1) единичное и мелкосерийное - виды производств, отличающиеся большой и неустойчивой номенклатурой выпускаемых изделий;
- 2) серийное - вид производства, характеризующийся ограниченной и достаточно устойчивой номенклатурой выпускаемых изделий;
- 3) крупносерийное – вид производства, характеризующийся ограниченной и устойчивой номенклатурой выпускаемых изделий;
- 4) массовое – вид производства, отличающееся весьма устойчивой номенклатурой выпускаемой продукции, включающей один (редко два или три) тип изделия в большом количестве.

На основании вышесказанного и данных справочной литературы делаем вывод, что проектируемое сварочное производство относится к типу серийного, так как годовая программа выпуска продукции составляет $N = 1000$ штук, а масса котла равна 140 кг.

3.2.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции

Технологический процесс сборки и сварки котла начинается с подбора деталей, входящих в сборочную единицу, согласно комплектовочной карте, и проверки соответствия разметки и зачистки деталей необходимым требованиям.

Изготовление котла начинается на первом рабочем месте с процесса сборки и прихватки деталей топки на столе сварочном ССМ-1, на котором смонтировано специальное приспособление сборочно-сварочное (операция 010). Затем изделие помещается на второе рабочее место, где устанавливается на вращатель-позиционер сварочный универсальный М11050А и происходит

процесс сварки топки (операция 020). Далее изделие отправляется на испытание пневматическим методом на третье рабочее место (операция 030). После проверки на герметичность топка вновь перемещается на первое рабочее место, где происходит процесс сборки корпуса («водяной рубашки») котла (операция 040). Затем изделие вновь перемещается на второе рабочее место, где устанавливается на вращатель-позиционер сварочный универсальный M11050A и происходит процесс сварки корпуса котла (операция 050). Для проверки корпуса на герметичность, изделие отправляется на третье рабочее место (операция 060), где оно проверяется пневматическим методом. После проверки на герметичность котел перемещается на прихватку дымохода и навеску (операции 075), затем сварка на втором рабочем месте и контроль ВИК.

Подробно последовательность изготовления котла приведена в технологическом процессе (Приложение Д).

Оценка технологичности сварной конструкции.

Одним из основных условий технологичности сварных конструкций является доступность ее швов для механизированных или автоматических процессов сварки. Для этого все швы должны быть доступны сварке в нижнем положении и в «лодочку» с учетом возможности кантовки изделия при дуговой и газопламенной сварке либо в вертикальном положении при дуговой сварке с принудительным формированием шва и при электрошлаковой сварке.

А вторым критерием является материалоемкость, т.е. отношение массы готового изделия, к массе материалов, затраченных на изготовление изделия. И поэтому целесообразно использовать оборудование, позволяющее снизить отходы материалов.

На стадии проектирования сварных конструкций уровень технологичности должен оцениваться по всей совокупности показателей, охватывающий заготовительную, обрабатывающую и сборочно-сварочную стадии производства.

Технологичность конструкции изделия может быть различной для разных типов производства и должна рассматриваться в комплексе с

заготовительными операциями.

Применение автоматической плазменной резки с ЧПУ позволяет максимально использовать металл при раскрое и обеспечивает высокую точность при резке деталей сложной формы и небольшого размера. Также плазма обладает достаточно высокой производительностью процесса резки. Недостатком является необходимость зачистки кромок от «грата» углошлифовальной машинкой, для обеспечения наилучшей свариваемости в последующем.

Для производства элементов, входящих в сборочную единицу необходимо использовать листогибочный станок с электроприводом, что позволит в разы снизить количество сварных швов, а также даст возможность получить детали различной формы.

Применение сварочной оснастки позволяет до минимума сократить потери рабочего времени на установку и кантовку при сварке. Это позволяет снизить трудоёмкость и длительность производственного процесса и повысить удобство сборки.

3.2.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального

Любой технологический процесс сборки-сварки, и не только, представляет собой выполнение последовательно-расположенной во времени совокупности операций, при правильном соблюдении которых достигается получение качественного изделия.

Согласно известному технологическому процессу изготовления котла для сборки и сварки используется сборочно-сварочная плита. Для испытания топки и корпуса котла используются приспособления для проверки давлением, что замедляет процесс проверки.

Для ускорения и улучшения процесса сборки на первом рабочем месте

произведем замену плиты сборочно – сварочной на сварочный стол ССМ-1 со смонтированным специальным сборочно-сварочным приспособлением. Так же на втором рабочем месте заменим сборочно-сварочную плиту на позиционер – вращатель сварочный универсальный М11050А. Для проверки топки и корпуса котла применим пневматический метод проверки.

Предлагаемый технологический процесс сборки и сварки котла выполняется механизированной сваркой в среде смеси углекислого газа и аргона.

Представим сравнительный анализ замены оборудования и приспособлений в таблице 8.

Таблица 8 – Сравнительный анализ замены оборудования и приспособлений

Базовой технологический процесс	кол-во, шт.	Предлагаемый технологический процесс	кол-во, шт.
Профи MIG-500	2	PRO MIG 160	1
		ARCTIC MIG 250 Y	1
		Позиционер-вращатель	1
		ПСС -1	1
Плита сборочно-сварочная	2	-	-
Приспособления для испытания топки	3	Принадлежности для пневматической проверки	-

3.2.4 Нормирование операций

Техническое нормирование является основой правильной организации труда и заработной платы.

Большое значение нормирования труда имеет для организации

оперативного планирования. Расчет загрузки оборудования, производственной мощности оборудования, каждого рабочего места, участка, цеха, предприятия осуществляют на основе норм затрат труда [10].

Исходные данные: способ сварки – механизированная; электродная проволока – Св-08Г2С ГОСТ 2246-70.

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки рассчитывается по формуле [10]:

$$T_{ш} = (T_{н.ш-к} \cdot L + t_{ви}) K_{п}, \quad (24)$$

где $T_{н.ш-к}$ – неполное штучно-калькуляционное время, мин.;

L – длина свариваемого шва по чертежу, мм;

$t_{ви}$ – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования, мин.

Неполное штучно-калькуляционное время определяется по формуле [10]:

$$T_{н.ш-к} = (T_0 + t_{вш}) \cdot [1 + (a_{обс.} + a_{от.л} + a_{п-з}) / 100], \quad (25)$$

где T_0 – основное время сварки, мин;

$t_{вш}$ – вспомогательное время, зависящее от длины свариваемого шва, мин;

$a_{обс.}$, $a_{от.л}$, $a_{п-з}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно - заключительную работу, процент к оперативному времени.

Для механизированной сварки в среде защитных газов сумма коэффициентов составляет 27%, [10].

Основное время для механизированной сварки в защитном газе рассчитывается по формуле [10]:

$$T_0 = \frac{F \cdot \gamma \cdot 60}{I \cdot \alpha_n}, \quad (26)$$

где F – площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм²,

I – сила сварочного тока, А;

$\gamma=7,8$ – плотность наплавленного металла, г/см³;

$\alpha_n=15$ – коэффициент наплавки, г/(А·ч) [10].

Время сварки для шва ГОСТ 14771-76 №1 Т1-Δ3 при толщине детали 4

мм. $d_{ЭП}=1,2$ мм.

$$T_o = \frac{10,298 \cdot 7,8 \cdot 60}{145 \cdot 15} = 2,2 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва ГОСТ 14771-76 №1 Т1-Δ3 при толщине детали 3 мм. $d_{ЭП}=0,8$ мм.

$$T_o = \frac{7,5 \cdot 7,8 \cdot 60}{115 \cdot 15} = 2,03 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва ГОСТ 14771-76 №2 нестандартный при толщине детали 4 мм. $d_{ЭП}=1,2$ мм.

$$T_o = \frac{11,3 \cdot 7,8 \cdot 60}{140 \cdot 15} = 2,5 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва ГОСТ 14771-76 №2 нестандартный при толщине детали 3 мм. $d_{ЭП}=0,8$ мм.

$$T_o = \frac{7,8 \cdot 7,8 \cdot 60}{115 \cdot 15} = 2,3 \text{ мин.}$$

Для примера определим время на операцию 010.

Масса детали поз. 1 $m_1=8,6$ кг; установка в ручную на приспособление $t_1=0,6$ мин; масса детали поз. 2 (2 шт.) $m_2=12,3$ (24,6) кг; установка краном на плиту сборочно-сварочную $t_2=1,5$ (3) мин; масса детали поз. 3 $m_3=1,5$ кг; установка в ручную $t_3=0,18$ мин; масса детали поз. 4 $m_4=1,3$ кг; установка в ручную $t_4=0,15$ мин; масса детали поз. 5 $m_5=2,6$ кг; установка в ручную $t_5=0,28$ мин; масса детали поз. 6 $m_6=7,3$ кг; установка в ручную $t_6=0,54$ мин; масса детали поз. 7 $m_7=7,1$ кг; установка в ручную $t_7=0,5$ мин; масса детали поз. 8 $m_8=3,3$ кг; установка в ручную $t_8=0,35$ мин; масса детали поз. 9 (9 шт.) $m_9=0,96$ (8,6) кг; установка в ручную $t_9=0,2$ мин; масса детали поз. 10 $m_{10}=1,2$ кг; установка в ручную $t_{10}=0,17$ мин; масса детали поз. 24 (8 шт.) $m_{11}=0,1$ (0,8) кг; установка в ручную $t_{11}=0,02$ (0,16) мин; масса детали поз. 25 $m_{12}=0,15$ кг; установка в ручную $t_{12}=0,02$ мин; масса сборочной единицы $1 m_{с.б.1}=68,01$ кг; установка магнитных угольников (8 шт.) $t_{yc}=0,3$ мин. (2.4); снятие с приспособления $t_{сн}=1,2$ мин.

