

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, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНАСТКИ И УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ КОТЛА WIRT SMART 20KWT

УДК 621.181.002.7:6211.791

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А32	Коваленко Е.С.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СП	Зернин Е.А.	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»	Шилов 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)
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	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.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	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
P5	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.
P6	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.
P7	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)
Р13	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.
Р14	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

Коваленко Е.С.

Зернин Е.А.

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	Коваленко Евгению Сергеевичу

Тема работы:

Разработка технологии, проектирование оснастки и участка сборки-сварки котла WIRT Smart 20kWt	
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>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы. 2. Объект и методы исследования. 3. Результаты проведенного исследования. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 5. Социальная ответственность.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Цели и задачи, Экспериментальные и расчетные данные исследований, Выводы по работе
---	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Зернин Е.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Солодский С.А.
Социальная ответственность	Шииков В.П.
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СП	Зернин Е.А.	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А32	Коваленко Е.С.		

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)
17.02.2017	Обзор литературы	30
17.03.2017	Объекты и методы исследования	20
17.04.2017	Расчеты и аналитика	30
20.05.2017	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры СП	Зернин Е.А.	К.т.н.		

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, РЕСУРСООБЪЕДИНЕНИЕ И РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
10А32	Коваленко Е.С.

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. <i>Определение себестоимости изготавливаемой порошковой проволоки</i>
2. <i>Сравнение цен изготавливаемой проволоки с уже имеющимися аналогами</i>
3.
4.
5.
6.
7.
Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей):
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию</i>

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	Коваленко Е.С.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
10А32	Коваленко Е.С.

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i>	
<i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i>	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
2. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i>	<i>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендаций по использованию индивидуальных средств защиты.</i>
3. <i>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</i>	<i>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</i>
4. <i>Охрана окружающей среды:</i>	<i>Вредные выбросы в атмосферу.</i>
5. <i>Защита в чрезвычайных ситуациях:</i>	<i>Перечень наиболее возможных ЧС на объекте</i>
6. <i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i>	<i>Проектирование системы приточно-вытяжной вентиляции на разрабатываемом участке.</i>

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	Коваленко Е.С.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 134 с., 9 рисунков, 26 таблиц, 22 источника, 7 приложений, 12 л. графического материала.

Ключевые слова: сварка плавлением, технология, режимы сварки, сила сварочного тока, сварочное оборудование, производительность, план участка, приспособление, промышленная безопасность, себестоимость.

Объектом исследования является процесс изготовления стального твердотопливного котла мощностью 20кВт.

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 2007 и КОМПАС – 3D и представлена на диске (в конверте на обороте обложки).

Abstract

Graduation qualification work 134 pp., 9 drawings, 26 tables, 22 sources, 7 applications, 12 liters. Graphic material.

Key words: melting welding, technology, welding modes, welding current power, welding equipment, productivity, site plan, adaptation, industrial safety, cost price.

The object of the study is the process of manufacturing a solid-fuel steel boiler with a power of 20 kW.

The purpose of the work is the development of assembly technology - welding, 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 was developed.

Graduation qualification work was done in the text editor Microsoft Word 2007 and KOMPAS - 3D and is presented on the disk (in the envelope on 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 – 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	17
1 Обзор литературы	19
2 Объект и метод исследования	20
2.1 Формулировка проектной задачи	20
2.2 Теоретический анализ	20
3 Результаты проведенного исследования	23
3.1 Инженерный расчет	23
3.1.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов	23
3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки	29
3.1.3 Расчет режимов сварки	32
3.1.3.1 Расчет режима дуговой сварки в смеси газов шва Т1-Δ3	32
3.1.3.2 Расчет режима дуговой сварки в смеси газов шва Т1-Δ3 проволокой 0,8 мм	34
3.2 Технологический раздел	37
3.2.1 Технологический анализ выбранного производства	37
3.2.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции	38
3.2.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального	40
3.2.4 Нормирование операций	41
3.2.5 Выбор технологического оборудования	52
3.2.6 Контроль технологических операций	57
3.2.7 Разработка технической документации	62
3.3 Конструкторская часть	64
3.3.1 Общая характеристика механического оборудования	64
3.3.2 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	65
3.4 Пространственное расположение производственного процесса	66
3.4.1 Состав сборочно-сварочного цеха	66
3.4.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	67

3.4.3	Расчет основных элементов производства	68
3.4.3.1	Определение требуемого количества оборудования	68
3.4.3.2	Определение состава и численности работающих	69
3.4.4	Планировка заготовительных отделений	71
3.4.5	Планировка сборочно-сварочных отделений и участков	72
3.4.6	Степень и уровень механизации и автоматизации производственного процесса	73
3.4.7	Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений	74
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения	77
4.1	Сравнительный экономический анализ вариантов	77
4.2.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособление	79
4.2.2	Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	81
4.2.3	Определение затрат на основные материалы	81
4.2.4	Определение затрат на вспомогательные материалы	82
4.2.5	Определение затрат на заработную плату	83
4.2.6	Определение затрат на силовую электроэнергию	84
4.2.7	Определение затрат на принадлежности для цветной дефектоскопии	85
4.2.8	Определение затрат на амортизацию оборудования	86
4.2.9	Определение затрат на амортизацию приспособлений	84
4.2.10	Определение затрат на ремонт оборудования	87
4.2.11	Определение затрат на содержание помещения	88
4.3	Расчет технико-экономической эффективности	88
4.4	Основные технико-экономические показатели участка	90
5	Социальная ответственность	91
5.1	Описание рабочего места	91
5.2	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	92

5.2.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	96
5.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	97
5.3.1 Разработка методов защиты от опасных факторов	100
5.4 Охрана окружающей среды	101
5.5 Защита в чрезвычайных ситуациях	101
5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	102
5.7 Вывод	104
Заключение	106
Список используемых источников	107
Приложение А (Спецификация топка)	109
Приложение Б (Спецификация корпус)	111
Приложение В (Спецификация двери, дымоход)	113
Приложение Г (Спецификация корпус навеска)	115
Приложение Д (Спецификация кожух)	116
Приложение Е (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	117
Приложение Ж (Технологический процесс)	118
Диск CD-R	В конверте на обложке
Графическая часть	На отдельных листах
ФЮРА.ВИРТ20.079.01.000 СБ Топка	Формат А1
ФЮРА.ВИРТ20.079.02.000 СБ Корпус	Формат А1
ФЮРА.ВИРТ20.079.03.000 СБ Двери, дымоход	Формат А1
ФЮРА.ВИРТ20.079.04.000 СБ Корпус навеска	Формат А1
ФЮРА.ВИРТ20.079.05.000 СБ Кожух	Формат А1
ФЮРА.000001.079.00.000 СБ Приспособление сборочно- сварочное	Формат-А1
ФЮРА.000002.079 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.079 ЛП Директивный техпроцесс	Формат А1
ФЮРА.000004.079 ЛП Вентиляция приточно-вытяжная	Формат А1
ФЮРА.000005.079 ЛП Экономическая часть	Формат А1

Введение

Наиболее популярным видом для отопления бытовых и производственных помещений уже на протяжении достаточно многих лет остаётся водяное отопление. Являясь в настоящее время наиболее экономически выгодным носителем тепла, вода на все 100% справляется с поставленной задачей. Подобные системы отопления привлекательны в первую очередь своей экономичностью, доступностью и удобством. Преимущества, выявленные в результате многолетней практики, использования водяного отопления таковы:

1. Небольшая температура поверхности различных приборов и корпуса котла;
2. Обеспечение одинаковой температуры во всех помещениях;
3. Экономия топлива;
4. Повышение эксплуатационных сроков;
5. Бесшумная работа;
6. Простота в обслуживании и ремонте.

Главным составляющим системы водяного отопления является котел. Такое устройство используется для нагревания воды в системе. Вода является теплоносителем в данном виде отопления, она циркулирует по трубам замкнутого типа, затем тепло передается в различные отопительные элементы, а от них уже обогревается все помещение [1].

При изготовлении отопительных котлов возникает ряд затруднений, которые, в свою очередь, имеют более мелкие, потому как качество всего котла в общем зависит от качества отдельных видов работ, выполняемых при изготовлении: подготовительных, сборочно-сварочных, испытаний. Важным процессом, влияющим на эксплуатационные характеристики будущего изделия,

являются сборочно-сварочные работы. Сварка в настоящее время является единственным и самым надежным способом герметичного соединения. Самым распространенным в России по сравнению с другими методами сварки является механизированная сварка в среде защитных газов.

Перед сварочным производством стоят цели, ориентированные на повышение эффективности производства, связанные с научно-техническим прогрессом и переводом экономики на интенсивно растущий путь развития. Это, в первую очередь, переход к широкому применению высокоэффективных систем, машин, агрегатов, современного оборудования и технологических процессов, которые обеспечат высокий рост механизации и автоматизации производства, высокую производительность труда и связанное с этим сокращение физического труда человека.

В настоящее время в сварочном производстве первостепенное значение приобретает повышение производительности труда, вследствие качественно лучшего использования рабочей силы в процессе производства.

Актуальность выпускной квалификационной работы обусловлена тем, что на сегодняшний день в России стоит много частных домов, где необходим независимый генератор тепла.

Объектом исследования является производство твердотопливного стального котла мощностью 20кВт, выпускаемые на ТПК «Котловцентр».

Предметом исследования является твердотопливный стальной котел мощностью 20кВт «Wirt-Smart».

1 Обзор литературы

Наиболее главной характеристикой любого сварного изделия служит его технологичность, оказывающая немалое влияние на технико-экономическую эффективность и рентабельность проектируемого производства. Надежность и долговечность сварных сооружений и конструкций зависят от качества выполнения сварных соединений. Для повышения качества сварки в условиях строительства необходимо постоянно улучшать систему по контролю качества сварочных работ. Наравне с контролем изготовленных сварных соединений должен происходить контроль по предупреждению брака на всех этапах формирования качества сварки и вводиться система управления качеством сварочных работ. Установленные формы влияния на качество сварки путем проведения серий отдельных операций оказываются малодейственными. Это можно объяснить отдельными операциями, которые не носят стабильный, системный характер и не затрагивают всю совокупность производственных операций. Поэтому одной из важнейших задач сварочного производства в строительстве остаётся разработка, создание и введение комплексной системы управления, которая сможет обеспечить систематическое увеличение качества сварки на всех технологических этапах и уровнях производства.

Технологичность по ГОСТ 14205-83 – совокупность свойств конструкции, определяющих ее способность к достижению оптимальных затрат при производстве, технологическом обслуживании и ремонта при заданных показателях качества, объема выпуска и условий выполнения работ [2].

2 Объект и метод исследования

2.1 Формулировка проектной задачи

Целью представленной выпускной квалификационной работы является выявление приобретенного выпускником уровня технической, социально-экономической, общепрофессиональной и специальной подготовки по направлению 15.03.01 «Машиностроение» профиль «Оборудование и технология сварочного производства».

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были поставлены задачи:

- разработать технологию сборки-сварки твердотопливного отопительного котла длительного горения мощностью 20кВт;

- спроектировать оснастку и участок сборки-сварки стального твердотопливного отопительного котла длительного горения мощностью 20кВт.

А также дополнительно необходимо провести техническое нормирование операций и определить требуемый состав всех необходимых элементов производства. К тому же в выпускной квалификационной работе разрабатывается организационная и экономическая части. А они в комплексе с технологической частью должны поспособствовать созданию более совершенного по технико-экономическому уровню и высокоэффективного сборочно-сварочного участка.

2.2 Теоретический анализ

Существующий технологический процесс сборки и сварки твердотопливного стального котла имеет свои недостатки, и поэтому существуют варианты по его улучшению, или снижению негативного влияния

всех недостатков на качество данного изделия и эффективность производства. Более очевидный из них связан со способом сварки и улучшением технологического процесса, за счет уменьшения транспортных операций, видов испытаний, физического труда и внедрения автоматизации.

Дуговая сварка покрытыми металлическими электродами в настоящее время остается одним из самых распространенных методов, которые используются при изготовлении сварных конструкций. Это объясняется простотой и мобильностью используемого оборудования, возможностью выполнения сварки в различных пространственных положениях и в местах, где ограничен доступ для механизированных способов сварки. Тем не менее, стоит помнить про возможность принципиального изменения технологического процесса сварки путем оправданной замены используемого способа сварки на иной, или комбинирования этого способа с другими.

Сварка в среде защитных газов – один из способов электродуговой сварки. Защитный газ, обтекая электрическую дугу и сварочную ванну, предохраняет расплавленный металл от воздействия атмосферы, окисления, азотирования. Сварка в среде углекислого газа осуществляется как ручным, так и механизированным способом.

Основными факторами сварки являются: высокая производительность процесса сварки; хорошая защита сварного шва от воздействия окружающей среды; хорошие механические свойства шва; возможность визуального наблюдения за процессом формирования шва; малая зона термического влияния; возможность полной механизации и автоматизации процесса сварки.

Как вариант можно рассмотреть хорошо себя зарекомендовавший способ сварки сплошной проволокой в среде углекислого газа. Однако наиболее перспективным, в силу ряда объективных, экономических и технологических обстоятельств, следует считать применение для защиты зоны сварки – смесь газов.

Электродуговая сварка в среде защитных газов отличается от сварки под слоем флюса тем, что горение дуги идет в газовой среде, создаваемой в зоне

сварки. Эта среда может состоять из углекислого газа, аргона, гелия или их сочетаний.

Основное преимущество процесса сварки в среде защитных газов заключается в повышении вязкости расплавленного металла, что позволяет сваривать стыковые швы на весу и механизировать сварку неповоротных стыков в разных пространственных положениях. Для улучшения качества защитных газов необходимо использовать качественное газовое оборудование: редуктор с подогревателем и осушитель.

Механизация и автоматизация сварочного производства – важнейшее средство повышения производительности труда, повышения качества полученного сварного изделия, улучшения условий труда рабочего.

