



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Машиностроение
ООП Оборудование и технология сварочного производства

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ СЕГМЕНТА ФЛАНЦА ТЮБИНГА

УДК: 621.791:624.191.81

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А81	Неустроев С.Д.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Солодский С.А.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Оборудование и технология сварочного производства, доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

Юрга – 2023 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
УК(У)-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК(У)-2	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества
ОПК(У)-3	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
ОПК(У)-4	Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении
ОПК(У)-5	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

Код компетенции	Наименование компетенции
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-5	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-6	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-7	Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-8	Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
ПК(У)-9	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК(У)-10	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК(У)-11	Способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-12	Способностью разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-13	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-14	Способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-15	Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-16	Умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-17	Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-18	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-19	Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции

Студент гр. 3-10А81
Руководитель ВКР, к.т.н., доцент

С.Д. Неустроев
Д.П. Ильященко



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Машиностроение
ООП Оборудование и технология сварочного производства

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) _____ (Дата) Д.П. Ильященко
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающемуся:

Группа	ФИО
3-10А81	Неустроеву Сергею Дмитриевичу

Тема работы:

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ
СЕКМЕНТА ФЛАНЦА ТЮБИНГА

Утверждена приказом директора (дата, номер)

31.01.2023г. №31-79/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

09.06.2023 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</p>	<p>Материалы преддипломной практики</p>
<p>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке (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).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор и анализ литературы. 2. Объект и методы исследования. 3. Разработка технологического процесса. 4. Разработка сборочно-сварочных приспособлений. 5. Проектирование участка сборки-сварки. 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 7. Социальная ответственность.

<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>1. ФЮРА.000001.167.00.000 СБ Сегмент фланца тьюбинга 1 лист (2А1) 2. Схема сборки и сварки 1 лист (А1) 3. ФЮРА.000002.167 ЛП План сборочно-сварочного участка 1 лист (2А1) 4. ФЮРА.000003.167.00.000 СБ Сборочно-сварочное приспособление 1 лист (2А1) 5. ФЮРА.000003.167.00.000 СБ Сборочно-сварочное приспособление 1 лист (2А1) 6. ФЮРА.000004.167 ЛП Основные технико-экономические показатели 7. ФЮРА.000005.167 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1) 8. Технологическая карта сварки 1 лист (А1) Презентация</p>
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Ильященко Д.П.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Ильященко Д.П.
Социальная ответственность	Солодский С.А.

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

Реферат

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	24.04.2023 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		24.04.2023 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А81	Неустроев С.Д.		24.04.2023 г.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Машиностроение
ООП Оборудование и технология сварочного производства

Форма представления работы:

ВКР бакалавра

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2023 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.01.2023	Обзор литературы	20
25.02.2023	Объекты и методы исследования	20
25.03.2023	Расчеты и аналитика	20
25.04.2023	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
25.05.2023	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A81	Неустроев С.Д.		

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
З-10А81	Неустрову Сергею Дмитриевичу

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление	15.03.01 «Машиностроение»
Уровень образования	бакалавр	ООП	Оборудование и технология сварочного производства

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

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих	2206028руб 879,74 8403,17 руб
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов: Металл Сварочная проволока Защитный газ	925,17 кг 79,388 кг 3,672 л
3. Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений	общая 13% 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Определение капитальных вложений	
2. Расчет составляющих себестоимости	
3. Расчет количества приведенных затрат	

Перечень графического материала:

1. Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)
--

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	24.04.2023 г.
---	---------------

Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		24.04.2023 г.

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А81	Неустров С.Д.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Обучающемуся:

Группа	ФИО
3-10А81	Неустроеву Сергею Дмитриевичу

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление	15.03.01 «Машиностроение»
Уровень образования	бакалавр	ООП	Оборудование и технология сварочного производства

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Производиться, разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки сегмента фланца тьюбинга
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.</p> <p>ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.</p> <p>ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.</p> <p>ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.</p> <p>Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.</p> <p>Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.</p> <p>Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.</p> <p>Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.</p> <p>Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.</p>
---	--

<p>2. Производственная безопасность: 1.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>1.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) <p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>
<p>3. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Вредные выбросы в атмосферу.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.</p>
<p>Перечень графического материала:</p>	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	<p>Презентация</p>

<p>Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком</p>	<p>24.04.2023 г.</p>
---	----------------------

Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Солодский С.А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А81	Неустроев С.Д.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 109 с, 8 рисунков, 18 таблицы, 35 источника, 3 приложений, 8 л. графического материала.