Рассчитаем время на прихватку:

$$t_{пр} = 0,08 \cdot 155 = 12,4 \text{ мин.}$$

Рассчитаем вспомогательное время:

$$t_{в.и} = 6,9 + 1,1 + 0,2 + 12,4 = 19,6 \text{ мин.}$$

Рассчитаем $T_{н.ш-к}$ для шва Т1-Δ3 проволокой 1,2 мм:

$$T_{н.ш-к} = (2,2 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 3,74 \text{ мин.}$$

Рассчитаем $T_{ш}$ для операции 010:

$$T_{ш} = 3,74 \cdot 2,8 + 19,6 = 30,072 \text{ мин.}$$

Аналогично производим расчеты для других операций. Данные расчетов заносим в таблицу 9.

Таблица 9 – Нормы штучного времени базового и предлагаемого технологических процессов изготовления стального котла

№ опер.	Базовый техпроцесс		Предлагаемый техпроцесс	
	Наименование операции	$T_{шт}$, мин.	Наименование операции	$T_{шт}$, мин.
1	2	3	4	5
005	Комплектовочная	-	Комплектовочная	-
010	Сборочно-сварочная	35,03	Сборочно-сварочная	30,07
015	Перемещение	1,1	Перемещение	1,1
020	Сварочная	40,8	Сварочная	31,25
025	Перемещение	1,1	Перемещение	1,1
030	Контроль	45	Контроль	25
035	Слесарная	-	Слесарная	-
040	Перемещение	1,1	Перемещение	1,1
045	Сборочно-сварочная	29,3	Сборочно-сварочная	26,3
050	Перемещение	1,2	Перемещение	1,2
055	Сварочная	45,12	Сварочная	35
060	Перемещение	1,2	Перемещение	1,2

065	Контроль	50	Контроль	35
070	Перемещение	1,2	Перемещение	1,2
075	Сборочно-сварочная	13,05	Сборочно-сварочная	13,05
080	Перемещение	1,2	Перемещение	1,2
085	Сварочная	11,7	Сварочная	7,5
086	Перемещение	1,2	Перемещение	1,2
090	Контроль	10	Контроль	10

Продолжение таблицы 9.

095	Слесарная	-	Слесарная	-
100	Перемещение	1,2	Перемещение	1,2
Итого:		285,1		223,62

3.2.5 Выбор технологического оборудования

Согласно рассчитанным параметрам режима сварки и анализу конструкции изделия подбираем сварочное оборудование, отвечающее нормам и требованиям, для ведения процесса сварки данного котла. Основными требованиями являются:

1. Техничко-экономические показатели;
2. Наибольшая эксплуатационная надежность и относительная простота обслуживания;
3. Наибольший КПД;
4. Наименьшее потребление электроэнергии при эксплуатации;
5. Наименьшие масса-габаритные размеры оборудования;
6. Наименьшая сумма первоначальных затрат на приобретение и монтаж оборудования;
7. Минимальный срок окупаемости.

Исходя из соображений технологического, экономического и

эксплуатационного характера было выбрано следующее сварочное оборудование для ведения процесса сварки:

- полуавтомат для дуговой сварки в смеси газов. Сварка ведется в закрытом помещении с вентиляцией. Полуавтомат должен обеспечивать сварочный ток 140...180 А; диаметр проволоки 1,2 мм; скорость подачи электродной проволоки 267,6...324 м/ч. Исходя из этих данных выбираем сварочный полуавтомат ARCTICMIG 250 Y, представленный на рисунке 3.4[11].



Рисунок 2 Сварочный аппарат ARCTICMIG 250 Y [11].

Технические характеристики аппарата приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики ARCTICMIG 250 Y [11].

Наименование параметра	Значение
1	2
Питающее напряжение, 50Гц, В	380 (±15%)
Мощность, кВА	11,6
Ток потребления, А	14
ПВ, %	70
Диапазон регулировки рабочего напряжения, В, режим MIG/MAG	16,5-29,5
U_{xx} , В	50,0

Диапазон регулирования скорости подачи сварочной проволоки, м/мин	2-15
Диаметр присадочной проволоки, мм,	0,6-1,2
Диапазон регулирования сварочного тока, А,	50-250
КПД, %	86
Коэффициент мощности	0,94
Род тока для сварки	постоянный
Габаритные размеры источника питания, мм	510x273x440
Механизм подачи	встроенный
Масса источника питания, кг	26,5

Для сборочных операций выбираем сварочный полуавтомат PRO MIG 160, представленный на рисунке 3 [12].



Рисунок 3 Сварочный полуавтомат PRO MIG 160 [12].

Технические характеристики сварочного полуавтомата PRO MIG 160 представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Технические характеристики полуавтомата PRO MIG 160 [13].

Питающее напряжение при 50 Гц, В	220
Мощность, кВт	6,2
Диапазон регулирования сварочного тока, А	30-160

Продолжительность включения, %	70
Вес, кг	12,5
Диаметр сварочной проволоки, мм	0,8

На рисунке 4 показан регулятор расхода газа универсальный У-30-КР2 ПР.



Рисунок 4 Регулятор расхода газа универсальный У-30-КР2 П [13].

Универсальный регулятор расхода газа Ar/CO₂ с подогревателем (напряжение питания 36 В).

Технические характеристики регулятора расхода газа У30/АР40П представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Технические характеристики регулятора расхода газа [13]

Наименование параметра	Значение
Газ	Ar/CO ₂
Максимальный расход газа, л/мин	32/41
Макс. давление на входе, МПа	16,5
Макс. рабочее давление, МПа	0,18
Вес, кг	1,2

Для достижения удобства и повышения скорости и точности сборки применим магнитные угольники активируемые серии MAG 605 (Рисунок). Магнитный угольник серии MAG 605 снабжен переключателем положения

(ВКЛ, ВЫКЛ). Благодаря этому, сборка металлоконструкций выполняется гораздо быстрее и безопаснее. При использовании магнитных фиксаторов без переключателя приходится постоянно преодолевать силу магнитного поля. Из-за этого соединить детали точно бывает достаточно затруднительно. Также сложно удалить такой угольник из угла после того как детали уже приварены (припаяны).

Также к магнитным угольникам без переключателя прилипают мелкий металлический мусор и стружка, который не просто удалить с поверхности магнита.



Рисунок 5. Магнитный угольник активируемый серии MAG 605 [14].

Технические характеристики угольника приведены в таблице.

Таблица 14 – технические характеристики магнитного угольника активируемого серии MAG 605 [14].

Габаритные размеры, мм	99x95x110x26
Создаваемое усилие, кг	35

3.2.6 Контроль технологических операций

Процесс получения высокого качества выполненных сварочных работ является наиболее важной проблемой в области сварки. Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и себестоимость готового изделия [15].

Дефекты сварных соединений – отклонения от заданных свойств и формы шва, свойств околошовной зоны, что приводит к ухудшению прочности и других эксплуатационных характеристик изделия.

Дефекты могут быть как допустимыми, так и недопустимыми, вид и размер которых обычно указывается в технических условиях или стандартах на данный вид изделия [15].

Процесс сварки, как и другие способы обработки металлов, вызывает возникновение в изделиях собственных напряжений, появляющиеся от неравномерности нагрева свариваемых деталей и структурных превращений. Так же сварочные дефекты могут быть временными и остаточными [15].

Перед основным испытанием изделия сварные швы проходят ВИК согласно РД 03-606-03. При ВИК используется УШС-2.

По РД 34.15.027-93 объекты котельного производства проходят контроль сварных швов неразрушаемым методом. Для данного изделия применим один из видов неразрушающего контроля – пневматический метод контроля сварных швов.

Согласно стандарта ГОСТ 18442-80 процесс проверки пневматическим методом заключается в следующем: в проверяемом изделии нагнетается под давлением воздух или газы (азот). Давление составляет 100-150% от рабочего. Наружные швы смачиваются пенообразующим составом - мыльным раствором (50-100 г мыла на 1 литр воды).

Для процесса испытания топки и корпуса котла на герметичность необходимы следующие элементы:

1. Компрессор для нагнетания воздуха в изделие;
2. Мыльный раствор для нанесения на поверхность швов;
3. Заглушки на оконные проемы котла;
4. Фонарь;
5. Мел (маркер).

Данный метод позволяет точно определить место дефекта, его характер и размер и не занимает большого времени, что позволяет ускорить процесс изготовления изделий.

Основными дефектами после сварки данного изделия является наплывы, подрезы и пористость. После обнаружения места дефекта оно маркируется, а затем происходит процесс его зачистки и заварки.

Вполне очевидно, что качество сварных швов влияет на функциональность всей сваренной конструкции. Дефекты приводят к ослаблению прочности изделий и их разрушению в процессе эксплуатации. Из-за проницаемости швов нарушается герметичность сосудов и систем, работающих под давлением. Контроль сварных швов готового изделия является важным процессом наряду с заготовительными и сборочно-сварочными операциями.

3.2.7 Разработка технической документации

Сущность любой совокупности операций технологического процесса заключается в их последовательном выполнении во времени, с использованием технологического оборудования, оснастки и приспособлений. При этом должны быть достигнуты [16]:

- соответствующие требования чертежа;
- точность сборки;
- возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей;

- максимальное облегчение условий труда;
- обеспечение безопасности работ.

Выполнение этих требований достигается применением соответствующих специальных или универсальных сборочных и сварочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов.

Разработка технологических процессов включает [16]:

1. расчленение предмета производства на сборочные единицы;
2. утверждение рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
3. определение типов оборудования и методов сварки.

В результате должны быть достигнуты [16]:

- возможная наименьшая трудоёмкость;
- минимальная продолжительность производственного цикла;
- минимальное общее требуемое число рабочих;
- наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- возможный наименьший расход производственной энергии.

Для удобного расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых ведомостями технологического процесса, технологическими и инструкционными картами.

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать [16]:

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- число данных сборочных единиц в изделии;
- перечень данных сборочных единиц в изделии;
- название цеха;
- указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и

куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;

- последовательный перечень всех операций;
- сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);
- данные о принятых способах и режимах сварки
- сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов.

Директивный технологический процесс сборки и сварки стального котла представлен в графической части ВКР.