Одним из инновационных вариантов может считаться рациональная планировка участка сборки и сварки твердотопливных стальных котлов. Это заключается в рациональном размещении рабочих мест, производственного оборудования, и т.д. Все это используется для сокращения длительности производственного цикла, за счет устранения некоторых транспортных операций или замены их другими.

Чтобы ускорить процесс испытаний топки и упростить его, необходимо использовать цветной (капиллярный) метод дефектоскопии.

Для совершенствования технологического процесса сборки и сварки требуемого изделия автоматизируют процесс.

При сборке котлов целесообразно использовать универсальные поворотные сборочно-сварочные столы, а при сварке необходимо использовать сварочные манипуляторы, что облегчит и упростит работу для сварщика, т.к. все швы будут находиться в нижнем положении (или в положении «лодочка»).

3 Результаты проведенного исследования

3.1 Инженерный расчет

3.1.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов

Изготавливаемой изделие – стальной твердотопливный котел мощностью 20кВт предназначен для отопления помещений площадью до 200м² и максимальным рабочим давлением 2,5бар.

Сварочные материалы должны обеспечивать требуемый комплекс прочностных, вязкопластических свойств металла шва и сварочно-технологических характеристик. При этом основополагающим принципом выбора сварочных материалов для сварки является получение металла шва с временным сопротивлением разрушению не менее минимального (нормативного) для свариваемого металла.

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

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

Таблица 1 – Химический состав [2]

Массовая доля элементов, %, не более	Марка стали	
	Ст. 3 (ГОСТ 380-2005)	Сталь 20 (ГОСТ 19903-74)
1	2	3

Продолжение таблицы 1

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
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 [2]

Марка стали	Предел прочности σ_b , МПа	Предел текучести σ_t , МПа	Относительное удлинение δ_5 , %	КСУ (ударная вязкость) Дж/см ²
Ст. 3	486	251	26	60
20	492	252	24	64

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 [2].

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 [2].

Принимаем сварку плавящимся электродом в смеси газа Ar+CO₂ (смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона) по ТУ 2114-004-00204760-99, т. к. существует ряд преимуществ этих способов:

- высокая производительность;
- высокие механические свойства сварных соединений;
- меньшая склонность к образованию горячих трещин;
- меньшая себестоимость сварочных работ.

Состав металла шва выбирают близким к составу основного металла, при этом необходимые свойства металла получают за счёт сварочной проволоки. 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.

Проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246-70 выпускается диаметром от 0,3 до 12 мм. При сварке проволокой Св-08Г2С металл шва имеет хорошую стойкость против образования горячих трещин, имеет наименьшее количество шлаковых включений. Она поставляется в мотках, упакованных в парафинированную бумагу или полиэтилен. К каждому мотку прикреплена бирка с названием завода-изготовителя, марка, диаметр, ГОСТ. Химический состав проволоки 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 [3]

Марка проволоки	Химический состав по ГОСТ 2246-70, %							
	С	Si	Mn	Cr	Ni	Al	S	P
							Не более	
Св-08Г2С	00,05-0,11	11,8-2,1	00,7-0,95	0,20	0,25	0,05	0,025	0,03

Таблица 4 – Механические свойства шва [3]

σ_b , Мпа	δ , %	КСУ, кДж/см ²	
		20 ⁰ С	0 ⁰ С
510	24	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 газ, без запаха, 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.

Двуокись углерода поставляется по ГОСТ 8050-85 трёх сортов. Состав приведён в таблице 5.

Таблица 5 – Состав CO₂, в % [3]

Содержание	Сорт		
	Высший сорт	1 сорт	2 сорт
1	2	3	4
CO ₂ (не менее)	99,8	99,5	98,8

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4
СО (не более)	0	0	0,05
Водяных паров при 760мм.рт.ст. и 20 °С (не более), г/см ³ .	0,178	0,515	Не проверяют

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

Таблица 6 – Состав Ar, в % [3]

Содержание	Сорт	
	Высший сорт	Первый сорт
Объемная доля аргона, %, не менее	99,993	99,987
Объемная доля кислорода, %, не менее	0,0007	0,002
Объемная доля азота, %, не менее	0,005	0,01

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить их физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [4].

Тепловое воздействие на металл в околошовных участках и процесс

плавления определяются способом сварки, его режимами. Отношение металла к конкретному способу сварки и режиму принято считать технологической свариваемостью. Физическая свариваемость определяется процессами, протекающими в зоне сплавления свариваемых металлов, в результате которых образуется неразъёмное сварное соединение.

Физическая свариваемость определяется свойствами соединяемых металлов, их способностью вступать между собой в требуемые физико-химические отношения. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью.

Такие особенности сварки, как высокая температура нагрева, малый объём сварочной ванны, специфичность атмосферы над сварочной ванной, а также форма и конструкция свариваемых деталей и т.д. – в ряде случаев обуславливают нежелательные последствия:

- резкое отличие химического состава, механических свойств и структуры металла шва от химического состава, структуры и свойств основного металла;
- изменение структуры и свойств основного металла в зоне термического влияния;
- возникновение в сварных конструкциях значительных напряжений, способствующих в ряде случаев образованию трещин;
- образование в процессе сварки тугоплавких, трудно удаляемых окислов, затрудняющих протекание процесса, загрязняющих металл шва и понижающих его качество;
- образование пористости и газовых раковин в наплавленном металле, нарушающих плотность и прочность сварного соединения и другое.

При различных способах сварки наблюдается заметное окисление компонентов сплавов. В стали, например, выгорает углерод, кремний, марганец, окисляется железо. В связи с этим в определении технологической свариваемости должно входить:

- определение химического состава, структуры и свойств металла

шва при том или ином способе сварки;

- оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;
- оценка склонности сталей к образованию трещин, которая, однако, является не единственным критерием при определении технологической свариваемости;
- оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

Существующие методы определения технологической свариваемости могут быть разделены на две группы: первая группа – прямые способы, когда свариваемость определяется сваркой образцов той или иной формы; вторая группа – косвенные способы, когда сварочный процесс заменяется другими процессами, характер воздействия которых на металл имитирует влияние сварочного процесса. Первая группа даёт прямой ответ на вопрос о предпочтительности того или иного способа сварки, о трудностях, возникающих при сварке тем или иным способом, о рациональном режиме сварки и т.п. Вторая группа способов, имитирующих сварочные процессы, не может дать прямого ответа на все вопросы, связанные с практическим осуществлением сварки металлов, и они должны рассматриваться только как предварительные лабораторные испытания.

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы:

- первая группа – хорошо сваривающиеся стали;
- вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;
- третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;
- четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

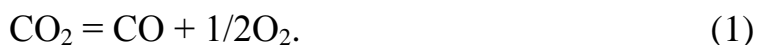
3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки

Состав металла шва при сварке в защитных газах плавящимся

электродом определяется составом газа, составом электродного и основного металла, их долями в металле шва и ходом металлургических реакций в сварочной ванне.

Необходимо отметить, что аргон, входящий в смесь газов в составе 80%, является инертным газом. Поэтому он не участвует в химических реакциях, его роль сводится только к физической защите сварочной ванны.

Температура сварочной ванны является основным параметром, который определяет направление и интенсивность физико-химических процессов в ней. При сварке в смеси $Ar + CO_2$ тепловые характеристики дуги возрастают, что объясняется отчасти повышением доли теплоты, выделяющейся в результате химических реакций, и некоторым напряжением дуги. При высокой температуре дуги происходит реакция диссоциации CO_2 [3]:



С повышением температуры увеличивается количество тепла, вводимого в изделие, что способствует снижению скорости охлаждения. С увеличением содержания кислорода в смеси, время существования ванны в жидком состоянии увеличивается, что способствует более плавному удалению неметаллических включений и дегазации металла сварочной ванны.

Аргон, растекаясь по поверхности свариваемого изделия, защищает достаточно длительно довольно широкую и протяженную зону как расплавленного, так и нагретого при сварке металла.

При сварке в смеси $Ar + CO_2$ 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:



При сварке в $Ar + CO_2$ происходит потеря легирующих элементов. Это

приводит к повышенному содержанию кислорода в металле сварочной ванны. В результате возрастает вероятность образования пор из-за выделения оксида углерода в процессе кристаллизации, и снижаются механические свойства металла шва.

Образование пор из-за выделения окиси углерода при сварке углеродистых сталей предотвращается, если металл шва содержит до 0,12 - 0,14% С, не ниже 0,5 - 0,8% Мn. При этом металл шва характеризуется малой склонностью к образованию пор, трещин и достаточно высокими механическими свойствами.

В большинстве случаев при сварке сталей беспористые швы указанного выше состава получают при применении кремне-марганцовистых электродных проволок Св-08Г2С, обеспечивающих малую загрязненность металла шва оксидными включениями.

Содержащиеся в проволоке кремний и марганец, обладая большим сродством к кислороду, чем железо, связывают кислород, растворенный в металле:



Окислы кремния и марганца образуют легкоплавкие соединения, которые в виде шлака всплывают на поверхность сварочной ванны. При сварке в углекислом газе количество шлака на поверхности шва составляет примерно от 1 до 1,5 % массы наплавленного металла [2].

Содержание кремния и марганца в наплавленном металле шва, выполняемого в Ar + CO₂ проволокой Св – 08Г2С остается на необходимом уровне.

Значительному снижению разбрызгивания электродного металла способствует добавление в смесь аргона - до 80 %. Это приводит к переходу от крупнокапельного переноса металла в дуге к струйному, что способствует улучшению сплавления, уменьшает подрезы, увеличивает производительность сварки и позволяет получать более плотные беспористые швы.

С увеличением выгорания кремния происходит образование горячих трещин, с уменьшением содержания кремния увеличивается количество расплавленного металла и уменьшается количество защитного газа на единицу массы переплавленного металла.

Технология сварки выбирается в зависимости от марки стали и требований, предъявляемых к сварным соединениям. Разработанная технология сварки должна обеспечивать получение достаточной работоспособностью при минимальной трудоемкости.

Конструктивные элементы подготовки кромок, типы сварных швов и их размеры при сварке в $Ar + CO_2$ должны соответствовать ГОСТ 14771-76. Основной металл до сборки в местах сварки должен быть очищен от ржавчины, масла, влаги и других загрязнений.

3.1.3 Расчет режимов сварки

Параметрами режима механизированной сварки в среде углекислого газа плавящимся электродом являются [6]:

- 1) диаметр электродной проволоки $d_{эп}$;
- 2) скорость 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) $q_{зг}$.

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

Рассчитываем тавровое соединение Т1-Δ3 ГОСТ 14771-76, шов

однопроходный, который показан на рисунке 1.

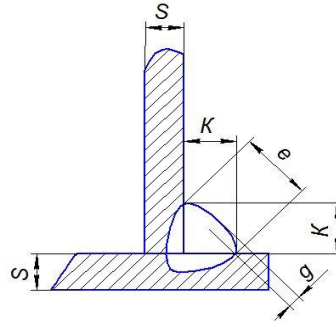


Рисунок 1 Угловое соединение типа Т1-Δ3: S - толщина листа,
e - ширина шва, g – высота шва, K – катет шва

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

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по площади наплавленного металла, мм;

$$d_{э.н.} = K_d \cdot F_{ни}^{0,625} \quad (7)$$

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

Рассчитаем площадь наплавленного металла, мм²:

$$F_{но} = 0,7 \cdot 4,24 \cdot 1 + \frac{1}{2} 3^2 = 7,5 \text{ мм}^2. \quad (8)$$

Рассчитаем диаметр электродной проволоки при сварке $K_d=0,149 \dots 0,409$:

$$d_{э.н.} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 8,5^{0,625} = 0,5 \dots 1,44 \text{ мм}. \quad (9)$$

Примем стандартные значения диаметра сварочной проволоки:
 $d_{эп}=1,2 \text{ мм}$.

Рассчитаем скорость сварки:

$$V_c = \frac{15,9 \cdot d_k^2 + 67,4 \cdot d_k^{1,5}}{F_k} = 14,8 \text{ мм/с} = 53,28 \text{ м/ч}. \quad (10)$$

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

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

$$V_{\text{э.п.к}} = \frac{4 \cdot F_k \cdot V_{\text{ск}}}{\pi \cdot d_{\text{эпк}}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = 59 \text{ мм/с} = 212,4 \text{ м/ч}. \quad (11)$$

Рассчитаем сварочный ток при сварке на обратной полярности:

$$I_c = 1,2(\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 59 + 145150} - 382) = 139 \text{ А}. \quad (12)$$

Расчетное значение сварочного тока не выходит за пределы ограничений для положения $I_c \leq 510 \text{ А}$.

Напряжение сварки U_c определяем по формуле:

$$U_c = 14 + 0,05I_c = 21 \text{ В}. \quad (13)$$

Расход защитного газа :

$$q_{\text{зг}} = 0,2 \cdot I^{0,75} = 8,1 \text{ л/мин}. \quad (14)$$

3.1.3.2 Расчет режима дуговой сварки в смеси газов шва Т1-Д3 проволокой 0,8 мм

Рассчитываем тавровое соединение Т1-Д3 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;

$$d_{\text{э.н.и}} = K_d \cdot F_{\text{н.и}}^{0,625} \quad (15)$$

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

Рассчитаем площадь наплавленного металла, мм²;

$$F_{\text{н.и}} = 0,7 \cdot 4,24 \cdot 1 + \frac{1}{2} 3^2 = 7,5 \text{ мм}^2. \quad (16)$$

Рассчитаем диаметр электродной проволоки при сварке $K_d=0,149\dots 0,409$:

$$d_{\text{э.н.}} = (0,149\dots 0,409) \cdot 8,5^{0,625} = 0,5\dots 1,44 \text{ мм}. \quad (17)$$

Примем стандартные значения диаметра сварочной проволоки:
 $d_{\text{ЭП}}=0,8 \text{ мм}$.