Ключевые слова: МЕХАНИЗИРОВАННАЯ СВАРКА В СРЕДЕ ЗАЩИТНОГО ГАЗА; ТЕХНОЛОГИЯ РЕЖИМОВ СВАРКИ; СИЛА СВАРОЧНОГО ТОКА; НАПРЯЖЕНИЕ ДУГИ; СИНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ; СВАРОЧНОГО УЧАСТКА; СБОРОЧНО-СВАРОЧНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ; ОХРАНА ТРУДА; СЕБЕСТОИМОСТЬ.

Объектом исследования является технология изготовления сварной конструкции сегмента фланца тубинга ФЮРА.000001.167.00.000 СБ.

Цель работы – разработка технологии и проектирование участка сборки сварки сегмента фланца тубинга ФЮРА.000001.167.00.000 СБ. В процессе выполнения ВКР проводились: литературный обзор по исследуемой тематике, выбор метода сварки, сварочных материалов и сварочного оборудования, проектирование сборочно-сварочного приспособления, разработка технологического процесса, определение методов и методик исследований, произведен анализ вредных и опасных производственных факторов на участке, расчет себестоимости изготовления изделия.

Сфера деятельности применения: Добыча подземных ископаемых.

Значимость работы: Для изготовления сегмента фланца тубинга было разработано сборочное сварочное приспособление кондуктор и приобретены две колонны, рассчитаны режимы сварки, разработан технологический процесс. В контроле качества были применены два метода неразрушающего контроля такие как визуальный и измерительный, ультразвуковой контроль.

Все принятые решения имеют обоснование, представленное в работе.

Предлагаемые решения позволяют повысить эффективность:

Экономические показатели:

- капитальные вложения 2206028 руб;
- себестоимость продукции 2202347,995руб

Abstract

Final qualifying work 109 s, 8 figures, 18 tables,
35 sources, 3 appendices, 8 liters of graphic material.

Keywords: MECHANIZED WELDING IN A PROTECTIVE GAS ENVIRONMENT; TECHNOLOGY OF WELDING MODES; WELDING CURRENT STRENGTH, ARC VOLTAGE; SYNERGETIC WELDING EQUIPMENT; WELDING SITE; ASSEMBLY AND WELDING DEVICE; LABOR PROTECTION; COST.

The object of the study is the manufacturing technology of the welded structure of the tubing flange segment FYURA.000001.167.00.000 SB. The purpose of the work is the development of technology and design of the welding assembly area of the tubing flange segment FYURA.000001.167.00.000 SB. During the implementation of the WRC, the following were carried out: a literary review on the subject under study, the choice of welding method, welding materials and welding equipment, design of assembly and welding equipment, development of technological process, determination of research methods and techniques, analysis of harmful and hazardous production factors at the site, calculation of the cost of manufacturing the product."

Scope of application: Underground mining fossils.

Significance of the work: For the manufacture of the tubing flange segment, an assembly welding device conductor was developed and two columns were acquired, welding modes were calculated, a technological process was developed, two methods of non-destructive testing were applied in quality control: visual and measuring, ultrasonic,.

All the decisions taken have a justification presented in the paper.

The proposed solutions allow to increase efficiency:

Economic indicators:

- capital investments 2206028 rubles;
- production cost 2202347,995rubles

Содержание

Реферат	10
Определения, обозначения, сокращения	16
Введение	18
1 Обзор и анализ литературы.....	19
1.1 Управление геометрией сварного шва при механизированной сварке плавящимся электродом.....	19
1.2 Перенос электродного металла при механизированной сварке в среде защитных газов.....	20
1.3 Способы регулирования параметров режима наплавки при многопроходной сварке в защитных газах	22
1.4 Заключение	23
2 Объект и методы исследования	25
2.1 Описание сварной конструкции	25
2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции	26
2.2.1 Требования к подготовке кромок	26
2.2.2 Требования к сварке при прихватке	27
2.2.3 Требования к сборке сварного соединения	28
2.2.4 Требования к сварке	28
2.2.5 Требования к оформлению документации	30
2.2.6 Требования к контролю.....	31
2.3 Методы и средства проектирования.....	35
2.4 Постановка задачи	36
3 Разработка технологического процесса	37
3.1 Анализ исходных данных	37
3.1.1 Основной материал.....	37
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	38
3.1.3 Выбор сварочных материалов	39