3.3 Конструкторская часть

3.3.1 Общая характеристика механического оборудования

Как было сказано выше рациональная механизация и автоматизация производственного процесса изготовления сварных изделий – основная задача современного сварочного производства. Её решение позволяет в широкой степени повысить производительность труда и понизить себестоимость готовых изделий.

Операции сборки, наряду со сварочными, требуют достаточной точности: обеспечение правильного взаимного расположения деталей собираемого изделия. Целесообразно для сборки использовать магнитные угольники активируемые серии MAG 605.

Так как изделие обладает значительной массой 140 кг, то для его кантовки во время ведения сварочного процесса используем позиционер-вращатель универсальный сварочный M11050A (Рисунок 6). Для операций перемещения и установки используется кран балка $Q=1$ т.



Рисунок 6 Позicionер - вращатель универсальный сварочный М11050А [17].

Позиционер-вращатель сварочный универсальный модели М11050А применяется для установки свариваемых изделий в наиболее удобное положение за счет регулирования угла наклона планшайбы и ее вращения со сварочной скоростью. Главным преимуществом использования позиционера - вращателя является возможность установки свариваемых деталей в наилучшее положение для сварки – нижнее положение – благодаря чему производительность может быть увеличена на 70 процентов [17]. Это достигается за счет надежного и точного крепления сборочной единицы к планшайбе при помощи прижимов и Т-образных пазов.

Технические характеристики представлены позионера-вращателя в таблице 15 [17].

Таблица 15 – Технические характеристики позиционера-вращателя универсального сварочного М11050А [17].

1	2
Параметр	Значение
Грузоподъемность, кг.	400
Диаметр планшайбы, мм.	1000

Продолжение таблицы 15.

1	2
Габаритные размеры, мм.	1800*800*810
Мощность двигателя, кВт.	1,5
Скорость вращения планшайбы, об/мин.	0,05 – 1
Вес, кг.	400

3.3.2 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса являются рациональная комплексная механизация и автоматизация производственного процесса, в частности сварочных операций.

Сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 20-25 процентов общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 75-80 процентов приходятся на долю сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ. Поэтому механизация и автоматизация производственного процесса является необходимым условием для изготовления изделия. Все это позволит повысить производительность труда, что в свою очередь в положительную сторону скажется на качестве и себестоимости изделия, то есть применение сборочно-сварочных приспособлений и механического оборудования даст возможность в полной мере раскрыть потенциал как сборочного оборудования, так и сварочного.

В данной выпускной квалификационной работе в предлагаемом технологическом процессе используется приспособление сборочно-сварочное (см. ФЮРА.000001.005.00.000 СБ).

3.4 Пространственное расположение производственного процесса

3.4.1 Состав сборочно-сварочного цеха

После того, как было определено требуемое количество основного, вспомогательного и комплексного оборудования необходимо его разместить на производственной площади, то есть необходимо имеющийся технологический процесс сборки-сварки изделия распределить таким образом, чтобы операции этого процесса выполнялись с наименьшими затратами времени, средств и сил.

Рациональное размещение в пространстве спроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха.

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения [18]:

1. производственные отделения. К ним относятся:

- заготовительное отделение – это участки правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла.

- сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения покрытий и отделки продукции:

2. вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и

защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

3. административно - конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт .

Проектируемый в составе завода самостоятельный сборочно-сварочный цех всегда является, с одной стороны, потребителем продукции заготовительных и обрабатывающих цехов и складов завода, а с другой стороны – поставщиком своей продукции для цехов окончательной отделки изделий и для общезаводского склада готовой продукции.

Таким образом, между проектируемым сборочно-сварочным цехом и другими цехами, сооружениями и устройствами завода существует определенная производственная связь, необходимая для облегчения нормального выполнения процесса изготовления заданной продукции по заводу в целом.

При проектировании цеха необходимо стремиться к осуществлению прямопоточности всех производственных связей между операциями, к недопущению возвратных перемещений материалов и изделий [18].

3.4.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

Размещение цеха (всех его производственных отделений и участков, а также вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений) должно по возможности полностью удовлетворять всем специфическим требованиям процессов, подлежащих выполнению в каждом из этих отделений [18].

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными

особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха.

Для проектируемого участка сборки и сварки котла принимаем схему компоновки производственного процесса с продольным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран – балкой.

3.4.3 Расчет основных элементов производства

3.4.3.1 Определение требуемого количества оборудования

Необходимое количество оборудования определяется по формуле [18]:

$$C_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot K_{вн}}, \quad (27)$$

где N – годовая производственная программа, шт., $N = 1000$ шт.;

$T_{шт}$ - трудоемкость определенной операции, мин.;

F_d - действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч, $F_d=1873$ ч;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм, $K_{вн}=1,0$.

Определяем необходимое количество вспомогательных приспособлений, оборудования и рабочих и данные расчета сводим в таблицы 16. Определение количества оборудования осуществляем путем округления расчетного количества оборудования C_p до целого числа в большую сторону.

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле [18]:

$$K_{30} = C_p / C_{\text{п}} \cdot 100, \quad (28)$$

где C_p - расчетное количество оборудования, шт.;

$C_{\text{п}}$ - принятое количество оборудования, шт.

Расчеты заносим в таблицу 16.

Таблица 16 – Количество вспомогательного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

№ опер.	Наименование оборудования	$T_{\text{ш}}$, мин	C_p , шт	$C_{\text{п}}$, шт	K_{30} , %
1	2	3	4	5	6
Базовый технологический процесс					
010;045;075	Плита сборочно-сварочная	88,08	0,72	1	72
020;055;085	Плита сборочно-сварочная	95,17	0,88	1	88
030;065;095	Контроль	95	1,02	2	51
Предлагаемый технологический процесс					
010;045;075	ПСС-1	69,42	0,65	1	75
020;055;085	Позиционер –вращатель сварочный универсальный М11050А	73,75	0,77	1	77
030;065;095	Контроль	65	0,7	1	70

Для предлагаемого технологического процесса принимаем количество вспомогательного оборудования в соответствии с количеством рабочих мест, где оно применяется, $C_{\text{п}} = 4$ шт.

3.4.3.2 Определение состава и численности работающих

Определим необходимое количество основных рабочих. Основными считаются те рабочие, которые заняты выполнением операций

технологического процесса по изготовлению продукции. Количество основных рабочих – списочное и явочное определяется по формуле [18]:

$$P_{\text{сп}} = \frac{N \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot F_{\text{н}} \cdot K_{\text{вн}}}, \quad (29)$$

$$P_{\text{яв}} = \frac{N \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot F_{\text{д}} \cdot K_{\text{вн}}}, \quad (30)$$

где N – годовая программа выпуска изделия, шт., $N = 1400$ шт.

$T_{\text{шт}}$ – трудоемкость технологического процесса, мин.;

$F_{\text{д}}$ – действительный фонд рабочего времени, ч $F_{\text{д}} = 1749$ ч.;

$F_{\text{н}}$ – номинальный фонд рабочего времени, ч; $F_{\text{н}} = 1987$ ч.;

$K_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм, $K_{\text{вн}} = 1$.

Численность основных рабочих рассчитывается для односменного режима работы. Расчетная величина численности основных рабочих получается дробной, поэтому ее округляют до целого числа в большую сторону и называют принятой $P_{\text{п}}$.

Численность вспомогательных рабочих рассчитывается в процентах от основных рабочих по формуле [18]:

$$P_{\text{всп}} = P_{\text{сп}} \cdot \Pi / 100, \quad (31)$$

где $P_{\text{сп}}$ – принятое списочное число основных рабочих, чел.;

Π – процент вспомогательных рабочих, $\Pi = 25\%$.

Численность инженерно-технических работников, служащих и младшего обслуживающего персонала определяем по формуле [18]:

$$P_{\text{итр}} = (P_{\text{сп}} + P_{\text{всп}}) \times \Pi / 100, \quad (32)$$

где Π для ИТР – 8%, служащих – 3%, МОП – 2%.

Результаты расчетов сводим в таблицу 17.

Таблица 17 – Количество рабочих на участке.

Вариант технологического процесса	Базовый	Предлагаемый
Трудоемкость $T_{\text{шт}}$, ч.	325,9	271,92
Расчетное/принятое списочное число основных	2,72/3	1,95/2

рабочих $P_{сп}$ и $P_{п}$, чел.		
-----------------------------------	--	--

Продолжение таблицы 17.

Вариант технологического процесса	Базовый	Предлагаемый
Расчетное/принятое явочное число основных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$, чел.	2,39/3	1,85/2
Расчетное/принятое число вспомогательных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$, чел.	1/1	1/1
Расчетная/принятая численность ИТР, чел.	0,4/1	0,4/1
Расчетная/принятая численность МООП, чел.	0,15/1	0,15/1
Расчетная/принятая численность контролеров, чел.	0,05/1	0,05/1

В соответствии с количеством принятых рабочих мест, примем количество явочных основных рабочих равным четырем человекам.

3.4.4 Планировка заготовительных отделений

Заготовительные отделения сборочно- сварочного цеха обычно располагают в продольных пролетах. При этом они либо служат продолжением продольных пролетов сборочно- сварочных отделений, либо располагаются параллельно этим пролетам.

Заготовительные отделения для данной компоновки, когда пролеты сборочно-сварочного и заготовительного отделений составляют продолжения один другого, планируют в следующем порядке [18]:

- из общего количества различных сортов металла, подлежащего обработке в заготовительном отделении, выделяют группы сходных сортаментов, поддающихся обработке на одинаковых группах станков;
- общее количество станков различных типоразмеров подразделяют на количество групп, равное установленному выше количеству групп

подлежащих обработке сортаментов металла;

- количество групп станочного оборудования, полученное на основе описанных выше данных, размещают в пролетах заготовительного отделения, число которых равно установленному ранее числу пролетов сборочно-сварочного отделения .

Если при планировке заготовительного отделения требуемое число пролетов последнего получается меньше установленного количества пролетов для сборочно-сварочного отделения, площадь, остающаяся в пролетах, не занятых заготовительным отделением, используют для размещения различных вспомогательных производств и помещений (мастерских – инструментальной, ремонтной) [18].