Рассчитаем скорость сварки:

$$V_c = \frac{15,9 \cdot d_k^2 + 67,4 \cdot d_k^{1,5}}{F_k} = \frac{15,9 \cdot 0,8^2 + 67,4 \cdot 0,8^{1,5}}{7,5} = 7,78 \text{ мм/с} = 28 \text{ м/ч}. \quad (18)$$

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

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

$$V_{\text{э.п.к}} = \frac{4 \cdot F_k \cdot V_{\text{с.к}}}{\pi \cdot d_{\text{Эпк}}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 7,5 \cdot 7}{3,14 \cdot 0,8^2 \cdot (1 - 0,1)} = 116 \text{ мм/с} = 417 \text{ м/ч}. \quad (19)$$

Рассчитаем сварочный ток при сварке на обратной полярности:

$$I_c = 0,8(\sqrt{1450 \cdot 0,8 \cdot 116 + 145150} - 382) = 117 \text{ А}. \quad (20)$$

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

Напряжение сварки U_c определяем по формуле:

$$U_c = 14 + 0,05I_c = 14 + 0,05 \cdot 117 = 20В. \quad (21)$$

Расход защитного газа :

$$q_{зг} = 0,2 \cdot 117^{0,75} = 7,11 \text{ л/мин.} \quad (22)$$

Аналогично можно провести расчёт режимов сварки остальных швов, но мы выбираем их из справочной литературы [7], режимы для сварки нестандартных швов принимаем аналогичными рассчитанному. 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	139	21	28,8	8,1
2	Н1-Δ3		120...150	20...22	16...18	8...10
3	У4		120...150	20...22	16...18	8...10
4	С2		120...150	20...22	16...18	8...10
5	Нест. шов №5		120...150	20...22	16...18	8...10
6	Н1		120...150	20...22	16...18	8...10
7	Т1-Δ3	0,8	117	20	16...18	7,11
8	Нест. шов №5	0,8	70...110	19...20	16...18	6...8

3.2 Технологический раздел

3.2.1 Технологический анализ выбранного производства

При разработке проекта в производстве изделия большое значение имеет определение целесообразных форм организации производственных процессов выпуска заданной продукции.

В зависимости от числа различных заданных видов изделий и повторяемости их изготовления может быть установлена принадлежность проектируемого цеха к определённому типу производства (единичное, мелкосерийное, крупносерийное, массовое). Однако не редко в одном цехе предусматривают организацию производства разных типов. Строгих границ между различными типами производств не существует.

Краткие характеристики перечисленных видов производств сводятся к следующему.

Единичное и мелкосерийное производство отличается большой и неустойчивой номенклатурой выпускаемых изделий. В производственном процессе применяют универсальное оборудование «переналаживаемую оснастку». Отсутствует закрепление заготовок и деталей за оборудованием. В основном использует общецеховой транспорт.

В серийном производстве номенклатура выпускаемых изделий ограничена и достаточно устойчива. Изготовление изделий производят периодически повторяющимися сериями на специализированных участках. Применяют универсальное оборудование. Характерно применение простой и комбинированной оснастки. Используют общецеховой и напольный транспорт.

В крупносерийном производстве номенклатура выпускаемых изделий весьма ограничена и устойчива. Изделия производят периодически повторяющимися крупными сериями на специализированных участках, механизированных переменного-поточных линиях. Применяют специализированное оборудование, специальные приспособления. Широко

используют подвесной и напольный транспорт.

Массовое производство отличается весьма устойчивой номенклатурой выпускаемой продукции, включающей один (редко два или три) тип изделия в большом количестве. Изделия производят с постоянным ритмом потока на комплексно-механизированных и автоматических поточных линиях с применением специализированного межоперационного транспорта.

На основании вышеизложенных характеристик и данных справочной литературы [8], учитывая, что годовая программа выпуска продукции составляет $N = 1200$ штук, а масса котла равна 160 кг, заключаем, что проектируемое сварочное производство относится к типу серийного.

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.

Изготовление котла начинается на первом рабочем месте со сборки и сварки топki на сборочно-сварочном поворотном столе (операция 010). Затем изделие помещается на второе рабочее место, где устанавливается манипулятор и происходит сварка топki (операция 020). Для проверки на герметичность, топка отправляется на третье рабочее место (операция 030), при помощи цветной дефектоскопии. После проверки на герметичность топка вновь перемещается на первое рабочее место, где происходит сборка корпуса (водяной рубашки) котла (операция 040). Затем изделие вновь перемещается на второе рабочее место, где устанавливается манипулятор и происходит сварка корпуса котла (операция 050). Для проверки корпуса на герметичность, отправляется на третье рабочее место (операция 060), при помощи давления. После проверки на герметичность котел перемещается на навеску (операции 070 – 0100)

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

Сварная конструкция считается технологичной, если она сконструирована из такого количества элементов, с приданием им таких размеров и форм, применением таких видов и марок материалов и оборудования, оснастки и методов организации производства, которые при заданном объёме выпуска и полном выполнении эксплуатационных функций обеспечивают простое и экономичное изготовление конструкций, узлов и деталей, судят, прежде всего, по их себестоимости.

К технологичным изделиям обычно относятся конструкции с самой низкой себестоимостью, а сварные конструкции из большого числа металлоёмких элементов, изготовление которых известными способами и средствами невозможно, либо вызывает затруднение и усложнение технологических операций, повышения трудоёмкости, увеличение производительности цикла и повышение себестоимости относят нетехнологичным.

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

Перечень показателей технологичности сварных конструкций устанавливается в зависимости от состава и характера факторов, к которым относятся: число и конструктивно-технологическая сложность элементов (заготовок, деталей, узлов), используемых при изготовлении сварной конструкции; уровень унификации, стандартизации и взаимозаменяемости элементов конструкции; степень соответствия размеров и форм готовых деталей; количество обрабатываемых поверхностей; требование к качеству обработки, к точности сборки под сварку; объём трудоёмких подгоночных операций; использование новых материалов.

Технологичность – совокупность свойств конструкции, определяющих её приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества,

объёма выпуска и условий выполнения работ [8].

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

Использование плазменной консоли позволяет максимально использовать металл при раскрое и обеспечивает высокую точность при резке деталей сложной формы и небольшого размера. Также плазма обладает достаточно высокой скоростью разделки. Недостатком является необходимость зачистки кромок от шлака углошлифовальной машинкой.

Для производства котлов необходимо использовать листогибочный станок, что позволит в разы снизить количество сварных швов.

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

3.2.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального

Весь технологический процесс представляет собой последовательность взаимосвязанных операций.

Согласно базовому технологическому процессу при изготовлении котла используется для сборки и сварки сборочно-сварочная плита. Для испытания топки используются приспособления для проверки давлением.

Заменим на первом рабочем сборочно-сварочную плиту на универсальный сборочно-сварочный поворотный стол, на втором рабочем месте заменим на манипулятор. Для проверки топки будем использовать метод цветной дефектоскопии.

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

Представим сравнительный анализ замены оборудования и

приспособлений в таблице 8.

Таблица 8 – Сравнительный анализ замены оборудования и приспособлений

Базовой техпроцесс	КОЛ-ВО, шт.	Предлагаемый техпроцесс	КОЛ-ВО, шт.
1	2	3	4
Профи MIG-500	3	Профи MIG-500	1
		Rilon Профи MIG-200S	2
Плита сборочно - сварочная	3	Стол сборочный поворотный	2
		Манипулятор сварочный	2
Приспособления для испытания топки	3	Принадлежности для цветной дефектоскопии	-

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.

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

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

$$T_{ш} = (T_{н.ш-к} \cdot L + t_{ви}) K_{п}, \quad (23)$$

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:

$$T_{н.ш-к}=(T_o+t_{вш})\cdot[1+(a_{обс.}+ a_{от.л} +a_{п-з})/100], \quad (24)$$

где T_o - 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%, [9].

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

$$T_o = \frac{F \cdot \gamma \cdot 60}{I \cdot \alpha_n}, \quad (25)$$

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

I – сила сварочного тока, А;

γ - плотность наплавленного металла, г/см³;

α_n – коэффициент наплавки, г/(А·ч) [9].

Время сварки для шва ГОСТ 14771-76 №1 Т1-Δ3.

$$T_o = \frac{7,5 \cdot 7,8 \cdot 60}{140 \cdot 15} = 1,67 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва ГОСТ 14771-76 №2 Н1-Δ3.

$$T_o = \frac{7,5 \cdot 7,8 \cdot 60}{140 \cdot 15} = 1,67 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва ГОСТ 14771-76 №3 У4.

$$T_o = \frac{7,35 \cdot 7,8 \cdot 60}{140 \cdot 15} = 1,63 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва ГОСТ 14771-76 №4 С2.

$$T_o = \frac{8,4 \cdot 7,8 \cdot 60}{140 \cdot 15} = 1,87 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва ГОСТ 14771-76 №5 нестандартный шов.

$$T_o = \frac{11,1 \cdot 7,8 \cdot 60}{140 \cdot 15} = 2,47 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва ГОСТ 14776-79 №6 Н1.

$$T_o = \frac{20 \cdot 7,8 \cdot 60}{140 \cdot 15} = 4,45 \text{ мин.}$$

Время сварки для шва ГОСТ 14771-76 №1 Т1-Δ3 проволокой 0,8 мм.

$$T_o = \frac{7,5 \cdot 7,8 \cdot 60}{117 \cdot 15} = 2 \text{ мин.}$$

Время сварки для проволокой 0,8 мм шва ГОСТ 14771-76 №5 нестандартный шов.

$$T_o = \frac{11,1 \cdot 7,8 \cdot 60}{117 \cdot 15} = 2,96 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 010.

Масса детали поз. 1 $m_1=8,8$ кг; установка в ручную на приспособление $t_1=0,6$ мин; масса детали поз. 2 $m_2=29$ кг; установка краном на приспособление $t_2= 1,6$ мин; масса детали поз. 3 (10 штук) $m_3=0,49$ (4,9) кг; установка в ручную $t_3= 0,18$ (1,8) мин; масса детали поз. 4 $m_4=2,6$ кг; установка в ручную $t_4= 0,28$ мин; масса детали поз. 5 $m_5=2,6$ кг; установка в ручную $t_5= 0,28$ мин; масса детали поз. 6 $m_6=0,45$ кг; установка в ручную $t_6= 0,18$ мин; масса детали поз. 7 $m_7=4,5$ кг; установка в ручную $t_7= 0,32$ мин; масса детали поз. 8 (2 штуки) $m_8=0.1$ кг; установка в ручную $t_8= 0,18$ (0,36) мин; масса детали поз. 9 $m_9=5,9$ кг; установка в ручную $t_9=0,38$ мин; масса детали поз. 10 $m_{10}=4,85$ кг; установка в ручную $t_{10}= 0,32$ мин; масса детали поз. 11 $m_{11}=0,8$ кг; установка в ручную $t_{11}= 0,18$ мин; поворот при помощи поворотного стола $t_{пов}=0,2$; масса детали поз. 12 $m_{12}=2,8$ кг; установка в ручную $t_{12}= 0,28$ мин; масса детали поз. 13 $m_{13}=3,36$ кг; установка в ручную $t_{13}= 0,32$ мин; масса сборочной единицы 1 $m_{с.б.1}=70,76$ кг; снятие с приспособления краном $t_{сн}=1,1$ мин.

Найдем время на прихватку:

$$t_{пр} = 0,08 \cdot 156 = 12,48 \text{ мин.}$$

Найдем вспомогательное время:

$$t_{в.и} = 6,9 + 1,1 + 0,2 + 12,48 = 20,68 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{н.ш-к}$ для шва Т1-Δ3 проволокой 0.8 мм:

$$T_{\text{н.ш-к}} = (2 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 3,49 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{\text{ш}}$ для операции 010:

$$T_{\text{ш}} = 3,49 \cdot 1,77 + 20,68 = 26,86 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 020

Масса сборочной единицы 1 $m_1 = 70,76$ кг; время на установку на манипулятор $t_1 = 1,6$ мин; поворот манипулятором (четыре поворота) $t_{\text{пов}} = 4 \cdot 0,25 = 1$ мин; снятие с манипулятора $t_{\text{сн}} = 1,1$ мин.

Найдем вспомогательное время:

$$t_{\text{в.и}} = 1,6 + 4 \cdot 0,25 + 1,1 = 3,7 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{\text{н.ш-к}}$ для шва Т1-Δ3:

$$T_{\text{н.ш-к}} = (1,67 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 3,07 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{\text{н.ш-к}}$ для шва У4:

$$T_{\text{н.ш-к}} = (1,63 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 3,02 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{\text{ш}}$ для операции 020:

$$T_{\text{ш}} = 3,07 \cdot 5,47 + 3,02 \cdot 1,75 + 3,7 = 25,78 \text{ мин.}$$

Определим время для операции 040.

Масса сборочной единицы 1 $m_{сб1} = 70,76$ кг; время на установку на стол $t_1 = 1,6$ мин; масса детали поз.14 (8 штук) $m_{14} = 0,06$ кг (0,48 кг); установка в ручную $t_{14} = 0,18$ мин (1,44 мин); масса детали поз.15 $m_{15} = 13$ кг; установка в ручную $t_{16} = 0,49$ мин; время на поворот $t_{\text{пов}} = 0,2$ мин; масса детали поз.14 (8 штук) $m_{14} = 0,06$ кг (0,48 кг); установка в ручную $t_{14} = 0,18$ мин (1,44 мин); масса детали поз.16 $m_{16} = 13$ кг; установка в ручную $t_{16} = 0,49$ мин; время на поворот $t_{\text{пов}} = 0,2$ мин; масса детали поз.14 (6 штук) $m_{14} = 0,06$ кг (0,36 кг); установка в ручную $t_{14} = 0,18$ мин (1,08 мин); масса детали поз.17 $m_{15} = 0,36$ кг; установка в ручную $t_{17} = 0,18$ мин; масса детали поз.18 $m_{18} = 8,6$ кг; установка в ручную $t_{18} = 0,38$ мин; время на поворот $t_{\text{пов}} = 1,8$ мин; масса детали поз.19 $m_{19} = 0,3$ кг; установка в ручную $t_{19} = 0,18$ мин; масса детали поз.20 $m_{20} = 8,48$ кг; установка в

ручную $t_{20}=0,38$ мин; масса детали поз.21 $m_{21}=1,5$ кг; установка в ручную $t_{21}=0,23$ мин; масса детали поз.22 $m_{22}=1,25$ кг; установка в ручную $t_1=0,23$ мин; масса сборочной единицы 2 $m_{с62}=118,57$ кг снятие со стола краном $t_{сн}=1,2$ мин.