3.2	Расчет технологических режимов	42
3.3	Выбор основного оборудования	48
3.4	Выбор оснастки	52
3.5	Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование	55
3.5.1	Визуальный и измерительный контроль	55
3.5.2	Требования к выполнению визуального и измерительного контроля.....	56
3.5.3	Ультразвуковой контроль	57
3.5.4	Требования к выполнению ультразвуковому контролю	58
3.6	Разработка технологической документации	61
3.7	Техническое нормирование операций.....	62
3.8	Материальное нормирование.....	65
4	Конструкторский раздел	68
4.1	Проектирование сборочно-сварочных приспособлений.....	68
4.2	Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	68
4.3	Порядок работы приспособлений.....	69
5	Проектирование участка сборки-сварки	70
5.1	Состав сборочно-сварочного цеха.....	70
5.2	Расчет основных элементов производства.....	71
5.2.1	Определение количества необходимого числа оборудования	71
5.2.2	Определение состава и численности рабочих.....	73
5.3	Пространственное расположение производственного процесса	74
5.3.1	Состав сборочно-сварочного цеха.....	74
5.3.2	Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	75
6	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение... 76	
6.1	Финансирование проекта и маркетинг	76
6.2	Экономический анализ технологического процесса	76
6.2.1	Расчет капитальных вложений в производственные фонды.....	77
6.2.2	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления.....	78

6.2.3	Капитальные вложение в подъемно-транспортное оборудование	79
6.2.4	Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями.....	79
6.2.5	Расчет себестоимости единицы продукции	80
6.2.6	Определение затрат на основные материалы.....	81
6.2.7	Определение затрат на сварочные материалы	81
6.2.8	Определение затрат на заработную плату.....	82
6.2.9	Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих	83
6.2.10	Заработная плата административно-управленческого персонала	84
6.2.11	Определение затрат на силовую электроэнергию.....	85
6.2.12	Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования.....	86
6.2.13	Определение затрат на содержание помещения	87
6.3	Расчет технико-экономической эффективности.....	88
6.4	Основные технико-экономические показатели участка.....	89
7	Социальная ответственность	90
7.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	91
7.1.1	Законодательные и нормативные документы	92
7.2	Производственная безопасность.....	93
7.2.1	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	93
7.2.2	Обеспечение требуемого освещения на участке	98
7.2.3	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	98
7.2.4	Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	101
7.3	Экологическая безопасность.....	101
7.4	Безопасность чрезвычайных ситуациях	102
7.7	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ...	104

Заключение	105
Библиография	106

Приложение А (Спецификация сегмента фланца тьюбинга)

Приложение Б (Спецификация сборочно-сварочного приспособления)

Приложение В (Маршрутная карта типового технологического процесса сборки-сварки сегмента фланца тьюбинга)

Диск CD-R в конверте на обложке

Графический материал на отдельных листах

ФЮРА.000001.167.00.000 СБ Сегмент фланца тьюбинга Формат А1

Схема сборки и сварки Формат А1

ФЮРА.000002.167 ЛП План сборочно-сварочного участка Формат А1

ФЮРА.000003.167.00.000 СБ Сборочно-сварочное приспособление Формат А1

ФЮРА.000004.167 ЛП Основные технико-экономические показатели Формат А1

ФЮРА.000005.167 ЛП Система вентиляции участка Формат А1

Сборка сегмента фланца тьюбинга демонстрационный лист

Выводы демонстрационный лист

Определения, обозначения, сокращения

В данной выпускной квалификационной работе используются следующие сокращения:

НАКС – Национальное Агентство Контроля сварки;

ОПО – Опасные производственные объекты;

НК – Неразрушающий контроль;

ВИК – Визуальный и измерительный контроль;

УЗК – Ультразвуковой контроль;

ПЭП – Пьезоэлектрический преобразователь;

СОП – стандартный образец предприятия;

СО – Стандартный образец;

НД – Нормативная документация;

ПТД – Производственной технологической документации;

СВ – сварное соединение;

СШ – сварной шов;

ЗТВ – Зона термического влияния;

газ активный: Защитный газ, вступающий в химическое взаимодействие жидким металлом в зоне сварки (например, углекислый газ).

газ инертный: Защитный газ, не вступающий в химическое взаимодействие с жидким металлом в зоне сварки (например, аргон, гелий).

горячий проход: Слой шва, выполняемый незамедлительно после сварки и зачистки корневого слоя шва, при сварке которого температура металла корневого слоя шва не должна опускаться ниже регламентированного значения.

зазор: Кратчайшее расстояние между кромками собранных для сварки деталей. [ГОСТ 2601–84]

корневой слой шва: Часть сварного шва, наиболее удаленная от его лицевой поверхности. [ГОСТ 2601, п. 81]

металл шва: Сплав, образованный расплавленным основным и наплав-

ленным металлами или только переплавленным основным металлом.