3.4.5 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков

При разработке плана отделений узловой и общей сборки и сварки основным является определение требуемого числа пролетов и необходимых размеров каждого из них – длины, ширины, высоты. Эти параметры, принятые приближенно при составлении компоновочной схемы цеха, подлежат уточнению в процессе подробной разработки технологического плана с учетом рекомендуемых размеров пролетов по нормам технологического проектирования [18].

При детальном проектировании основным методом уточнения указанных параметров плана отделений сборки и сварки служит последовательное (по ходу выполнения технологического процесса) размещения на плане принятого по расчету количества оборудования, сборочно-сварочных стенов и других рабочих мест. При этом стремятся не только обеспечить прямоточность производства, но также достигнуть наилучшего использования грузоподъемности транспортных средств.

В схеме компоновки цеха с продольным направлением

производственного потока процессы как узловой, так и общей сборки, и сварки каждого изделия расположены в одних и тех же продольных пролетах, специализация которых осуществляется по производству отдельных типов заданных для изготовления изделий. В связи с этим для рассматриваемой схемы планировки цеха необходимое число пролетов зависит от количественного соотношения заданных к производству изделий разных типов. В таком случае требуемое число пролетов можно приближенно оценить на основе их специализации с уточнением его в процессе последующего размещения оборудования и рабочих мест на плане проектируемого цеха [18].

После проведения всех подсчетов и установления на основе указанных выше соображений рационального взаимного расположения продольных пролетов приступают к нанесению на бумагу в принятом масштабе сетки колонн проектируемого цеха и к размещению в его пролетах оборудования и рабочих мест.

Планировку элементов производства в каждом пролете сборочно-сварочных отделений выполняют сообразно с последовательностью работ, указанной в ранее разработанной карте технологического процесса.

Одновременно с вычерчиванием габаритов рабочих мест в проходах, вокруг последних указывают также размещение рабочих.

3.4.6 Степень и уровень механизации и автоматизации производственного процесса

Результаты разработки и внедрения в проект сборочно-сварочного участка изготовления котла комплексной механизации и автоматизации оценивают особыми показателями, определяющими достигнутые степень и уровень механизации и автоматизации предусмотренных работ по изготовлению заданных к выпуску изделий.

Прежде всего, всякая замена ручного труда работой механизмов, машин

и автоматов является механизацией и автоматизацией производственных процессов.

Однако машины и автоматы бывают разные. Одни из них могут представлять собой менее или более прогрессивную технологию изготовления изделий и, следовательно, отличаться меньшей или большей производительностью, чем другие. Поэтому, наряду с определением количественного охвата всех работ механизацией и автоматизацией необходимо определять ее качественный уровень.

Количественный уровень (степень) механизации выражают в процентах и вычисляют по формуле [18]:

$$C_m = \frac{k \cdot T_m}{T_{nm} + kT_m}, \quad (33)$$

где T_m – трудоемкость работ, выполняемых механизированным способом, мин.,
 $T_m=93,25$ мин.;

T_{nm} – трудоемкость работ, выполняемых немеханизированным способом,
 $T_{nm}=43,5$ мин.;

k – коэффициент повышения производительности труда на данном участке, $k=2$ [18].

$$C_m = \frac{2 \cdot 135,25}{2 \cdot 135,25 + 43,5} \cdot 100 \% = 87\%.$$

Качественный уровень механизации производственного процесса можно определить по формуле [18]:

$$U_m = C_m(1-1/k) = 87(1-1/2) = 43,5\%. \quad (34)$$

3.4.7 Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений

При каждом сборочно-сварочном цехе либо в отдельном здании вблизи цеха должны быть предусмотрены административно-конторские и бытовые

помещения.

Правила проектирования административно-конторских и бытовых помещений изложены в «Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий». Перечень этих помещений, а также расчетные нормы требуемой площади для данного участка сборки и сварки рештака представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Планировка административно-конторских и бытовых помещений

Помещения	Расчетная единица	Условия для определения требуемого количества расчетных единиц	Площадь, м ²	
			Полезная	Общая
1	2	3	4	5
Контора цеха	Рабочее место	Один стол на каждого сотрудника	-	4x3
Гардеробные	Индивидуальный шкаф	Один шкаф на каждого работающего	0,18	0,43x15
Уборные	Кабина 1,2x0,9 м	При максимальном явочном числе работающих в смену до 20 чел.	1,08	3,06x8
	Шлюз (тамбур)		-	6,8
Душевые	Кабина 0,9x0,9 м	Одна кабина на каждые 10 явочных рабочих	0,81	1,62x2
	Место для Ошибка! 0,7x0,5 м	Три места на каждую кабину	0,35	1x6
	Тамбур	Между душевой и раздевальной один тамбур	-	4
Помещения для обеда	Комната	1 м ² /чел. По явочному составу	-	1x8

Все бытовые и административно-конторские помещения цеха часто размещают в особой пристройке к основной производственной части здания цеха. Местоположение и общую компоновку этой пристройки с остальной частью здания цеха выбирают таким образом, чтобы при увеличении масштабов производства бытовые помещения не могли служить препятствием для расширения производственной части здания [18].

В целях сокращения пути, который должен проходить рабочий, гардеробные следует располагать возможно ближе к входам в цех. В непосредственной близости от них должны быть расположены уборные, умывальные и душевые [18].

В целях осуществления санитарно-гигиенических требований эксплуатации бытовых помещений помещения для принятия пищи рекомендуется располагать на достаточно большом расстоянии от уборных.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения

Финансовый менеджмент — это совокупность приемов, методов и средств, используемых предприятиями для повышения доходности и снижения вероятности банкротства.

Основная цель финансового менеджмента — получить наибольшую выгоду от функционирования предприятия в интересах его собственников.

Основные задачи финансового менеджмента:

1. финансовое и бизнес-планирование;
2. инвестиционное планирование;
3. управление финансовыми рисками;
4. разработка учетных политик бухгалтерского, налогового и управленческого учета;
5. координация бюджетного планирования и контроля;
6. управление денежными средствами и оборотным капиталом;
7. управление активами – формирование, контроль и анализ исполнения нормативов по оборачиваемости текущих (дебиторская задолженность, запасы, кредиторская задолженность) и долгосрочных (основные средства, нематериальные активы, долгосрочные финансовые вложения) активов;
8. анализ эффективности сделок по слияниям и поглощениям организаций, коммерческих банков, страховых компаний;
9. управление затратами и прибылью;
10. финансовое прогнозирование;
11. внутренний аудит;
12. налоговое планирование и учет;
13. контролинг;
14. продвижение экономического образа мышления;

Маркетинг — это процесс, заключающийся в прогнозировании потребностей потенциальных покупателей и в удовлетворении этих потребностей путем предложения соответствующих товаров, изделий, технологий, услуг и т.д.

4.1 Сравнительный экономический анализ вариантов

Разработка технологического процесса изготовления стального твердотопливного отопительного котла длительного горения WIRT Classic 30 kWt имеет разные способы достижения оптимального результата.

Стальной отопительный твердотопливный котел длительного горения — источник тепла, для отопительных систем, как жилых помещений, так и промышленных. Котел представляет собой сложную сварную металлическую конструкцию, состоящую из:

1. топки и корпуса котла;
2. системы колен и труб. колосников;
3. «водяной рубашки».

Котел WIRT Classic 30 kWt является востребованным в сравнение с аналогичными. Основными конкурентами предприятия являются предприятия таких стран как: Германия, Австрия, Сербия, где также производятся котлы данного типа.

Существует базовый вариант изготовления котла, который используется главным образом на ООО ТПК «КотловЦентр».

При процессе замены базового варианта технологического процесса сборки и сварки на предлагаемый главным является необходимость обосновать экономическую эффективность, достигнутую при внедрении предлагаемого варианта, и адекватность выбора.

Наиболее экономически-целесообразным считается тот вариант, который при наименьших затратах обеспечивает выполнение заданной годовой программы выпуска продукции.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем. В нем находят отражение большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса.

Определение приведенных затрат производят по формуле [19]:

$$C_{\text{прив}} = C + E_n \cdot K, \quad (35)$$

где C – себестоимость единицы продукции, руб./изд.;

E_n – норма эффективности дополнительных капиталовложений, (руб./год)/руб.;

K – капиталовложения, руб./ед.год.

Согласно базовому технологическому процессу сборочные и сварочные операции при изготовлении котла производятся на сборочно-сварочной плите.

В предлагаемом технологическом процессе применим сварочный стол со специальным сборочно - сварочным приспособлением, а также позиционер-вращатель сварочный универсальный М11050А. Так же заменим два дорогостоящих сварочных полуавтоматических аппарата Профи MIG 500 на аппараты фирмы «Сварог»: PRO MIG 160 и ARCTIC MIG 250 Y. Замена обоснована в первую очередь тем, что ведения сварочного процесса для изготовления данного изделия не требует оборудования с характеристиками Профи MIG 500.

Так же нововведением для контроля топки и корпуса котла является применение нового метода контроля - пневматического.

Проведем технико-экономический анализ сравнения базового и предлагаемого вариантов. Коэффициент загрузки оборудования базового и предлагаемого технологических процессов изготовления котла приведены в таблице 16.

4.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособление

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [19]:

$$K_{CO} = \sum_{i=1}^n C_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi}, \quad (36)$$

где C_{oi} – оптовая цена единицы оборудования i -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;

O_i – количество оборудования i -го типоразмера, ед.;

μ_{oi} – коэффициент занятости оборудования i -го типоразмера.

Цены на оборудование берутся за 01.01.2017 (смотрим таблицу 19).

Таблица 19 – Оптовые цены на сварочное оборудование.

Наименование оборудования	Ц _о , руб.
Базовый технологический процесс	
Профи MIG 500 2 шт.	250074
Предлагаемый технологический процесс	
PRO MIG 160F 1 шт.	29845
ARCTIC MIG 250 Y 1 шт.	56580

Капитальные вложения в сварочное оборудование указаны в таблице 20.