Найдем время на прихватку:

$$t_{пр} = 0,08 \cdot 175 = 14 \text{ мин.}$$

Найдем вспомогательное время:

$$t_{в.и} = 14 + 6,62 + 0,2 \cdot 4 + 1,8 + 1,6 + 1,2 = 26,02 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{н.ш-к}$ для шва Г1-Δ3 проволокой 0,8 мм:

$$T_{н.ш-к} = (2 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 3,49 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{ш}$ для операции 040:

$$T_{ш} = 3,49 \cdot 2,2 + 26,02 = 33,7 \text{ мин.}$$

Определим время для операции 050.

Масса сборочной единицы 2 $m_{с62}=118,57$ кг; время на установку на манипулятор $t_1=1,8$ мин; масса детали поз.23 $m_{23}=0,086$ кг; установка в ручную $t_{23}=0,18$ мин; масса детали поз.24 $m_{24}=0,09$ кг; установка в ручную $t_{24}=0,18$ мин; масса детали поз.25 (2 штуки) $m_{25}=0,3$ кг (0,6кг); установка в ручную $t_{25}=0,18$ мин (0,36мин); масса детали поз.26 (2 штуки) $m_{26}=0,163$ кг (0,326кг); установка в ручную $t_{26}=0,18$ мин (0,36мин); поворот манипулятором (четыре поворота) $t_{пов}=4 \cdot 0,25=1$ мин; масса сборочной единицы 3 $m_{с63}=119,67$ кг; снятие с манипулятора $t_{сн}=1,2$ мин.

Найдем время на прихватку:

$$t_{пр} = 0,08 \cdot 18 = 1,44 \text{ мин.}$$

Найдем вспомогательное время:

$$t_{в.и} = 1,44 + 1 + 1,2 + 1,08 + 1,8 = 6,52 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{н.ш-к}$ для шва Г1-Δ3:

$$T_{н.ш-к} = (1,67 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 3,07 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{н.ш-к}$ для шва Н1-Δ3:

$$T_{\text{н.ш-к}} = (1,67 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 3,07 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{\text{н.ш-к}}$ для шва С2:

$$T_{\text{н.ш-к}} = (1,87 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 3,33 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{\text{н.ш-к}}$ для шва У4:

$$T_{\text{н.ш-к}} = (1,63 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 3,02 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{\text{н.ш-к}}$ для шва Н1 по ГОСТ 14776-79:

$$T_{\text{н.ш-к}} = (4,45 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 6,6 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{\text{н.ш-к}}$ для нестандартного шва №5:

$$T_{\text{н.ш-к}} = (2,47 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 4,08 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{\text{ш}}$ для операции 050:

$$T_{\text{ш}} = (3,07 \cdot 7,1 + 3,07 \cdot 1,16 + 3,33 \cdot 0,37 + 3,02 \cdot 0,1 + 6,6 \cdot 1,38 + 4,08 \cdot 0,99) + 6,52 = \\ = 46,56 \text{ мин.}$$

Определим время для операции 070.

Масса детали поз.27 $m_{27}=2,9$ кг; установка в ручную на стол $t_1=0,28$ мин; масса детали поз.28 $m_{28}=0,5$ кг; масса сборочной единицы 4.1 $m_{с64.1}=3,4$ кг; поворот в ручную $t_{\text{пов}}=0,14$; установка в ручную $t_{28}=0,18$ мин; масса детали поз.29 $m_{29}=2,5$ кг; установка в ручную на стол $t_{29}=0,28$ мин; масса детали поз.30 $m_{30}=0,04$ кг; установка в ручную $t_{30}=0,18$ мин; масса детали поз.31 $m_{31}=0,11$ кг; установка в ручную $t_{31}=0,18$ мин; масса детали поз.32 $m_{32}=0,36$ кг; установка в ручную $t_{32}=0,18$ мин; масса сборочной единицы 4.2 $m_{с64.2}=3,01$ кг; установить сборочную единицу 4.2 на сборочную единицу 4.1 $t_{с64.1}=0,28$ мин; масса детали поз.33.1 $m_{33.1}=0,1$ кг; установка в ручную $t_{33.1}=0,18$ мин; масса детали поз.33 $m_{33}=0,4$ кг; установка в ручную $t_{33}=0,18$ мин; закрутить 2 болта М8 масса $t=0,4$; сборочной единицы 4.3 $m_{с63}=6,81$ кг; снять со стола $t_{\text{сн}}=0,38$ мин.

Найдем время на прихватку:

$$t_{\text{пр}} = 0,08 \cdot 17 = 1,36 \text{ мин.}$$

Найдем вспомогательное время:

$$t_{в.и} = 1,36 + 0,38 + 0,28 \cdot 2 + 0,18 \cdot 5 + 0,14 + 0,28 + 0,4 = 4,02 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{н.ш-к}$ для шва Т1-Δ3 проволокой 0,8 мм:

$$T_{н.ш-к} = (2 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 3,49 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{н.ш-к}$ для нестандартного шва №5 проволокой 0,8 мм:

$$T_{н.ш-к} = (2,98 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 4,73 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{ш}$ для операции 070:

$$T_{ш} = 3,49 \cdot 0,9 + 4,73 \cdot 0,21 + 4,02 = 8,16 \text{ мин.}$$

Определим время для операции 080.

Масса детали поз.34 $m_{34}=3,5$ кг; установка в ручную на стол; $t_{34}=0,28$ мин; масса детали поз.35 $m_{35}=1,25$ кг; установка в ручную $t_{35}=0,23$ мин; масса детали поз.36 $m_{36}=0,1$ кг; установка в ручную $t_{36}=0,18$ мин; масса детали поз.37 (2 штуки) $m_{37}=0,08$ (016) кг; установка в ручную $t_4=0,18$ (0,36) мин; масса детали поз.38 $m_{38}=0,75$ кг; установка в ручную $t_{38}=0,18$ мин; масса детали поз.39 (2 штуки) $m_{39}=0,05$ кг; установка в ручную $t_{39}=0,18$ (0,36) мин; масса детали поз.40 (2 штуки) $m_{40}=0,01$ кг; установка в ручную $t_{40}=0,18$ (0,36) мин; масса детали поз.41.1 $m_{41.1}=0,1$ кг; установка в ручную $t_{41.1}=0,18$ мин; масса детали поз.41 $m_{41}=1$ кг; установка в ручную $t_{41}=0,23$ мин; закрутить 2 болта М8 $t=0,4$ мин; масса детали поз.42 $m_{42}=0,2$ кг; установка в ручную $t_{42}=0,18$ мин; масса детали поз.48 (4 штуки) $m_{48}=0,01$ кг; установка в ручную $t_{48}=0,18$ (0,72); установка двух болтов М6 четырех шайб М6 двух гаек М6 $t=0,3$ мин; установить шпильку М12 две штуки четыре шайбы М12 и четыре гайки М12 $t=0,92$; масса детали поз.43 $m_{43}=0,34$ кг; установка в ручную $t_{43}=0,18$ мин; установить болт М6 и гайку М6 $t=0,19$ мин; наклеить асбестовый шнур $t=3$ мин; масса сборочной единицы 5 $m_{с65}=7,46$ кг; снять со стола $t_{сн}=0,38$ мин.

Найдем время на прихватку:

$$t_{пр} = 0,08 \cdot 26 + 0,16 \cdot 7 = 3,2 \text{ мин.}$$

Найдем вспомогательное время:

$$t_{в.и} = 3,2+0,38 \cdot 2+0,28+0,18 \cdot 15+0,23 \cdot 2+0,3+0,4+0,19+0,92+3=12,22 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{н.ш-к}$ для шва Г1-Δ3 проволокой 0,8 мм:

$$T_{н.ш-к} = (2 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 3,49 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{ш}$ для операции 080:

$$T_{ш} = 3,49 \cdot 0,2 + 12,22 = 12,9 \text{ мин.}$$

Определим время для операции 090.

Масса детали поз.44 $m_{44}=3,5$ кг; установка в ручную на стол; $t_{44}=0,28$ мин; масса детали поз.45 $m_{45}=3$ кг; установка в ручную на стол; $t_{45}=0,28$ мин; масса детали поз.46 (2 штуки) $m_{46}=0,07$ (016) кг; установка в ручную $t_{46}=0,18$ (0,36) мин; масса детали поз.47.1 $m_{47.1}=0,1$ кг; установка в ручную $t_{47.1}=0,18$ мин; масса детали поз.47 $m_{47}=1,6$ кг; закрутить 2 болта М8 $t=0,4$ мин; установка в ручную $t_{47}=0,23$ мин; масса детали поз.48 (4 штуки) $m_{48}=0,01$ кг; установка в ручную $t_{48}=0,18$ (0,72); установка двух болтов М6 четырех шайб М6 двух гаек М6 $t=0,3$ мин; масса детали поз.42 $m_{42}=0,2$ кг; установка в ручную $t_{42}=0,18$ мин; установить шпильку М12 две штуки четыре шайбы М12 и четыре гайки М12 $t=0,92$; масса детали поз.43 $m_{43}=0,34$ кг; установка в ручную $t_{43}=0,18$ мин; установить болт М6 и гайку М6 $t=0,19$ мин; наклеить асбестовый шнур $t=3$ мин; масса сборочной единицы 6 $m_{с65}=8,8$ кг; снять со стола $t_{сн}=0,41$ мин.

Найдем время на прихватку:

$$t_{пр} = 0,08 \cdot 18 + 0,16 \cdot 10 = 3,04 \text{ мин.}$$

Найдем вспомогательное время:

$$t_{в.и} = 3,04 + 0,38 + 0,28 \cdot 2 + 0,18 \cdot 9 + 0,23 + 0,4 + 0,3 + 0,19 + 0,92 + 3 = 10,65 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{н.ш-к}$ для шва Г1-Δ3 проволокой 0,8 мм:

$$T_{н.ш-к} = (2 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 3,49 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{ш}$ для операции 090:

$$T_{ш} = 3,49 \cdot 0,1 + 10,65 = 11 \text{ мин.}$$

Определим время для операции 100.

Масса сборочной единицы 3 $m_{с63}=119,67$ кг; время на установку на приспособление $t_1=1,8$ мин; масса детали поз.57 (6 штук) $m_{57}=0,15$ кг (0,9кг); установка в ручную $t_{57}=0,18$ мин (1,08 мин); масса детали поз.49 $m_{49}=1,7$ кг; установка в ручную $t_{49}=0,23$ мин; масса детали поз.50 $m_{50}=0,05$ кг; установка в ручную $t_{50}=0,18$ мин; масса детали поз.51 $m_{51}=0,01$ кг; установка в ручную $t_{51}=0,18$ мин; масса детали поз.52 $m_{52}=0,01$ кг; установка в ручную $t_{52}=0,18$ мин; масса детали поз.53 $m_{53}=0,02$ кг; установка в ручную $t_{53}=0,18$ мин; масса детали поз.54 $m_{54}=1,4$ кг; установка в ручную $t_{54}=0,23$ мин; поворот при помощи поворотного стола $t_{пов}=0,2$; масса детали поз.52 (2 штуки) $m_{52}=0,01$ кг (0,02 кг); установка в ручную $t_{52}=0,18$ мин (0,36 мин); масса детали поз.55 $m_{55}=3,5$ кг; установка в ручную $t_{55}=0,28$ мин; масса детали поз.56 $m_{56}=0,01$ кг; установка в ручную $t_{56}=0,18$ мин; масса детали поз.8 (4 штуки) $m_8=0,1$ кг (0,4кг); установка в ручную $t_8=0,18$ мин (0,72 мин); масса сборочной единицы 5 $m_{с65}=8,7$ кг; установка в ручную $t_5=0,6$ мин; масса сборочной единицы $m_{с66}=7,46$ кг; установка в ручную $t_6=0,5$ мин; масса детали поз.53 (2 штуки) $m_{53}=0,02$ кг (0,04кг); установка в ручную $t_{53}=0,18$ мин (0,36мин); поворот при помощи поворотного стола $t_{пов}=0,2$; масса сборочной единицы 4.3 $m_{с64.3}=6,81$ кг; установка в ручную $t_{4.3}=0,5$ мин; масса сборочной единицы 7 $m_{с67}=150,8$ кг; снятие со стола $t_{сн}=1,2$ мин; масса детали поз.57 $m_{57}=3,5$ кг; установка в ручную $t_{57}=0,28$ мин; масса детали поз.58 $m_{58}=3,5$ кг; установка в ручную $t_{58}=0,28$ мин; масса детали поз.59 $m_{59}=1,5$ кг; установка в ручную $t_{59}=0,23$ мин; масса детали поз.60 $m_{60}=0,9$ кг; установка в ручную $t_{60}=0,18$ мин; масса детали поз.61 $m_{61}=0,2$ кг; установка в ручную $t_{61}=0,18$ мин; масса детали поз.62 $m_{62}=0,2$ кг; установка в ручную $t_{62}=0,18$ мин; закрутить 25 саморезов $t=6,25$ мин; выкрутить 25 саморезов $t=4$ мин; снять детали поз.57-62; время снятия $t=1$ мин.