Таблица 20 - Капитальные вложения в сварочное оборудование.

Наименование оборудования	K _{co} , руб./ед. год
Базовый технологический процесс	
Профи MIG 500 2 шт.	192556
Предлагаемый технологический процесс	
PRO MIG 160F	22980

ARCTIC MIG 250 Y	42435
------------------	-------

Капитальные вложения в приспособления определяем по формуле [19]:

$$K_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{пр}j} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{\text{п}j}, \quad (37)$$

где $K_{\text{пр}j}$ – оптовая цена единицы приспособления j -го типоразмера, руб.;

Π_j – количество приспособлений j -го типоразмера, ед.;

$\mu_{\text{п}j}$ – коэффициент занятости j -го приспособления.

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 21.

Таблица 21– Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	$\Pi_{\text{пр}}$, руб.	Базовый технологический процесс		Предлагаемый технологический процесс	
		$C_{\text{п}}$, шт	$K_{\text{пр}}$, руб./ед.год	$C_{\text{п}}$, шт	$K_{\text{пр}}$, руб./ед.год
Плита сборочно-сварочная	148236	2	260895	-	-
Приспособление сборочно-сварочное с столом сварочным ССМ-1	110000	-	-	1	84700
Позиционер-вращатель М11050А	335000	–	–	1	221250
ИТОГО			260895		305950

4.2.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [19]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{O_i} \cdot h \cdot k_B \cdot \mu_{O_i} \cdot Ц_{зд}, \text{руб.} \quad (38)$$

где S_{O_i} – площадь, занимаемая единицей оборудования, $\text{м}^2/\text{ед.}$

Для базового технологического процесса $S = 77 \text{ м}^2$.

Для предлагаемого технологического процесса: $S = 84 \text{ м}^2$,

h – высота производственного здания, м, $h = 6\text{м}$;

k_B – 1,75...3,00 - коэффициент, учитывающий вспомогательную площадь проходов, проездов и хранения деталей (меньшие значения относятся к крупногабаритным изделиям);

μ_{O_i} – коэффициент занятости оборудования i -го типоразмера.

$Ц_{зд}$ – стоимость 1м^3 здания на 01.01.2017. Для цеха составляет, $Ц_{зд}=94$ руб./ м^3 .

Определяем капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 22.

Таблица 22 – Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	$K_{зд}$, руб..
Базовый технологический процесс	
Профи MIG 500 2 шт.	171478
Предлагаемый технологический процесс	
PRO MIG 160F 1 шт.	150478
ARCTIC MIG 250 Y 1 шт.	

4.2.3 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [19]:

$$C_M = m_M \cdot k_{т.з.} \cdot C_M, \text{ руб./изд.}, \quad (39)$$

где m_M – норма расхода материала на одно изделие, кг;

C_M – средняя оптовая цена стали 20, Ст. 3, на 01.01.2017, руб./кг:

- для стали 20 $C_M = 30$ руб./кг, по базовому технологическому процессу $m_M = 150$ кг; по предлагаемому технологическому процессу $m_M = 69,9$ кг;

- для Ст. 3 $C_M = 19,3$ руб./кг, при $m_M = 70,58$ кг;

$k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з.} = 1,04$.

По базовому технологическому процессу:

$$C_M = 1,04 \cdot (69,9 \cdot 30 + 70,58 \cdot 19,3) = 3597,6 \text{ руб./изд.}$$

По предлагаемому технологическому процессу:

$$C_M = 1,04 \cdot (69,9 \cdot 30 + 70,58 \cdot 19,3) = 3597,6 \text{ руб./изд.}$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [19]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h D_d \cdot k_{nd} \cdot C_{п.с.}, \text{ руб./изд.} \quad (40)$$

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг: $G_d = 2$ кг - для проволоки Св-08Г2С для базового технологического процесса; $G_d = 2$ кг - для проволоки Св-08Г2С для предлагаемому технологического процесса;

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [18], $k_{п.с.} = 1,02$;

$C_{п.с.} = 60$ - стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С, руб./кг по данным на 01.01.2017.

$$C_{п.с.баз.} = 2 \cdot 1,02 \cdot 60 = 123,8 \text{ руб.},$$

$$C_{п.с.предл.} = 2 \cdot 1,02 \cdot 60 = 123,8 \text{ руб.}$$

4.2.4 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [19]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot k_{т.п.} \cdot C_{г.з.} \cdot T_o, \text{ руб./изд.}, \quad (41)$$

где $g_{з.г.}$ – расход смеси, $м^3/ч$;

$k_{т.п.}$ – коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{т.п.} = 1,15$;

$Ц_{г.з.}$ – стоимость смеси, $м^3$, $Ц_{г.з.} = 51,17$ руб./ $м^3$;

T_0 – основное время сварки в смеси газов, ч., $T_0 = 1,37$ ч. - для базового варианта, $T_0 = 1,18$ - для предлагаемого варианта.

Для данного технологического процесса $g_{з.г.} = 0,68$ $м^3/ч$.

Для базового технологического процесса:

$$C_{з.г.} = 0,68 \cdot 1,15 \cdot 51,17 \cdot 2,16 = 54,82 \text{ руб./изд.}$$

Для предлагаемого технологического процесса:

$$C_{з.г.} = 0,68 \cdot 1,15 \cdot 51,17 \cdot 1,18 = 52,75 \text{ руб./изд.}$$

4.2.5 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.сд} = (ТС \cdot \Sigma T_{ш}) \cdot K_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot [1 + (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) / 100], \quad (42)$$

где ТС – тарифная ставка на 01.01.2017, руб., ТС – 150 руб.;

$K_{д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_{д} = 1,15$;

$K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий процент премии, $K_{пр} = 1,5$;

$K_{рай}$ – районный коэффициент, $K_{рай} = 1,3$;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ - страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая - 32,8.

Затраты на заработную плату основных производственных рабочих по базовому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = (150 \cdot 4,75) \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8 / 100) = 2767,61 \text{ руб./изд.}$$

Заработная плата основных производственных рабочих по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = (150 \cdot 3,71) \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8/100) = 1853,57 \text{ руб./изд.}$$

4.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [19]:

$$W_{тэ} = \sum \frac{U_{ci} \cdot I_{ci} \cdot t_{ci}}{\eta_u} + P_x \cdot \left(\frac{T_o}{K_u} - T_o \right), \quad (43)$$

где U_C и I_C - электрические параметры режима сварки;

T_o – основное время сварки;

η – КПД оборудования, для базового технологического процесса: $\eta=0,92$,
для предлагаемого технологического процесса: $\eta=0,93$;

P_x – мощность холостого хода источника, $P_x=0,4$ Вт;

K_u – коэффициент, учитывающий простой оборудования, $K_u = 0,5$;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле [19]:

$$C_{э.с.} = W_{тэ} \cdot Ц_э, \quad (43.1)$$

где $Ц_э$ – средняя стоимость электроэнергии, $Ц_э= 2,13$ руб.

Затраты на электроэнергию по базовому технологическому процессу: $C_{э.с.} = 1055,68$ руб.

Затраты на электроэнергию по предлагаемому технологическому процессу:
 $C_{э.с.} = 818,06$ руб.

4.2.7 Определение затрат на испытание на герметичность (воздух)

Затраты на сжатый воздух определяем по формуле, руб./изд, [19]:

$$C_{возд} = g_{возд}^{эН} \cdot k_{тп} \cdot Ц_{возд}, \quad (44)$$

где $g_{возд}^{эН}$ – расход воздуха, м³/ч. Для испытания одного изделия расход воздуха составляет: $g_{возд}^{эН}=1,2$ м³/ч;

$k_{тп}$ – коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{тп}=1,5$;

$C_{\text{возд}} = 0,15535 \text{ руб./м}^3$, стоимость воздуха на 01.01.2017 г.:

$C_{\text{возд}} = 0,51 \cdot 1,5 \cdot 0,15535 = 0,08 \text{ руб./изд.}$

4.2.8 Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле [19]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{C_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi} \cdot a_i \cdot r_i}{N_r}, \frac{\text{руб}}{\text{изд.}}, \quad (45)$$

где a_i – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, % [19];

r_i – коэффициент затрат на ремонт оборудования, $r_i = 1,15 \dots 1,20$.

Амортизация оборудования приведена в таблице 23.

Таблица 23 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	Вариант технологического процесса			
	Базовый		Предлагаемый	
	a_i , %	C_3 , руб./изд.	a_i , %	C_3 , руб./изд.
Профи MIG 500	19,4	35,94		-
PRO MIG 160F		-	19,4	13,05
ARCTIC MIG 250 Y	-	-		9,42

4.2.9 Определение затрат на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [19]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{npj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{ni} \cdot a_j}{N_r}, \frac{\text{руб}}{\text{изд.}}, \quad (46)$$

где a_j – норма амортизационных отчислений для оснастки j -го типоразмера,

$a_j=0,15$ [18].

Результаты расчетов сводим в таблицу 24.

Таблица 24 – Затраты на амортизацию приспособлений.

Наименование оборудования	Ц _{пр} , руб.	Базовый технологический процесс		Предлагаемый технологический процесс	
		С _п , шт.	С _{ап} , руб./ед	С _п , шт.	С _{ап} , руб./ед
1	2	3	4	5	6
Плита сборочно-сварочная	148236	2	85,35	-	-
Приспособление сборочно-сварочное с сварочным столом ССМ-1	110000	-	-	2	11,37
Позиционер-вращатель М11050А	335000	-	-	2	43,46
ИТОГО			85,35		54,83

4.2.10 Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [19]:

$$C_p = \frac{R_M \cdot \omega_M + R_{\text{Э}} \cdot \omega_{\text{Э}}}{T_{\text{рц}}} \cdot \sum \frac{T_{\text{ш}}}{K_{\text{ВН}} \cdot 60} \text{ руб./изд.} \quad (47)$$

где $R_M, R_{\text{Э}}$ – группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части $R_M=0$ [16];

ω – затраты на все виды ремонта;

$T_{\text{рц}}$ – длительность ремонтного цикла, $T_{\text{рц}}=8000\text{ч}$.