Найдем время на прихватку:

$$t_{пр} = 0,08 \cdot 19 + 0,16 \cdot 30 = 6,32 \text{ мин.}$$

Найдем вспомогательное время:

$$t_{в.н} = 0,2 \cdot 3 + 1,8 + 1,2 + 0,28 \cdot 3 + 0,6 + 1 + 0,23 \cdot 3 + 0,18 \cdot 22 + 6,32 + 11,25 = 28,26 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{н.ш-к}$ для шва Т1-Δ3 проволокой 0,8 мм:

$$T_{н.ш-к} = (2 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 3,49 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{н.ш-к}$ для нестандартного шва №5 проволокой 0,8 мм:

$$T_{н.ш-к} = (2,98 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 4,73 \text{ мин.}$$

Найдем $T_{ш}$ для операции 100:

$$T_{ш} = 3,49 \cdot 0,5 + 4,73 \cdot 0,92 + 28,26 = 34,36 \text{ мин.}$$

Данные расчетов сводим 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	28,26	Сборочно-сварочная	26,86
015	Перемещение	1,1	Перемещение	1,1
020	Сварочная	31,88	Сварочная	25,28
025	Перемещение	1,1	Перемещение	1,1
030	Контроль	45	Контроль	25
035	Перемещение	1,1	Перемещение	1,1
040	Сборочно-сварочная	39,58	Сборочно-сварочная	33,7
045	Перемещение	1,2	Перемещение	1,2
050	Сборочно-сварочная	50,96	Сборочно-сварочная	46,56
055	Перемещение	1,2	Перемещение	1,2
060	Контроль	50	Контроль	40
065	Перемещение	1,2	Перемещение	1,2
070	Сборочно-сварочная	8,16	Сборочно-сварочная	8,16

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5
080	Сборочно-сварочная	13,9	Сборочно-сварочная	12,9
090	Сборочно-сварочная	12,5	Сборочно-сварочная	11
100	Сборочно-сварочная	37,56	Сборочно-сварочная	34,36
105	Перемещение	1,2	Перемещение	1,2
110	Слесарная	-	Слесарная	-
Итого:		325,9		271,92

На рисунке 2 показана продолжительность изготовления котла по базовому технологическому процессу, $T=290$ мин.

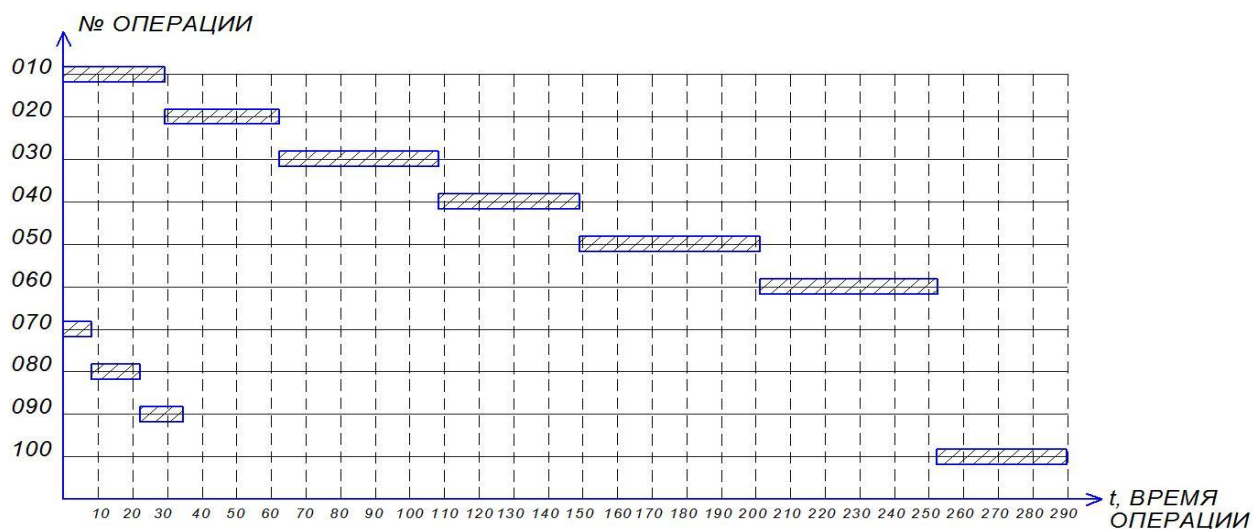


Рисунок 2 Продолжительность изготовления по базовому техпроцессу

На рисунке 3 показана продолжительность изготовления котла по предлагаемому технологическому процессу, $T=234,86$ мин.

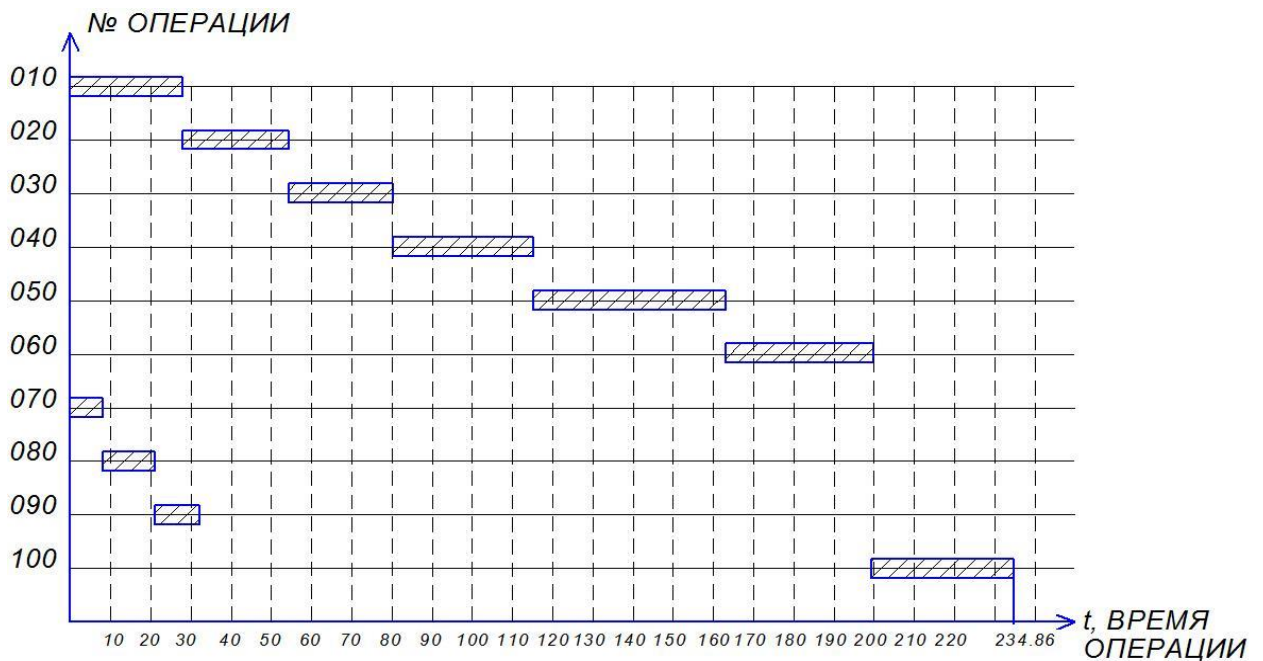


Рисунок 3 Продолжительность изготовления по базовому техпроцессу

3.2.5 Выбор технологического оборудования

Рассчитанные параметры режима позволяют сформулировать требования к оборудованию для сварки данного сварного изделия. Основными критериями для окончательного выбора рациональных типов оборудования должны служить их следующие принципы:

1. Техническая характеристика, наиболее отвечающая всем требованиям принятой технологии.
2. Наибольшая эксплуатационная надежность и относительная простота обслуживания.
3. Наибольший КПД и наименьшее потребление электроэнергии при эксплуатации.
4. Наименьшие габаритные размеры оборудования.
5. Наименьшая масса.
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 :

Выбираем полуавтомат для дуговой сварки в смеси газов. Сварка ведется в закрытом помещении. Полуавтомат должен обеспечивать сварочный ток 170...200 А; диаметр проволоки 1,2 мм; скорость подачи электродной проволоки 267,6...324 м/ч. Исходя из этих данных выбираем сварочный полуавтомат Профи MIG-500, представленный на рисунке 4 [10].



Рисунок 4 Сварочный аппарат Профи MIG 500

Технические характеристики приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики Профи MIG 500 [10]

Наименование параметра	Значение
1	2
Напряжение питания, 50Гц, В, (допустимое отклонение)	380 (±15%)
Потребляемая мощность, кВА	19,8
Потребляемый ток, А	37,5
Продолжительность включения, ПВ, %	60

Продолжение таблицы 10

1	2
Диапазон регулирования рабочего напряжения, В, режим MIG/MAG	22-39
Напряжение холостого хода, В	60,0
Диапазон регулирования скорости подачи сварочной проволоки, м/мин	3,5-20
Диаметр сварочной проволоки, мм,	1,0-1,6
Диапазон регулирования сварочного тока, А,	100-500
КПД, %	85
Коэффициент мощности	0,93
Род сварочного тока	постоянный
Питание подогревателя газа, 36В, 50Гц	есть
Масса проволоки на кассете, кг, не более	18,0
Габаритные размеры источника питания, мм	650x310x640
Габаритные размеры механизма подачи, мм	640x250x300
Масса источника питания, кг	42,0
Масса механизма подачи, кг	16,0
Степень защиты	IP21

Для сборочных операций выбираем сварочный полуавтомат Rilon Профи MIG-200S, представленный на рисунке 5 [11].



Рисунок 5 Сварочный полуавтомат Rilon Профи MIG-200S

Инверторный полуавтомат – Rilon Профи MIG-200S. Технические характеристики представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Технические характеристики полуавтомата Rilon Профи MIG-200S [11]

Напряжение питающей сети, В	220
Потребляемая мощность, кВт	6,4
Диапазон регулирования сварочного тока, А	50-200
ПВ, %	60
Вес, кг	35
Диаметр сварочной проволоки, мм	0,8-1,0

На рисунке 6 показан регулятор расхода газа универсальный У30/АР40-П.



Рисунок 6 Регулятор расхода газа универсальный У30/АР40-П

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

Технические характеристики регулятора расхода газа У30/АР40П представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Технические характеристики регулятора расхода газа [12]

Наименование параметра	Значение
Регулируемый газ	Ar/CO ₂
Наибольший расход газа, л/мин	30/40
Макс. давление на входе, МПа	15
Макс. рабочее давление, МПа	0,15
Вес, кг	2,27

На рисунке 7 показан сборочно-сварочный стол с поворотной плитой ССМ – 03.



Рисунок 7 Сборочно-сварочный стол с поворотной плитой ССМ –03

Стол ССМ-03 предназначен для сборки узлов и агрегатов и сварки металлоконструкций из труб, листа, профиля различного сечения, частей трубопровода с применением специальной сборочной оснастки. Поворот столешницы вокруг горизонтальной оси позволяет проводить сварочно-сборочные работы в труднодоступных местах без переустановки изделия. Применение сплошных цельных балок обеспечивает более качественную и точную сборку изделия.

Технические характеристики стола представлены в таблице 13.

Таблица 13 – технические характеристики сборочно-сварочного стола ССМ – 03 [13]

Параметр	Значение
Габаритные размеры стола, мм.	2140x1200x910
Размеры рабочей поверхности стола, мм.	1195x1200
Высота рабочей поверхности стола над уровнем пола, мм.	820
Отклонения от плоскостности рабочей поверхности стола, мм.	0,5
Равномерно-распределенная нагрузка на поверхность стола, кг.	500
Масса стола, кг.	446

3.2.6 Контроль технологических операций

Обеспечение высокого качества сварочных работ – наиболее важная проблема в области сварки.

Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции [14].

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

Дефекты бывают наружные, внутренние и сквозные.

Дефекты формы и размеров шва:

- неполномерность швов;
- неравномерность шва;

- несимметричность шва;
- бугристость шва;
- грибовидность;
- боковые выплески металла;
- подрезы шва;
- наплывы;
- прожоги.

Дефекты, нарушающие сплошность сварных соединений:

- непровары;
- трещины;
- поры;
- шлаковые включения.

Дефекты могут быть допустимыми и недопустимыми. Вид и размер допустимых дефектов обычно указывается в технических условиях или стандартах на данный вид изделия.

Проверка качества сварки в готовом изделии производится внешним осмотром и измерением сварного шва. Внешним осмотром выявляют несоответствие шва геометрическим размерам, наплывы, подрезы, глубокие кратеры, прожоги, трещины, непровары, свищи и поры и т.д. [14].

Сварные соединения рассматриваются невооружённым глазом или с помощью лупы при хорошем освещении; обмер швов производят с помощью инструментов и шаблонов - катетомеров.

Сварочные напряжения и деформации, меры борьбы с ними.

Сварка, как и другие процессы обработки металлов, вызывает возникновение в изделиях собственных напряжений.

В зависимости от причины, вызвавшей напряжения, различают:

- тепловые напряжения, вызванные неравномерным распределением температур при сварке;
- структурные напряжения, возникающие вследствие структурных превращений.

В зависимости от времени существования:

- временные - существующие лишь в определённый момент времени;
- остаточные - остаются в изделии после исчезновения причины, их вызвавшей.

В зависимости от размеров области:

- напряжения первого рода, которые действуют и уравниваются в крупных объёмах, соизмеримых с размерами изделия или его основных частей;
- напряжения второго рода – уравниваются в микрообъёмах тела в пределах одного или нескольких зёрен металла;
- напряжения третьего рода – уравниваются в объёмах, соизмеримых с атомной решёткой.

Сварочные напряжения являются напряжениями первого рода.

По направлению действия напряжения и деформации различают:

- продольные (вдоль оси шва);
- поперечные (поперёк оси шва).

По виду напряжённого состояния:

- линейные (действующие в одном направлении);
- плоскостные действующие в двух направлениях);
- объёмные (действующие в трёх направлениях).

В зависимости от изменения при сварке форм и размеров детали различают:

- деформации в плоскости – проявляются в изменении формы и размеров детали. Они могут быть продольными, поперечными и изгиба;
- деформации из плоскости – проявляются в образовании поперечных или продольных волн, изломов и т.д.