Определение затрат на ремонт сводятся в таблицу 25 и 25.1.

Таблица 25 - Затраты на ремонт оборудования.

Наименование оборудования	$R_{\text{Э}}$	$\omega_{\text{Э}}$	T, ч	С _р , руб./изд.
---------------------------	----------------	---------------------	------	----------------------------

Базовый технологический процесс				
Профи MIG 500 2 шт.	8	2035	222	4,43

Таблица 25.1 - Затраты на ремонт оборудования.

Предлагаемый технологический процесс				
Наименование оборудования	R _Э	ω _Э	T, ч	C _p , руб./изд.
PRO MIG 160F	7	1196	70	1,23
ARCTIC MIG 250 Y		956	128	1,79
Итого:				3,02

4.2.11 Определение затрат на содержание помещения

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [19]:

$$C_p = \frac{S \cdot \mu_{oi} \cdot \Pi_{\text{ср.зд}}}{N_r}, \text{ руб./изд.} \quad (48)$$

где S – площадь сварочного участка, м², S = 77 м² - для базового варианта, S = 77 м² - для предлагаемого варианта;

Π_{ср.зд} – среднегодовые расходы на содержание 1 м² рабочей площади, руб./год., C_{ср.зд} = 250 руб./год м.

Затраты на содержание здания:

$$C_{\Pi} = \frac{77 \cdot 1 \cdot 250}{1200} = 16,04 \text{ руб./изд.}$$

4.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$Z_{\Pi} = C + \epsilon_n \cdot K_y, \quad (49)$$

где C – себестоимость единицы продукции, руб./ед.;

$\dot{\epsilon}_H$ – норма эффективности дополнительных капитальных затрат,
 $\dot{\epsilon}_H=0,15$ (руб./ед)/руб. [19];

K_y – удельные капитальные вложения, руб./ ед.год.

Себестоимость продукции за год определяется по формуле:

$$C=N_{\Gamma} \cdot (C_M + C_{В.М.} + C_{зп.сд.} + C_{эс} + C_{исп} + C_3 + C_u + C_p + C_{п}), \quad (50)$$

где C_M – затраты на основной материал, руб.;

$C_{В.М.}$ – затраты на вспомогательные материалы, руб.;

$C_{зп.сд.}$ – затраты на заработную плату основных рабочих, руб.;

$C_{э.с}$ – затраты на силовую электроэнергию, руб.;

$C_{исп.}$ – затраты на сжатый воздух для испытаний на герметичность, руб.;

C_3 – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

C_u – затраты на амортизацию приспособлений, руб.;

C_p – затраты на ремонт оборудования, руб.;

$C_{п}$ – затраты на содержание помещения, руб..

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K=K_{со}+K_{пр}+K_{зд}. \quad (51)$$

Определим количество приведенных затрат по базовому

технологическому процессу:

$$K=192556+260680+ 171478= 580477 \text{руб./изд. год,}$$

$$C = 1400 \cdot (4844,5+122,4+61,01+516,88+2425,61+955,68+35,94+ \\ +1+4,43+19,15)= 11894530 \text{ руб./изд. год,}$$

$$З_{п}^1 = 10894530 + 0,15 \cdot 322400 = 11932340 \text{ руб./изд. год.}$$

Определим количество приведенных затрат по предлагаемому

технологическому процессу:

$$K= (22980+42435)+360306+150478= 576199 \text{ руб./изд. год,}$$

$$C=1400 \cdot (4814,5+122,4+60,7+511,01+2023,57+718,06+170,08+ \\ +19,72+42,91+3,02+19,15)= 11206144 \text{ руб./изд. год,}$$

$$З_{п}^2 = 10206144 + 0,15 \cdot 882600 = 11338534 \text{ руб./изд. год.}$$

Рассчитаем величину экономического эффекта по формуле:

$$\Theta = Z_{п}^1 - Z_{п}^2, \quad (52)$$

$$\Theta = (Z_{п}^1 - Z_{п}^2) / N_{г}. \quad (53)$$

Величина экономического эффекта от выпуска годовой производственной программы:

$$\Theta = 11932340 - 11338534 = 393746 \text{ руб./год.}$$

Величина экономического эффекта на единицу изделия составит:

$$\Theta = (10832280 - 10338534) / 1500 = 721,76 \text{ руб./изд.}$$

Результаты расчетов показали, что предлагаемый технологический процесс изготовления корпуса дает положительный экономический эффект.

4.4 Основные технико-экономические показатели участка

1.	Годовая производственная программа, шт.	1000
2.	Средний коэффициент загрузки оборудования	71
3.	Производственная площадь участка, м ²	84
4.	Количество оборудования, шт	2
5.	Списочное количество рабочих, чел.	2
6.	Явочное количество рабочих, чел	2
7.	Количество ИТР	1
8.	Количество МОП	1
9.	Количество контролеров	1
10.	Разряд основных производственных рабочих	4
11.	Экономический эффект от внедрения нового технологического процесса, руб./изд.	721,76

5 Социальная ответственность

5.1 Описание рабочего места

В данной выпускной квалификационной работе объектом исследования является участок сборки и сварки стального твердотопливного отопительного котла длительного горения WIRT Classic 30 kWt.

На сборочно-сварочном участке производится сборка, сварка и контроль качества стального твердотопливного котла. При изготовлении котла осуществляются следующие операции: сборка и сварка механизированная в среде углекислого газа и аргона, контроль, слесарные операции.

При изготовлении котла на участке используется следующее оборудование:

- PRO MIG 160 1 шт.
- ARCTIC MIG 250 Y 1 шт.
- Приспособление сборочно-сварочное со столом сварочным ССМ-1 1 шт.
- Позиционер-вращатель сварочный универсальный M11050A 1 шт.

Перемещение изделия производят кран-балкой грузоподъемностью 1т.

Все работы производятся на участке с площадью $S = 77 \text{ м}^2$; высота потолка составляет 6 м; число окон: 3 (размер $2 \times 1,6 \text{ м}$); количество рабочих мест: 4.

Стенки цеха выполнены из кирпича, покрашены в светлые тона, пол бетонный. Для расцветки стенок рекомендовано использовать цинковые белила, желтоватый крон, титановые белила, которые отлично съедают

ультрафиолетовые лучи. Расцветка сварочных цехов и кабин в черные цвета не рекомендовано, например, как при данном усугубляется общая освещенность пространства сварки. В тех случаях, когда сварочные работы приходится исполнять на раскрытых участках цеха, пространство сварки со всех сторон надобно огораживать щитами или же ширмами.

Проектируемый участок располагается вдоль стенки цеха, в следствие этого освещение ведется 3-мя окошками, расположенными в стенке строения, а еще восемью светильниками, расположенными именно над участком. Для обеспечения нормируемых значений освещенности ведется очистка стекол оконных рам и осветительных приборов не менее, чем 2 раза в год ведется актуальная замена перегоревших ламп. Вентиляция – приточно-вытяжная.

Параметры микроклимата участка:

- температура воздуха в теплое время года: 22-24⁰С,
- относительная влажность воздуха 45-65%;
- категория работы – средней тяжести 2б;
- скорость движения воздуха 0,31-0,4 м/с;
- уровень шума на участке превышает 85дБ.

Рабочий день длится с 8:00 до 17:00 (восьмичасовой) с перерывом на обед с 12:00 до 13:00.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным грузовым транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации.

5.2 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

Классификация опасных и вредных факторов дана в основополагающем стандарте ГОСТ 12.0.003-84 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» (Рисунок 7).

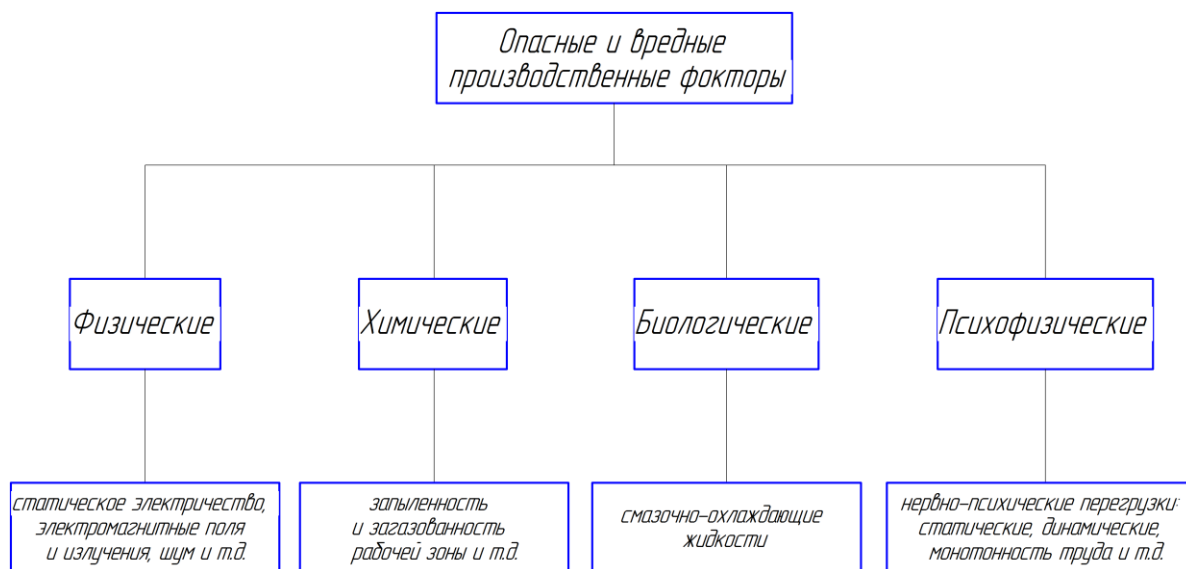


Рисунок 7 Классификация опасных и вредных факторов.

При ведении сварочного процесса на работников участка могут воздействовать следующие основные вредные и опасные производственные факторы:

1. повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны;
2. ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла;
3. производственный шум;
4. статическая нагрузка на руку;
5. электрический ток.

Самым главным фактором, оказывающим негативное воздействие на деятельность человека, является загрязненность воздуха. Загрязнения, находящиеся в воздухе, оказывают биологическое воздействие на организм.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 180 мг/м³ пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов, а также CO₂ до 0,5÷0,6

процентов; угарного газа до 160 мг/м³; окислов азота до 8,0 мг/м³; озона до 0,36мг/м³; оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала.

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью—более 90% частиц, скорость витания частиц < 0,1 м/с.

Источником выделения вредных веществ также может быть краска, грунт или покрытие, находящиеся на кромках свариваемых деталей и попадающие в зону сварки. Для уменьшения выделения вредных веществ поверхности свариваемых деталей должны при необходимости зачищаться от грунта и покрытия по ширине не менее 20 мм от места сварки.

Автотранспорт, который используется для перевозки готовых изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, бензапирен, летучие углеводороды.

На участке сборки и сварки изготовления котла применим общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха.

Кондиционирование предполагает автоматическое поддержание в закрытых помещениях всех или отдельных параметров воздуха (температуры, относительной влажности, чистоты, скорости движения воздуха) обеспечения оптимальных метеорологических условий, наиболее благоприятных для самочувствия людей, ведения технологического процесса [20].

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой, приближено к источнику выделений. Подвижность воздуха в зоне сварки должна быть 0,2÷0,5 метров в секунду.

Определим необходимый объём воздуха L, удаляемый от местных отсосов по формуле [20]:

$$L = 3600 \cdot F \cdot V, \quad (53)$$

где F – суммарная площадь рабочих проёмов и неплотностей, м²;

V – скорость всасывания воздуха на рабочем участке, м/с; $V = 0,5$ м/с.

$$L = 3600 \cdot 0,04 \cdot 0,5 = 72 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Из расчета видно, что объем воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L = 72 \text{ м}^3/\text{с}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный FUK – 4700 SP с двигателем типа АИР 80В2У3, мощностью 2,2 кВт.

Шум – совокупность аperiодических звуков различной интенсивности и частоты. С физиологической точки зрения шумом называют любой нежелательный звук, оказывающий вредное воздействие на организм человека.

Область слышимых человеком звуков ограничена двумя пороговыми кривыми: нижняя: порог слышимости, верхняя – порог болевого ощущения. Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- PRO MIG 160;
- ARCTIC MIG 250 Y;
- компрессор;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 1$ кг) ГОСТ 2310 - 77, шабер, углошлифовальная машинка, молоток рубильный МР – 22.

Шум возникает также при кантовке изделия с помощью подъемно – транспортных устройств (кран мостовой и кран - балка) и при подгонке деталей по месту с помощью кувалды и молотка.

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [20].

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещения жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Допустимый уровень звукового давления (дБ) и уровень звука (дБА) должны быть следующими: уровень звукового давления 99-85 дБ при среднегеометрической частоте октавных полос 63-8000 Гц, уровень звука – 85 дБА.

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого компрессором, его следует помещать в звукоизолирующие ограждения из ДСП. Вентиляционное оборудование следует установить на пять металлических виброизолирующих оснований ДО-38, а вентиляторы следует устанавливать на улице.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумовые наушники.

При ведении сварочного процесса в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [20].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 1 до 3 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п.

Микроклимат производственных помещений, то есть климат внутренней среды этих помещений, определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей.

В холодный и переходной периоды года при категории работ Пб – работы средней тяжести оптимальные параметры, следующие: температура $17 - 19^{\circ}\text{C}$; относительная влажность $60 \div 40$ %; скорость движения воздуха $0,3$ м/с. В тёплый период года: температура $20 \div 22^{\circ}\text{C}$; относительная влажность $60 \div 40$ %; скорость движения воздуха $0,4$ м/с. Соответствует Санитарным правилам.

5.2.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Нормирование естественного и искусственного освещения осуществляется в соответствии с СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона и контрасты объекта с фоном.

Свет определяет также жизненный тонус и ритм человека. Такие функции организма, как дыхание, кровообращение, работа эндокринной системы отчетливо меняют интенсивность деятельности под влиянием света. Свет является мощным эмоциональным фактором, воздействует на психику человека.

Для освещения используем 8 подвесных промышленных светодиодных светильников Пифагор ДСП-02L-120-001 LG, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы. Лампы устанавливаются в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой. Данные светильники обеспечивают нормы освещения 200лк согласно СНиП 23-05-95.

5.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются

воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять $0,5-6$ кал/см²·мин.

2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. При производстве котлов $I=110-140A$, соответственно марка светофильтра С5.

Маска из фибры защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключая попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 26.

Таблица 26 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке для сварщиков.

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
1	2
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90

Продолжение таблицы 26.

1	2
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Щиток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы со специальной противопожарной пропиткой.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навывпуск.

Для слесарей также необходимо использовать средства индивидуальной защиты:

- комбинезон х/б;
- перчатки трикотажные;
- рукавицы х/б с накладками;
- ботинки кожаные;
- очки защитные;
- щиток защитный лицевой серии НБТ ВИЗИОН Classic Termo.

3. Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 220В и 380В.

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003 – 81. В них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

Электробезопасность. Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей электрического и технологического оборудования, которое может оказаться под напряжением. Защитное заземление обеспечивает снижение напряжения между оборудованием и землей до безопасной величины. На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы длиной 2,5 метра и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 6 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители, количество заземлителей 12шт.

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4х12 миллиметров.

5.3.1 Разработка методов защиты от опасных факторов

Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;
- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация котла на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

5.4 Охрана окружающей среды

1. Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки котла используют циклонный фильтр. Воздух, в который попадают частицы пыли крутится по спирали с большой скоростью. Центробежная сила «прибивает» все лишнее к стенкам промежуточного сборника конусообразной формы, а из него все грязь попадет непосредственно в пылесборник циклонного фильтра.

Эффективность фильтров данного типа составляет 95÷98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [20].

2. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки котла предусмотрены

емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в пункт приема металлолома, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места [20].

5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях

В настоящее время существует два основных направления ликвидации вероятности возникновения и последствий ЧС на промышленных объектах.

Первое направление заключается в разработке технических и организационных мероприятий, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала современных технических систем. Второе направление заключается в подготовке объекта, обслуживающего персонала, служб ГО и населения к действиям в условиях ЧС.

Класс пожароопасности для сварочного производства – В.

Разработанный участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) - 2 шт.;
- огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Правовые вопросы безопасности труда обеспечивает Конституция страны, которая гарантирует права граждан на труд, отдых, охрану здоровья, материальное обеспечение в старости, в случае болезни, при полной или частичной нетрудоспособности. В 1970 г. были приняты «Основы законодательства Российской Федерации о труде», которые пересматривались в 1990 г.

В действующий в настоящее время «Кодекс законов о труде РФ» (КЗоТ РФ) включены основные требования, направленные на создание здоровых и безопасных условий труда.

В 1993 г. в нашей стране введены «Основы законодательства Российской Федерации об охране труда», которые устанавливают гарантии осуществления права трудящихся на охрану труда и обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, учреждениях и организациях всех форм собственности.

В ст. 1 рассматриваемого документа приводится определение термина «охрана труда».

В ст. 3 «Основ законодательства...» также указывается, что главной задачей государственной политики в области охраны труда является признание и обеспечение приоритета жизни и здоровья работников по отношению к результатам производственной деятельности предприятия. указанных мероприятий и фондах охраны труда.

В «Основах законодательства РФ об охране труда» также перечислены права и обязанности работников и работодателей по обеспечению охраны труда на предприятиях, рассмотрены вопросы обучения и инструктирования работников в области охраны труда.

Кроме перечисленных выше законодательными документами в области безопасности жизнедеятельности являются государственные, отраслевые стандарты и стандарты предприятий, правила и нормы, в которых содержатся различные требования к безопасности труда, экологической безопасности и др.

Едиными правилами, которые содержат требования к обеспечению безопасности труда при проектировании, строительстве и эксплуатации промышленных объектов, являются «Строительные нормы и правила» (СНиП), а также различные санитарные нормы и правила (СН, СанПиН).

Проект вытяжной вентиляции.

На участке сборки и сварки применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха.

Кондиционирование предполагает автоматическое поддержание в закрытых помещениях всех или отдельных параметров воздуха (температуры, относительной влажности, чистоты, скорости движения воздуха) обеспечения оптимальных метеорологических условий, наиболее благоприятных для самочувствия людей, ведения технологического процесса [19].

В холодный и переходной периоды года при категории работ Пб – работы средней тяжести оптимальные параметры, следующие: температура 17 - 19°С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,3 м/с. В тёплый период года: температура 20÷22° С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

5.7 Вывод

В результате проведенной работы нами были выявлены вредные и опасные факторы, имеющие место на данном участке. Были использованы следующие методы защиты от влияния этих факторов:

- для предотвращения от электротравматизма применяем защитное заземление;

- для защиты сварщика от травматизма при сварке применяем индивидуальные средства защиты.

Произведена разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, в том числе пожаров. Приняты необходимые меры по обеспечению экологической безопасности и охраны окружающей среды.

При организации проектируемого участка соблюдены противопожарные правила и нормы при установке электропроводов и оборудования, вентиляции и освещения. Это относится к техническим мероприятиям.

К мероприятиям режимного характера относятся запрещение курения в не установленных местах, производство электросварочных и других огнеопасных работ в пожароопасных помещениях.

В качестве эксплуатационных мероприятий на рекомендуемом участке предусмотрены своевременные профилактические осмотры, ремонты и испытания оборудования.

При проектировании участка предусмотрена безопасная эвакуация людей на случай возникновения пожара.

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях улучшения производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок и технологический процесс сборки и сварки отопительного стального котла мощностью 30 кВт.

Для сборки стального котла применено сборочно-сварочное приспособление со столом сварочным ССМ-1, а также для более удобного процесса сварки применен позиционер-вращатель сварочный универсальный М11050А, заменено сварочное оборудование на менее дорогостоящее. Существенным нововведением является применение пневматического метода контроля качества котла.