Весь комплекс мероприятий по борьбе с деформациями и напряжениями от сварки можно расчленить на две основные группы:

- мероприятия, предотвращающие вероятность возникновения деформаций и напряжений;

- мероприятия, обеспечивающие последующее исправление деформаций и снятие возникших напряжений [14].

С целью предотвращения развития деформаций, обеспечения требуемых форм и точности сварных конструкций, проводятся различные мероприятия, начиная со стадии проектирования и, кончая самим процессом изготовления сварного изделия:

- минимальная протяжённость сварных швов, минимальное сечение швов, удовлетворяющее расчётным условиям, что приводит к уменьшению остаточных деформаций и напряжений;
- симметричное расположение швов;
- оптимизация последовательности выполнения сборочно-сварочных работ;
- закрепление изделия в приспособлениях;
- прихватка деталей для исключения смещения их при сварке.

Эти меры в полной мере обеспечивают достаточно хорошее качество изделия. Применение каких-либо других способов борьбы с деформациями и напряжениями нецелесообразно, так как это ведёт к неоправданному удорожанию изделия.

При изготовлении котла применяется капиллярный способ контроля сварных швов. Данным способом контролируют топки, обнаруживают все дефекты, нарушающие сплошность сварных соединений.

Преимущества метода цветной дефектоскопии:

- простота контроля;
- несложное оборудование;
- малая трудоемкость.

На рисунке 8 показаны материалы для цветной дефектоскопии Helling [15].



а) б) в)

Рисунок 8 Материалы для цветной дефектоскопии: а) Очиститель Helling U87; б) Цветной пенетрант Helling U88; в) Проявитель Helling U89

Расходные материалы для капиллярной дефектоскопии представлены продукцией немецкой компании Helling (Хеллинг). Выбор данной продукции обусловлен ее качеством, согласно которому проникающая способность пенетрантных систем Helling - выше чем у аналогов представленных на российском рынке.

Среди основных преимуществ продукции Helling можно выделить:

- высокое качество подтвержденное заключениями ведущих материаловедческих институтов (пенетрант Хеллинг U88 в 95% случаев выявляет дефект шириной 1 микрон);
- соответствие российским и зарубежным стандартам качества (сертификаты качества предоставляются по запросам);
- низкая токсичность - очиститель и проявитель Helling используют в основе этиловый спирт, без добавки ацетоносодержащих компонентов.
- экономичность и удобство применения. По отзывам клиентов, расход пенетранта U88 меньше, чем расход пенетрантов других производителей, даже при использовании аэрозолей одинакового объема.

Очиститель U87 - это быстро испаряющийся, очиститель на спиртовой основе, он может быть использован для контроля по I-III классам чувствительности.

Пенетрант U88 может быть использован для контроля по II и III классам чувствительности согласно ГОСТ 18442-80. Расход аэрозольного пенетранта Helling U88 – примерно 100мл на 1м² контролируемой поверхности. Диапазон рабочих температур от -5°C до + 50°C.

Проявитель U89 это экологически безопасный мелкозернистый белый порошок на спиртовой основе. Применим для контроля по I, II и III классам чувствительности [15].

Так как отопительный котел работает под давлением, то для проверки готового изделия необходимо использовать еще и пневматический метод контроля. При пневматическом способе проверяемая емкость надувается воздухом до давления, составляющего 100-150% от рабочего (в зависимости от технических условий на изделие). Наружные швы смачиваются пенообразующим составом, который представляет собой раствор туалетного или хозяйственного мыла в воде (50-100 г мыла на 1 литр воды).

3.2.7 Разработка технической документации

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки.

При этом должны быть достигнуты 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 рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов.

Разработка технологических процессов включает:

1. расчленение изделия на сборочные единицы;
2. установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
3. выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты:

- 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:

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- перечень данных сборочных единиц в изделии;
- 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 [9].

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

3.3 Конструкторская часть

3.3.1 Общая характеристика механического оборудования

Механизация и автоматизация производственного процесса изготовления сварных изделий представляют собой одну из основных задач современного сварочного производства, решение которой значительно повышает производительность труда.

Сборочные операции при изготовлении сварных конструкций имеют целью – обеспечение правильного взаимного расположения деталей собираемого изделия. Наиболее рационально для сборки использовать прижимы.

Специальное сборочное приспособление позволяет улучшить качество сборки.

В связи с тем, что изделие обладает значительной массой для кантовки используется манипулятор. Для перемещения используется кран балка грузоподъемностью 1 тонна.

На рисунке 9 показан сварочный манипулятор серии Skyhook.

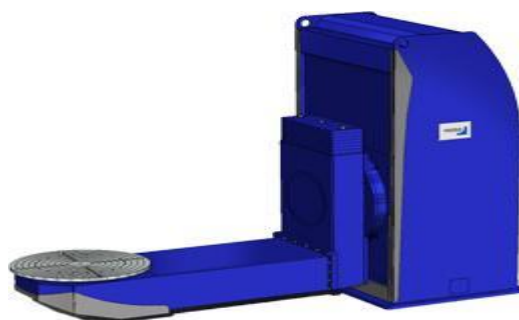


Рисунок 9 Сварочный манипулятор Skyhook SPS-750

Манипуляторы являются полезными устройствами повышающими гибкость, производительность и качество сварочных работ, не говоря уже о мотивации сварщиков.

Главным преимуществом использования манипуляторов является возможность установки свариваемых деталей в наилучшее положение для сварки – нижнее положение – благодаря чему производительность может быть увеличена на 70 процентов. Сварщики особенно ценят эргономичность и комфортность выполнения работ.

Технические характеристики представлены в таблице 14 [16].

Таблица 14 – Технические характеристики манипулятора Skyhook SPS-750

Параметр	Значение
Грузоподъемность, кг.	750
Размеры стола, мм.	800
Мощность двигателя, кВт.	3
Скорость вращения планшайбы, об/мин.	0,05 – 1
Вес, кг.	900

3.3.2 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса являются комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства. Специфическая особенность этого производства - резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно, сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30 процентов общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75 процентов приходятся на долю сборочных, транспортных и различных

вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75 процентов всего комплекса цехового оборудования [17].

В данной выпускной квалификационной работе в предлагаемом технологическом процессе используется приспособление сборочно -сварочное (см. ФЮРА.000001.079.00.000 СБ).

3.4 Пространственное расположение производственного процесса

3.4.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [8].

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

производственные отделения: заготовительное отделение включает 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;

- 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;

- административно - конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [8].

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.

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.

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 [8].

Для проектируемого участка сборки и сварки рештака 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, а поперечное (на складах) – автокарами либо краном мостовым.

3.4.3 Расчет основных элементов производства

3.4.3.1 Определение требуемого количества оборудования

Необходимое количество оборудования определяется по формуле [17]:

$$C_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot K_{вн}}, \quad (26)$$

где N – годовая производственная программа, шт., $N = 1200$ 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 3.14. Определение количества оборудования осуществляем путем округления расчетного количества оборудования C_p до целого числа в большую сторону.

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле [17]:

$$K_{зо} = C_p / C_{п} \cdot 100, \quad (27)$$

где C_p - расчетное количество оборудования, шт.;

C_n - принятое количество оборудования, шт.

Таблица 15 – Количество вспомогательного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

№ опер.	Наименование оборудования	$T_{ш}$, мин	C_p , шт	C_n , шт	$K_{зо}$, %
Базовый технологический процесс					
010;040	Плита сборочно-сварочная	67,84	0,72	1	72
020;050	Плита сборочно-сварочная	82,84	0,88	1	88
030;060	Контроль	95	1,02	2	51
070-100	Плита сборочно-сварочная	72,12	0,77	1	77
Предлагаемый технологический процесс					
010;040	Поворотный стол с универсальным приспособлением	60,56	0,65	1	65
020;050	Манипулятор сварочный	71,84	0,77	1	77
030;060	Контроль	65	0,7	1	70
070-100	Поворотный стол с универсальным приспособлением	66,42	0,71	1	71

Для предлагаемого технологического процесса принимаем количество вспомогательного оборудования в соответствии с количеством рабочих мест, где оно применяется, $C_n = 4$ 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 [8]:

$$P_{\text{сп}} = \frac{N \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot F_{\text{н}} \cdot K_{\text{вн}}}, \quad (28)$$

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

где N – годовая программа выпуска изделия, шт., $N = 1200$ 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 [8]:

$$P_{\text{всп}} = P_{\text{сп}} \cdot \Pi / 100, \quad (30)$$

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 [8]:

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

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

Результаты расчетов сводим в таблицу 16.

Таблица 16– Количество рабочих на участке

Вариант технологического процесса	Базовый	Предлагаемый
1	2	3
Трудоемкость $T_{\text{шт}}$, ч.	325,9	271,92

Продолжение таблицы 16

1	2	3
Расчетное/принятое списочное число основных рабочих $P_{сп}$ и $P_{п}$, чел.	3,72/4	3,31/4
Расчетное/принятое явочное число основных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$, чел.	3,38/4	3,09/4
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 числ-сть МОП, 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:

- 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 [8].

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) [8].

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 приблизительно при составлении компоновочной схемы цеха, подлежат уточнению в процессе подробной разработки технологического плана с учетом рекомендуемых размеров пролетов по нормам технологического проектирования.

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 стендов 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 [8].

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 [8]:

$$C_M = \frac{k \cdot T_M}{T_{HM} + kT_M}, \quad (32)$$

где T_M – трудоемкость работ, выполняемых механизированным способом, мин., $T_M = 271,92$ мин.;

T_{HM} – трудоемкость работ, выполняемых немеханизированным способом,

k – коэффициент повышения производительности труда на данном участке, $k = 2$ [8].

$$C_M = \frac{2 \cdot 271,92}{2 \cdot 271,92} = 100 \%$$

Качественный уровень механизации производственного процесса можно определить по формуле [8]:

$$Y_M = C_M(1 - 1/k) = 100(1 - 1/2) = 50\%. \quad (33)$$

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 помещений, расчетные нормы требуемой площади для данного участка сборки и сварки рештака представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Планировка административно-конторских и бытовых помещений

Помещения	Расчетная единица	Условия для определения требуемого количества расчетных единиц	Площадь, м ²	
			Полезная	Общая
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 переодевания 0,7x0,5 м	Три места на каждую кабину	0,35	1x6
	Тамбур	Между душевой и раздевальной один тамбур	-	4
Помещения для приема пищи	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.

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.

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 минимизации риска неплатежеспособности. Основная цель финансового менеджмента — получить наибольшую выгоду от функционирования предприятия в интересах его собственников. К основным функциям управления финансами как подсистемы в системе управления предприятием относятся: внутренне финансовое планирование; анализ и оценка финансового состояния; управление оборотными средствами и ликвидностью; управление инвестиционным портфелем; управление структурой капитала; управление финансовыми рисками; организация расчетов с бюджетной системой; заключение договоров с банками, биржами, фондами; прочие функции [21].

Маркетинг — это процесс, заключающийся в прогнозировании потребностей потенциальных покупателей и в удовлетворении этих потребностей путем предложения соответствующих товаров — изделий, технологий, услуг и т.д [22].

4.1 Сравнительный экономический анализ вариантов

Разработка технологического процесса изготовления стального котла допускает различные варианты решения.

Стальной отопительный твердотопливный котел — источник тепла, для отопительных систем. Котел является сложной металлической сварной конструкцией. Котел WIRT Smart-20 является конкурентноспособным, конкурентами предприятия являются предприятия таких стран как: Германия, Австрия, Сербия, также выпускающие котлы данного типа.

Существует базовый вариант изготовления котла, который используется на ООО ТПК «Котлов-центр».

При замене базового варианта технологического процесса сборки и сварки на разработанный, необходимо обосновать экономическую эффективность, достигнутую при внедрении предлагаемого варианта.

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 [18]:

$$C_{\text{прив}} = C + E_n \cdot K, \quad (34)$$

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 поворотные столы с универсальными сборочно-сварочными приспособлениями, а также сварочные манипуляторы.

Заменяем два сварочных аппарата Профи MIG 500 на два сварочных аппарата Rilon Профи MIG-200S. Так же на сборочные рабочие места установим два поворотных стола, на сварочное рабочее место и для контроля установим два манипулятора.

Нововведением для контроля топки является применение расходные материалы для капиллярной дефектоскопии.

Проведем технико-экономический анализ сравнения базового и предлагаемого вариантов. Коэффициент загрузки оборудования базового и

предлагаемого технологических процессов изготовления котла приведены в таблице 15.

4.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособление

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [18]:

$$K_{CO} = \sum_{i=1}^n C_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi}, \quad (35)$$

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 приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Оптовые цены на сварочное оборудование

Наименование оборудования	Ц _о , руб
Базовый технологический процесс	
Профи MIG 500 3шт.	80000
Предлагаемый технологический процесс	
Профи MIG 500 1шт.	80000
Rilon Профи MIG-200S 2шт.	29000

Капитальные вложения в сварочное оборудование указаны в таблице 19.

Таблица 19 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	К _{со} , руб/ед. год
Базовый технологический процесс	
1	2
Профи MIG 500 3шт.	192000

Продолжение таблицы 19

1		2	
Предлагаемый технологический процесс			
Профи MIG 500	1шт.	56000	
Rilon Профи MIG-200S	2шт.	40600	

Капитальные вложения в приспособления определяем по формуле [18]:

$$K_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{пр}j} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{\text{пр}j}, \quad (36)$$

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

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

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

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Ц _{пр.} руб	Базовый технологический процесс		Предлагаемый технологический процесс	
		С _п , шт	К _{пр} , руб/ед.год	С _п , шт	К _{пр} , руб/ед.год
Плита сборочно-сварочная	9500	4	30400	-	-
Приспособление сварочное с поворотным столом	140000	-	-	2	196000
Манипулятор сварочный Skyhook	350000	-	-	2	490000
ИТОГО			30400		686000

4.2.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [18]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{oi} \cdot h \cdot k_B \cdot \mu_{oi} \cdot Ц_{зд}, \text{ руб.}, \quad (37)$$

где S_{oi} - площадь, занимаемая единицей оборудования, м²/ед.

Для базового технологического процесса $S = 91,92 \text{ м}^2$.

Для предлагаемого технологического процесса: $S = 91,92 \text{ м}^2$,

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);

$Ц_{зд}$ - стоимость 1м³ здания на 01.01.2017 для цеха составляет, $Ц_{зд}=94 \text{ руб/м}^3$.

Определяем капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 21.

Таблица 21 – Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	$K_{зд}$, руб.
Базовый технологический процесс	
Профи MIG 500 3шт.	100000
Предлагаемый технологический процесс	
Профи MIG 500 1шт.	100000
Rilon Профи MIG-200S 2шт.	

4.2.3 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по

формуле [18]:

$$C_M = m_M \cdot k_{т.з.} \cdot C_M, \text{ руб./изд.}, \quad (38)$$

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

C_M - средняя оптовая цена Ст. 3 и сталь 20, 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 $m_M = 150$ кг;

- для стали Ст. 3 $C_M = 32,28$ руб./кг, при $m_M = 4,9$ кг;

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

По базовому технологическому процессу:

$$C_M = 1,04 \cdot (150 \cdot 30 + 4,9 \cdot 32,28) = 4844,5 \text{ руб./изд.}$$

По предлагаемому технологическому процессу:

$$C_M = 1,04 \cdot (149 \cdot 30 + 4,9 \cdot 32,28) = 4844,5 \text{ руб./изд.}$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [18]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h D_d \cdot k_{нд} \cdot C_{п.с.}, \text{ руб./изд.}, \quad (39)$$

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;

$k_{нд}$ - 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 01.01.2015.

$$C_{п.с.баз.} = 2 \cdot 1,02 \cdot 60 = 122,4 \text{ руб.},$$

$$C_{п.с.спредл.} = 2 \cdot 1,02 \cdot 60 = 122,4 \text{ руб.}$$

4.2.4 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [18]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot k_{т.п.} \cdot C_{г.з.} \cdot T_o, \text{ руб./изд.}, \quad (40)$$

где $g_{з.г.}$ - расход смеси, м³/ч;

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

$Ц_{г.з.}$ - стоимость смеси, м³, $Ц_{г.з.} = 51,17$ руб./ м³;

T_0 - основное время сварки в смеси газов, ч., $T_0 = 2,16$ ч. - для базового варианта,
 $T_0 = 2,16$ ч. - для предлагаемого варианта.

Для данного технологического процесса $g_{з.г.} = 0,48$ м³/ч.

Для базового технологического процесса:

$$C_{з.г.} = 0,48 \cdot 1,15 \cdot 51,17 \cdot 2,16 = 61,01 \text{ руб/изд.}$$

Для предлагаемого технологического процесса:

$$C_{з.г.} = 0,48 \cdot 1,15 \cdot 51,17 \cdot 2,16 = 61,01 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на крепеж для одного котла и другие материалы представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Затраты на крепеж и другие материалы

Наименование оборудования	Вариант технологического процесса			
	Базовый		Предлагаемый	
	шт.	С _з , руб	шт.	С _з , руб
1	2	3	4	5
Болт М12х50	4	23,76	4	23,76
Шайба М12	8	2,96	8	2,96
Гайка М12	8	8	8	8
Болт М8х20	11	10,23	11	10,23
Гайка М8	1	0,45	1	0,45
Гайка М10	1	0,77	1	0,77
Болт М6х20	4	1,96	4	1,96
Болт М6х30	4	2,6	4	2,6
Шайба М6	10	0,8	10	0,8
Гайка М6	8	1,76	8	1,76
Саморезы со сверлом 18мм	25	9,35	25	9,35

Продолжение таблицы 22

1	2	3	4	5
Утеплитель «Утепляев», м ²	2	156	2	156
Шнур асбестовый, м	2,5	300	2,5	293,82
Итого		516,88		510,7

4.2.5 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.сд} = (ТС \cdot \Sigma T_{ш}) \cdot K_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot [1 + (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) / 100], \quad (41)$$

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:

$$C_{з.п.сд} = (150 \cdot 5,43) \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8 / 100) = 2425,61 \text{ руб./изд.}$$

Заработная плата основных производственных рабочих по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = (150 \cdot 4,53) \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8 / 100) = 2023,57 \text{ руб./изд.}$$

4.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [18]:

$$W_{ТЭ} = \sum \frac{U_{ci} \cdot I_{ci} \cdot t_{ci}}{\eta_u} + P_X \cdot \left(\frac{T_o}{K_u} - T_o \right), \quad (42)$$

где U_C и I_C - электрические параметры режима сварки;

T_0 - основное время сварки;

η_u - 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 [18]:

$$C_{э.с.} = W_{тэ} \cdot Ц_э, \quad (43)$$

где $Ц_э$ - средняя стоимость электроэнергии, $Ц_э = 1,24$ руб.

Затраты на электроэнергию по базовому технологическому процессу:
 $C_{э.с.} = 955,68$ руб.

Затраты на электроэнергию по предлагаемому технологическому процессу: $C_{э.с.} = 718,06$ руб.

4.2.7 Определение затрат на принадлежности для цветной дефектоскопии

Затраты на принадлежности для цветной дефектоскопии определяются по формуле [18]:

$$C = g \cdot k_{тп} \cdot Ц, \text{ руб./изд.}, \quad (44)$$

где g - расход, мл/м²;

$k_{тп}$ - коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{тп} = 1,15$.

Для контроля одной топки расход пенетранта составляет:

$$g_{пен} = 0,1 \text{ л/м}^2.$$

Расход проявителя составляет:

$$g_{прояв} = 0,1 \text{ л/м}^2.$$

Расход очистителя составляет:

$$g_{оч} = 0,1 \text{ л/м}^2.$$

$C_{\text{пен}} = 499$ руб/л, стоимость пенетранта на 01.01.2017 г.;

$C_{\text{прояв}} = 576$ руб/л, стоимость проявителя на 01.01.2017 г.;

$C_{\text{оч}} = 404$ руб/л, стоимость очистителя на 01.01.2017 г.;

$$C_{\text{пен}} = 0,1 \cdot 1,15 \cdot 499 = 57,38 \text{ руб./изд.},$$

$$C_{\text{прояв}} = 0,1 \cdot 1,15 \cdot 576 = 66,24 \text{ руб./изд.},$$

$$C_{\text{оч}} = 0,1 \cdot 1,15 \cdot 404 = 46,46 \text{ руб./изд.}$$

4.2.8 Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле [18]:

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

где a_i - норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, % [18];

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		-
Профи MIG 500		-	19,4	11,98
Rilon Профи MIG-200S		-		7,54

4.2.9 Определение затрат на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле

[18]:

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

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	
		Сп, шт.	Сап, руб/ед	Сп, шт.	Сап, руб/ед
Плита сборочно-сварочная	9500	3	1	-	-
Приспособление сборочно-сварочное с поворотным столом	140000	-	-	2	12,25
Манипулятор сварочный	350000	-	-	2	30,66
ИТОГО			1		42,91

4.2.10 Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [18]:

$$C_p = \frac{R_M \cdot \omega_M + R_э \cdot \omega_э}{T_{рц}} \cdot \sum \frac{T_{ш}}{K_{вн} \cdot 60}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (47)$$

где R_M $R_э$ - группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части $R_M=0$ [16];

ω - затраты на все виды ремонта;

$T_{рц}$ - длительность ремонтного цикла, $T_{рц}=8000$ ч.

Определение затрат на ремонт сводятся в таблицу 25.

Таблица 25 – Затраты на ремонт оборудования

Наименование оборудования	R _Э	ω _Э	T, ч	C _p , руб/изд.
Базовый технологический процесс				
Профи MIG 500	8	1196	222	4,43
Предлагаемый технологический процесс				
Профи MIG 500	7	1196	70	1,23
Rilon Профи MIG-200S		956	128	1,79
Итого:				3,02

4.2.11 Определение затрат на содержание помещения

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [18]:

$$C_p = \frac{S \cdot \mu_{oi} \cdot C_{cp.zd}}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (48)$$

где S – площадь сварочного участка, м², S = 91,92 м² - для базового варианта, S = 91,92 м² - для предлагаемого варианта;

C_{cp.zd} - среднегодовые расходы на содержание 1 м² рабочей площади, руб./год.м,
C_{cp.zd} = 250 руб./год м.

Затраты на содержание здания:

$$C_{\Pi} = \frac{91,92 \cdot 1 \cdot 250}{1200} = 19,15 \text{руб / изд.}$$

4.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле:

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

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

ϵ_n - норма эффективности дополнительных капитальных затрат,
 $\epsilon_n=0,15$ (руб./ед)/руб. [18];

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

Себестоимость продукции за год определяется по формуле:

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

где C_M - затраты на основной материал, руб;

$C_{ВМ}$ - затраты на вспомогательные материалы, руб;

$C_{Зп.сд.}$ - затраты на заработную плату основных рабочих, руб;

$C_{Э,с}$ - затраты на силовую электроэнергию, руб;

$C_{деф.}$ - затраты на принадлежности для цветной дефектоскопии, 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:

$$K=192000+30400+100000=322400 \text{руб/изд. год,}$$

$$C=1200 \cdot (4844,5+122,4+61,01+516,88+2425,61+955,68+35,94+ \\ +1+4,43+19,15)=10783920 \text{руб/изд. год,}$$

$$З_{п}^1=10783920+0,15 \cdot 322400=10832280 \text{руб/изд. год.}$$

Определим количество приведенных затрат по предлагаемому технологическому процессу:

$$K=96600+686000+100000=882600 \text{руб/изд. год,}$$

$$C=1200 \cdot (4814,5+122,4+60,7+511,01+2023,57+718,06+170,08+ \\ +19,72+42,91+3,02+19,15)=10206144 \text{руб/изд. год,}$$

$$З_{п}^2=10206144+0,15 \cdot 882600=10338534 \text{руб/изд. год.}$$

Рассчитаем величину экономического эффекта по формуле:

$$\Xi=З_{п}^1-З_{п}^2, \quad (52)$$

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

Величина экономического эффекта от выпуска годовой производственной программы:

$$\Theta = 10832280 - 10338534 = 493746 \text{ руб./год.}$$

Величина экономического эффекта на единицу изделия составит:

$$\Theta = (10832280 - 10338534) / 1500 = 411,46 \text{ руб./изд.}$$

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.	1200
2. Средний коэффициент загрузки оборудования	71
3. Производственная площадь участка, м ²	91,92
4. Количество оборудования, шт	3
5. Списочное количество рабочих, чел.	4
6. Явочное количество рабочих, чел	4
7. Количество вспомогательных рабочих	4
8. Количество ИТР	1
9. Количество МОП	1
10. Количество контролеров	1
11. Разряд основных производственных рабочих	4
12. Экономический эффект от внедрения нового технологического процесса, руб./изд.	411,46

5 Социальная ответственность

5.1 Описание рабочего места

В данной выпускной квалификационной работе объектом исследования является участок сборки и сварки котла.

На участке производится сборка и сварка 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:

- Профи MIG 500 1 шт.
- Rilon Профи MIG-200S 2 шт.
- приспособление сборочно-сварочное с поворотным столом 2 шт.
- манипулятор сварочный 2 шт.

Перемещение изделия производят краном-укосиной грузоподъемностью 1т.

Все работы производятся на участке с площадью $S = 91,92 \text{ м}^2$; высота потолка составляет 6 м; число окон: 3(размер $2 \times 1,6 \text{ м}$); количество рабочих мест: 4.

Стены цеха выполнены из кирпича, окрашены в светлые тона, пол бетонный. Для окраски стен рекомендуется применять цинковые белила, желтый крон, титановые белила, которые хорошо поглощают ультрафиолетовые лучи. Окраска сварочных цехов и кабин в темные цвета не рекомендуется, так как при этом ухудшается общая освещенность места сварки. В тех случаях, когда сварочные работы приходится выполнять на открытых участках цеха, места сварки со всех сторон надо огораживать щитами или ширмами.

Проектируемый участок находится вдоль стены цеха, поэтому освещение осуществляется тремя окнами, расположенными в стене здания, а также восемью светильниками, расположенными непосредственно над участком. Для обеспечения нормируемых значений освещенности проводится чистка стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводится своевременная замена перегоревших ламп.

Вентиляция – приточно-вытяжная.

Параметры микроклимата участка:

- температура воздуха в теплое время года: 20-22⁰С, в холодное – 17-19⁰С;
- относительная влажность воздуха 40-60%;
- категория работы – средней тяжести 2б;
- скорость движения воздуха 0,3-0,4 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 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».

Согласно этому стандарту по природе воздействия все факторы делятся на следующие группы: физические (статическое электричество, электромагнитные поля и излучения, шум и т.д.); химические (запыленность и загазованность рабочей зоны и т.д.); биологические (смазочно-охлаждающие жидкости); психофизические (нервно-психические перегрузки: статические, динамические, монотонность труда и т.д.).

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток.

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

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 СО₂ до 0,5÷0,6 процентов; СО 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 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].

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

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

$$L = 3600 \cdot F \cdot V, \quad (54)$$

где F – суммарная площадь рабочих проёмов и неплотностей, м^2 ;

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

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

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.

2. Производственный шум.

Шум – совокупность аperiodических 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:

- Профи MIG-500
- Rilon Профи MIG-200S;
- 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 помещениях 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.

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке 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) [15].

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.

4 Микроклимат.

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 переходный 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 устанавливают 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=110-140А, 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, исключающие 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

Продолжение таблицы 26

1	2
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
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 навыпуск.

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 сборки сварки отопительного стального котла мощностью 20кВт.

Для сборки стального котла применено сборочно-сварочное приспособление с поворотным столом, а так же для более удобного процесса сварки и контроля применены манипуляторы, заменено сварочное оборудование на менее дорогостоящее. Существенным нововведением является применение цветной дефектоскопии для контроля топки.