В результате перечисленных нововведений, повысилось качество конечной продукции, снизилась трудоемкость процессов сборки - сварки и контроля, что в целом снизило время изготовления одного изделия на 63,14 мин.

Кроме того, в данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и оборудования.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда при выполнении сборочно-сварочных и слесарных операций.

Посчитан экономический эффект от перечисленных нововведений, что позволяет судить о выгодности предлагаемого технологического процесса. Экономический эффект на изделие – 721,46рублей.

Список литературы:

1. Электронный ресурс - <https://otoplenie-vdome.ru/kotli-svoimirukami/vodyanoe-otoplenie-na-drovah-svoimi-rukami.html>;
2. Электронный ресурс - <http://www.gosthelp.ru/text/GOST260184SvarkametallovT.html>;
3. Электронный ресурс - <http://tdocs.su/gost-14205-83-tehnologichnost-konstrukcii-izdeliy-terminy-i-opredeleniya>;
4. Электронный ресурс - <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/6363/>;
5. Электронный ресурс - <http://xn-b1agnemcbtmf5b.xn--p1ai/stove/wirt-classic-20/>;
6. Зубченко А.С. Марочник сталей и сплавов. М.: «Машиностроение», 2003 - 784 с;
7. Теория сварочных процессов: Учебник для вузов / А.В. Коновалов, А.С. Куркин, Э.Л. Неровный, Б.Ф. Якушин; Под ред. В.М. Неровного. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 752 с.;
8. Юхин Н. А. Дуговая сварка в защитных газах. М: СОУЭЛО, 2008-232 с.
9. Ильященко Д.П., Васильев В.И. Разработка этапов технологии при дуговой сварке плавлением. Томск: Изд-во ТПУ, 2008. –96 с.
10. Бычин В.Б., Шубенкова Е.В., Малинин С.В. Организация и нормирование труда. Учебное пособие. МИНФРА-М2009. 248 с.;
11. Электронный ресурс - <http://svarog-rf.ru/products/arctic-mig-250-y-j04>;
12. Электронный ресурс - <http://svarog-rf.ru/products/pro-mig-160-n219>;
13. Электронный ресурс - <http://svarog-rf.ru/products/art-00000091544>;
14. Электронный ресурс - <http://smartandsolid.ru/catalog/magnitnye-prisposobleniya/magnitnyu-ugolnik-mag-605-otklyuchaemyy/>;

15. Зуев В.М., Табакман Р.Л., Удралов Ю.И. Контроль качества сварных конструкций. – К.: Техника, 2001 – 196с.
16. Техническая документация в производстве сварных конструкций: учебное пособие / сост.: А.А. Хайдарова, С.Ф. Гнусов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 78 с;
17. Электронный ресурс - <http://www.elmid.ru/catalog/vrashchateli-pozitsionery-svarochnye/vrashchatel-svarochnyy-universalnyy-m-11050a-01/>;
18. Крампит Н. Ю., Крампит А. Г. Проектирование сварочных цехов. Эл. учебное пособие для ст. спец. «Оборудование и технология сварочного производства», 2013 г.
19. Великанов А.П. Экономический расчет технологического процесса. М.: Машиностроение, 1982 567с.
20. Минько В.М. Охрана труда в машиностроении. 4-е издание, 2014 – 256с.

Приложение А

(обязательно)

Спецификация топка

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
<i>Документация</i>							
Перв. примен.	A1		ФЮРА.ВИРТ30.001.000 СБ	Топка сборочный чертеж			
<i>Детали</i>							
Справ. №		1	ФЮРА.ВИРТ30.001.001	Дно топки Лист 684x413x4	1		
		2	ФЮРА.ВИРТ30.001.002	Боковины топки Лист 745x705x4	2		
		3	ФЮРА.ВИРТ30.001.003	Левая часть колена Лист 293x330x4	1		
		4	ФЮРА.ВИРТ30.001.004	Правая часть колена Лист 270x330x4	1		
		5	ФЮРА.ВИРТ30.001.005	Задняя стенка топки Лист 633x330x4	1		
		6	ФЮРА.ВИРТ30.001.006	Крышка топки Лист 704x330x4	1		
		7	ФЮРА.ВИРТ30.001.007	Нижняя стенка дымохода Лист 190x330x4	1		
		8	ФЮРА.ВИРТ30.01.008	Передняя стенка топки Лист 310x330x4	1		
		9	ФЮРА.ВИРТ30.001.009	Труба Ду32x3,2 ГОСТ 3262-75 Длина 330 мм	1		
		10	ФЮРА.ВИРТ30.001.010	Пластина Лист 120x312x4	1		
ФЮРА.ВИРТ30.001.000 СБ							
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Инв. № подл.	Разраб.	Подзирей Д.Е.					
	Пров.	Томас К.И.					
	Н.контр. Утв.	Павлов Н.В.					
				Топка WIRT Classic 30 kWt	Лист	Лист	Листов
					4	1	2
					ЮТИ ТПУ зр. 10А32		

Копировал

Формат А4

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № докл.	Подп. и дата	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
												21	ФЮРА.ВИРТ30.001.021	Пластина Лист 330x170x4	1	
												22	ФЮРА.ВИРТ30.001.022	Муфта G 3/4" Длина 60 мм	2	
												25	ФЮРА.ВИРТ30.001.025	Крюки для пневмоиспытаний Пластина 34x30x4	8	
												26	ФЮРА.ВИРТ30.001.026	Пластина Лист 80x40x4	1	
ФЮРА.ВИРТ30.001.000 СБ																
															Лист	2
Копировал															Формат А4	

Приложение Б

(обязательно)

Спецификация корпус

Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Изм. №	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
							A1								
											<i>Документация</i>				
										ФЮРА.ВИРТ30.002.000 СБ	Корпус				
											<i>Детали</i>				
								11		ФЮРА.ВИРТ30.002.011	Корпус топки Лист 1645x705x3	1			
								12		ФЮРА.ВИРТ30.002.012	Задняя стенка корпуса Лист 705x413x3	1			
								13		ФЮРА.ВИРТ30.020.013	Верхняя стенка корпуса Лист 616x743x3	1			
								24		ФЮРА.ВИРТ30.002.024	Муфта G 5/4" Длина 20 мм	2			
							ФЮРА.ВИРТ30.002.000 СБ								
							Изм. Лист	№ докум.		Подп.	Дата				
							Разраб.	Подзирей Д.Е.				Лист	Лист	Листов	
							Проб.	Томас К.И.				4		1	
							Н.контр.	Павлов Н.В.				ЮТИ ТПУ зр. 10А32			
							Утв.					Формат А4			

Копировал

Приложение В

(обязательно)

Спецификация дымоход и навеска

Перв. примен.	Справ. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание		
						<i>Документация</i>				
		A1			ФЮРА.ВИРТ30.003.000 СБ	Дымоход и навеска сборочный чертеж				
						<i>Детали</i>				
				14	ФЮРА.ВИРТ30.003.014	Основа дымохода Лист 4 70x330x3	1			
				15	ФЮРА.ВИРТ30.003.015	Труба 150x4 ГОСТ 10704-91 Длина 150мм	1			
				16	ФЮРА.ВИРТ30.003.016	Каретка шибера Лист 100x20x3	1			
				17	ФЮРА.ВИРТ30.003.17	Заслонка Пластина R=130 мм	1			
				18	ФЮРА.ВИРТ30.003.018	Ножки котла Пластина 65x65x4	4			
				19	ФЮРА.ВИРТ30.003.019	Крепежная планка нижней двери Пластина 270x30x3	1			
				20	ФЮРА.ВИРТ30.003.020	Крепежная планка верхней двери Пластина 210x30x3	1			
				22	ФЮРА.ВИРТ30.003.022	Муфта G 2" Длина 30 мм	2			
				23	ФЮРА.ВИРТ30.003.023	Муфта G 3/4" Длина 40 мм	1			
		ФЮРА.ВИРТ30.003.000 СБ								
		Изм. / лист	№ докум.	Подп.	Дата	Дымоход и навеска WIRT Classic 30 kW		Лист	Лист	Листов
		Разработ.	Подзирей Д.Е.					ч		1
		Пров.	Томас К.И.					ЮТИ ТПУ гр.10А32		
		Н.контр.	Павлов Н.В.							
		Чтв.								
<i>Копировал</i>						<i>Формат А4</i>				

Приложение Г

(обязательно)

Спецификация приспособление сборочно-сварочное

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
Стар. №					<i>Документация</i>		
	A1			ФЮРА.ВИРТ30.004.000 СБ	Приспособление сборочно-сварочное	1	
					<i>Сборочные единицы</i>		
			1	ФЮРА.ВИРТ30.004.001 СБ	Стол сборочно сарочный ССМ-01	1	
			2	ФЮРА.ВИРТ30.001.000 СБ	Топка	1	
Подп. и дата					<i>Детали</i>		
			3	ФЮРА.ВИРТ30.004.003	Упор угловой специальный	4	
			4	ФЮРА.ВИРТ30.004.004	Магнитный угольник	4	
			5	ФЮРА.ВИРТ30.004.005	Гайка зажимная ГС-01	4	
Инв. № подл.	ФЮРА.ВИРТ30.004.000 СБ						
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Инв. № подл.	Приспособление сборочно-сварочное				Лит.	Лист	Листов
					4	1	1
	Разрад.	Подзирей Д.Е.				ЮТИ ТПУ гр. 10А32	
	Проб.	Томас К.И.				Формат А4	
	Н.контр.	Павлов Н.В.					
	Утв.						

Копировал

Приложение Д
(обязательно)
Технологический процесс

Дцкл.	Взам.	Подл.	Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	
			<i>Листов</i>					
<p><i>WRT Classic 30 kwf</i></p>								

Комплект документов
на технологический процесс
Сборки и сварки

Разраб. Подзирей Д.Е.
Проверил Томас Ки.
Н.Контроль Павлов Н.В.