В результате перечисленных нововведений, повысилось качество конечной продукции, снизилась трудоемкость процессов сборки-сварки и контроля, что в целом снизило время изготовления одного изделия на 55,14 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 – 411,46 рублей.

Список используемых источников

1. Электронный ресурс - http://bookz.ru/authors/ludmila-smirnova/otopleni_683/1-otopleni_683.html.
2. Зубченко А.С. Марочник сталей и сплавов. М.: «Машиностроение», 2003 - 784 с
3. Юхин Н. А. Дуговая сварка в защитных газах. М: СОУЭЛО, 2008-232 с.
4. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки: Учебник для вузов.- 2-е изд. испр. доп./А. И. Акулов, В. П. Алехин, С. И. Смаков и др./под ред. А. И. Акулова.- М. Машиностроение, 2005 -560 с.: ил.
5. Федько В.Т. Дуговая сварка плавлением. Учебное пособие. Издательство Томского политехнического университета, 1994 - 240с.
6. Ильященко Д.П., Васильев В.И. Разработка этапов технологии при дуговой сварке плавлением. Томск: Изд-во ТПУ, 2008.–96 с.
7. Хромченко Ф.А. Справочное пособие электросварщика. – М.: Машиностроение, 2005. – 415с.
8. Крампит Н. Ю., Крампит А. Г. Проектирование сварочных цехов. Эл. учебное пособие для ст. спец. «Оборудование и технология сварочного производства», 2013 г.
9. Ахумов А.В. Справочник нормировщика. Ленинград, «Машиностроение», 1986 - 458с.
10. Электронный ресурс - <http://www.seveko.ru/catalog/02-mig-mag/invertornye-svarochnye-poluavtomaty-perenosnoi-mpp-/profi-mig-500.html>.
11. Электронный ресурс - http://лабиринтпромсварка.рф/index.php?flypage=flypage.tpl&Itemid=1&option=com_virtuemart&page=shop.product_details&pop=0&product_id=40.
12. Электронный ресурс - <http://profsvarka.net/p43854136-regulyator-rashoda-gaza.html>.
13. Электронный ресурс - <http://www.zavodvto.ru/welding-tables2/3/ssm->

03.html.

14. Зуев В.М., Табакман Р.Л., Удралов Ю.И. Контроль качества сварных конструкций. – К.: Техника, 2001 – 196с.

15. Электронный ресурс - <http://www.armada-ndt.ru/articles/8452/>.

16. Электронный ресурс - <http://www.pemamek.ru/ru/resheniya-po-svarke/tyazheloe-mashinostroenie/svarochnye-manipulyatory/seriya-skyhook/sps-750>.

17. Ковалев Г. Д., Крампит Н. Ю., Крампит А. Г. Механическое сварочное оборудование. Учебное пособие для ст. спец.120500, Изд-во ТПУ, г. Томск- 2012г.

18. Великанов А.П. Экономический расчет технологического процесса. М.: Машиностроение, 1982 567с.

19. Электронный ресурс - <http://gazovik-vent.ru/catalogue/aircondition/>.

20. Минько В. М. Охрана труда в машинистроении. 4-е издание, 2014 – 256с.

21. Электронный ресурс - <http://center-yf.ru/data/economy/Finansovyi-menedzhment.php>.

22. Электронный ресурс - <http://www.grandars.ru/student/marketing/marketing.html>.

Приложение А

(обязательно)

Спецификация топка

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	<i>Документация</i>						
	A1	ФЮРА.ВИРТ20.079.01.000 СБ				Топка сборочный. Сборочный чертеж чертеж	
Подп. и дата	<i>Детали</i>						
		1	ФЮРА.ВИРТ20.079.01.001	Дно топки Лист 3 700×570		1	
		2	ФЮРА.ВИРТ20.079.01.002	Корпус топки Лист 3		1	
		3	ФЮРА.ВИРТ20.079.01.003	Труба Ду32×2,8 ГОСТ 3262-75 длина 345 мм		10	
		4	ФЮРА.ВИРТ20.079.01.004	Пластина Лист 3 335×340		1	
		5	ФЮРА.ВИРТ20.259.01.005	Пластина Лист 3 330×340		1	
		6	ФЮРА.ВИРТ20.079.01.006	Пластина Лист 3		1	
		7	ФЮРА.ВИРТ20.079.01.007	Пластина Лист 3 600×345		1	
		8	ФЮРА.ВИРТ20.079.01.008	Профильная труба 50×25×1,5 ГОСТ 13663-86 длина 50 мм		2	
		Изм. Лист				№ докум.	
	Разработ.				Коваленко Е.С.		
	Пров.				Зернин Е.А.		
	Н.контр.				Павлов Н.В.		
	Утв.				[]		
ФЮРА.ВИРТ20.001.000 СБ					Лит.		
Топка					Лист		
[]					Листов		
[]					1 2		
[]					ЮТИ ТПУ		
[]					гр. 10А32		

Копировал

Формат А4

Приложение Б
(обязательно)
Спецификация корпус

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №	A1			ФЮРА.ВИРТ20.079.02.000 СБ	Корпус сборочный. Сборочный чертеж чертеж			
					Документация			
Подп. и дата				14 ФЮРА.ВИРТ20.079.02.001	Пластина Лист 3 100×50	22		
				15 ФЮРА.ВИРТ20.079.02.002	Пластина Лист 3 896×633	1		
				16 ФЮРА.ВИРТ20.079.02.003	Пластина Лист 3 896×633	1		
				17 ФЮРА.ВИРТ20.079.02.004	Пластина Лист 3 125×125	1		
				18 ФЮРА.ВИРТ20.079.02.005	Пластина Лист 3 1053×410	1		
				19 ФЮРА.ВИРТ20.079.02.006	Пластина Лист 3 188×160	1		
				20 ФЮРА.ВИРТ20.079.02.007	Пластина Лист 3 626×595	1		
				21 ФЮРА.ВИРТ20.079.02.008	Пластина Лист 3 410×145	1		
					ФЮРА.ВИРТ20.079.02.000			
	Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист
Разраб.			Коваленко Е.С.				1	2
Проб.			Зернин Е.А.					
	Н.контр.		Павлов Н.В.					
	Утв.							
Корпус						ЮТИ ТПУ гр. 10А32		
Копировал						Формат А4		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	кол.	Приме- чание					
							Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
		22	ФЮРА.ВИРТ20.079.02.009	Пластина Лист 3 330×160	1						
		23	ФЮРА.ВИРТ20.079.02.010	Муфта Ду20 ГОСТ 8966-75	1						
		24	ФЮРА.ВИРТ20.079.02.011	Штуцер приварной Ду15 длина 65мм	1						
		25	ФЮРА.ВИРТ20.079.02.012	Штуцер приварной Ду32 длина 110мм	2						
		26	ФЮРА.ВИРТ20.079.02.013	Муфта Ду25 ГОСТ 8966-75	2						
							ФЮРА.ВИРТ20.079.02.000				Лист 2
			Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Копировал				Формат А4

Приложение В

(обязательно)

Спецификация дверки, дымоход

Перв. примен.	Справ. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
						<i>Документация</i>				
		A1			ФЮРА.ВИРТ20.079.03.000 СБ	Дверки, дымоход сборочный чертеж				
						<i>Детали</i>				
				27	ФЮРА.ВИРТ20.079.03.001	Дымоход Лист 3 390x380	1			
				28	ФЮРА.ВИРТ20.079.03.002	Пластина Лист 3 300x90	1			
				29	ФЮРА.ВИРТ20.079.03.003	Труба 159x4 ГОСТ 10704-91 длина 150 мм	1			
				30	ФЮРА.ВИРТ20.079.03.004	Пластина Лист 3 90x20	1			
				31	ФЮРА.ВИРТ20.079.03.005	Круг ϕ 8 ГОСТ 2590-2006 длина 330мм	1			
				32	ФЮРА.ВИРТ20.079.03.006	Пластина Лист 3 ϕ 135мм	1			
				33	ФЮРА.ВИРТ20.079.03.007	Пластина Лист 3 190x90	1			
				34	ФЮРА.ВИРТ20.079.03.008	Пластина Лист 3 420x385	1			
		ФЮРА.ВИРТ20.079.03.000								
		Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Дверки, дымоход	Лит.	Лист	Листов	
		Разраб.	Коваленко Е.С.					1	2	
		Проб.	Зернин Е.А.							
		Н.контр.	Павлов Н.В.							
		Утв.								
							ЮТИ ТПУ гр. 10А32			
							Копировал	Формат А4		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		35	ФЮРА.ВИРТ20.079.03.009	Пластина	1	
				Лист 3 375x228		
		36	ФЮРА.ВИРТ20.079.03.010	Пластина	1	
				Лист 3 565x20		
		37	ФЮРА.ВИРТ20.079.03.011	Пластина	2	
				Лист 3 340x20		
		38	ФЮРА.ВИРТ20.079.03.012	Пластина	1	
				Лист 3 300x115		
		39	ФЮРА.ВИРТ20.079.03.013	Пластина	2	
				Лист 3 80x25		
		40	ФЮРА.ВИРТ20.079.03.014	Пластина	2	
				Лист 3 25x22		
		41	ФЮРА.ВИРТ20.079.03.015	Пластина	1	
				Лист 3 300x155		
		42	ФЮРА.ВИРТ20.079.03.016	Ручка	2	
				Лист 4		
		43	ФЮРА.ВИРТ20.079.03.017	Пластина	2	
				Лист 3 275x42		
		44	ФЮРА.ВИРТ20.079.03.018	Пластина	1	
				Лист 3 420x355		
		45	ФЮРА.ВИРТ20.079.03.019	Пластина	1	
				Лист 3 385x350		
		46	ФЮРА.ВИРТ20.079.03.020	Пластина	2	
				Лист 3 310x20		
		47	ФЮРА.ВИРТ20.079.03.021	Пластина	1	
				Лист 3 285x255		
		48	ФЮРА.ВИРТ20.079.03.022	Пластина	8	
				Лист 3 27x25		
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	ФЮРА.ВИРТ20.079.03.000	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	2

Копировал

Формат А4

Приложение Г

(обязательно)

Спецификация корпус навеска

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.	Изм.			
														Лист	№ докум.	Подп.	Дата
				<i>Документация</i>													
A1			ФЮРА.ВИРТ20.079.04.000 СБ	Сборочный чертеж сборочный чертеж													
				<i>Детали</i>													
		8	ФЮРА.ВИРТ20.079.04.001	Профильная труба 50x25x1,5 ГОСТ 13663-86 длина 50 мм	10												
		53	ФЮРА.ВИРТ20.079.04.002	Круг 12 ГОСТ 2590-2006 длина 40мм	2												
		57	ФЮРА.ВИРТ20.079.04.003	Пластина Лист 3 150x50	4												
													ФЮРА.ВИРТ20.079.04.000				
													Корпус навеска				
													ЮТИ ТПУ зр. 10А32				
													Копировал Формат А4				

**Приложение Д
(обязательно)
Спецификация кожух**

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №	A1			ФЮРА.ВИРТ20.079.05.000 СБ	<u>Документация</u>			
					Кожух сборочный. Сборочный чертеж чертеж			
Подп. и дата				58 ФЮРА.ВИРТ20.079.05.001	<u>Детали</u>			
					Пластина Лист 0,5 1170x810	1		
					59 ФЮРА.ВИРТ20.079.05.002	Пластина Лист 0,5 1170x810	1	
					60 ФЮРА.ВИРТ20.079.05.003	Пластина Лист 0,5 980x540	1	
					61 ФЮРА.ВИРТ20.079.05.004	Пластина Лист 0,5 670x420	1	
					62 ФЮРА.ВИРТ20.079.05.005	Пластина Лист 0,5 380x165	1	
					63 ФЮРА.ВИРТ20.079.05.006	Пластина Лист 0,5 450x180	1	
Инв. № подл.	ФЮРА.ВИРТ20.079.05.000							
Взам. инв. №	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Подп. и дата	Разраб.	Коваленко Е.С.			Кожух	Лист	Лист	Листов
	Проб.	Зернин Е.А.						1
	Н.контр.	Павлов Н.В.				ЮТИ ТПУ гр. 10А32		
	Утв.				Копировал			
					Формат А4			

Приложение Е

(обязательное)

Спецификация приспособления сборочно-сварочного

	<i>Перв. примен.</i>	<i>Справ. №</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Инд. № дудл.</i>	<i>Взам. инв. №</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Инд. № подл.</i>					
	<i>Формат</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз.</i>									
	<i>Обозначение</i>		<i>Наименование</i>		<i>Кол.</i>	<i>Примечание</i>						
				<i>Документация</i>								
	A1			<i>ФЮРА.000001.079.00.000 СБ</i>		<i>Приспособление сборочно-сварочное. Сборочный чертеж</i>						
				<i>Детали</i>								
		1		<i>ФЮРА.000001.079.00.001</i>		<i>Стол поворотный сборочно-сварочный ССМ-03</i>		1				
		2		<i>ФЮРА.000001.079.00.002</i>		<i>Редуктор</i>		1				
		3		<i>ФЮРА.000001.079.00.003</i>		<i>Упор угловой задний специальный УС-03</i>		2				
		4		<i>ФЮРА.000001.079.00.004</i>		<i>Упор угловой боковой специальный УС-03</i>		4				
		5		<i>ФЮРА.000001.079.00.005</i>		<i>Гайка зажимная ГС-01</i>		6				
								ФЮРА.000001.079.00.000				
		<i>Изм. Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Приспособление сборочно-сварочное			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	
		<i>Разработ.</i>	<i>Коваленко Е.С.</i>			ЮТИ ТПУ			У		1	
		<i>Пров.</i>	<i>Зерчин Е.А.</i>			зр.10А32						
		<i>Н.контр.</i>	<i>Павлов Н.В.</i>									
		<i>Утв.</i>										
						<i>Копировал</i>	<i>Формат А4</i>					