[ГОСТ 2601, п. 121]

направление сварки: Направление движения сварочной дуги вдоль продольной оси сварного соединений. [ГОСТ 2601, п. 94]

полярность обратная: Полярность, при которой электрод присоединяется

к положительному полюсу источника питания дуги, свариваемые элементы – к отрицательному. [ГОСТ 2601, п. 128]

полярность прямая: Полярность, при которой электрод присоединяется к отрицательному полюсу источника питания дуги, а свариваемые элементы к положительному. [ГОСТ 2601, п. 129]

притупление кромки: Нескошенная часть торца кромки, подлежащей сварке. [ГОСТ 2601, п. 112]

разделка кромок: Придание кромкам, подлежащим сварке, необходимой

формы. [ГОСТ 2601, п. 11]

Введение

Тюбинги это основа подземных сооружений предназначены для крепления шахтного ствола в особо сложных гидрогеологических условиях.

Изготавливаемое изделие – сегмента фланца тюбинга. Это один из элементов тюбинговой крепи которая предназначена для крепления вертикальных стволов, горизонтальных и наклонных выработок круглого сечения, расположенных в слабых, неустойчивых породах и песках.

Тюбинг подвергается непосредственному воздействию высоких динамических нагрузок и сейсмической активности.

Изготавливаются тюбинги из чугуна и низколегированной стали повышенной коррозионностойкостью и прочностью.

Коррозионностойкий материал не требует специальных дорогостоящих покрытий и обладает свойствами высокой морозостойкости для применения в низкотемпературных условиях, что исключает угрозу хладоломкости.

Данные тюбинги в частности отливают, но в настоящее время не многие предприятия оснащены литейными участками, что и приводит к тому, что технология изготовления имеет большее предпочтение к сборочно-сварному варианту изготовления.

В современных условиях сварочного производства первостепенное значение имеет повышение производительности труда и снижение себестоимости изделия. Это обеспечивает качественно лучшее использование рабочей силы в процессе производства и повышение конкурентоспособности изделия на потребительском рынке, что является основной задачей в современной политике.

В данной работе рассматривается проект участка сборки-сварки сегмента фланца тюбинга. В результате проведения данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации, повышающей производительность труда, качество сварного изделия, улучшение условий труда.

1 Обзор и анализ литературы

1.1 Управление геометрией сварного шва при механизированной сварке плавящимся электродом

К основным параметрам механизированной сварки плавящимся электродом относятся сила сварочного тока $I_{св}$, напряжение дуги U_d , скорость сварки $V_{св}$, а так же диаметра сварочной проволоки, полярности и рода тока, наклон сварочной горелки по отношению оси сварного шва, и конечно же положения при выполнения сварочных работ.

Один из основных параметров сила сварочного тока в основном определяет тепловую мощность дуги. При одинаковом диаметре электрода с увеличением силы тока возрастает концентрация тепловой энергии в пятне нагрева, повышается температура сварочной ванны и газовой среды столба дуги, стабилизируется положение активных пятен на электроде. С увеличением силы тока повышается глубина проплавления, а ширина сварочной ванны остается неизменной.

С увеличением напряжения дуги также возрастает тепловая мощность, а следовательно, и размеры ванны. Наиболее интенсивно увеличиваются ширина и длина ванны. При постоянной силе тока повышение напряжения дуги незначительно сказывается на глубине проплавления. Путем медленного уменьшения длины дуги и соответственно напряжения ее можно подойти к процессу сварки погруженной дугой.

При изменении скорости сварки заметно изменяются геометрические параметры сварного шва, а так же и уменьшаются глубина проплавления и ширина ванны. Важным параметром дуговой сварки является погонная энергия, представляющая отношение эффективной тепловой мощности дуги к скорости ее перемещения сварочной горелки (скорости сварки).

Дополнительными параметрами, определяющими условия сварки и особенности горения дуги, являются диаметр сварочной проволоки, род тока и др.

Например, при постоянной силе тока диаметр сварочной проволоки определяет плотность энергии в пятне нагрева и подвижность дуги. При неизменном значении погонной энергии можно изменять диаметр электрода, род тока и полярность, использовать колебания электрода или наклонного к поверхности изделия и др. Эти особенности процесса, в свою очередь, сказываются на формировании ванны и конечных размеров швов.

1.2 Перенос электродного металла при механизированной сварке в среде защитных газов

Нагрев и плавление электрода осуществляются за счет энергии, выделяемой в активном пятне, расположенном на его торце, и теплоты, выделяющейся по закону Джоуля-Ленца, при протекании сварочного тока по вылету электрода. Вылетом называют свободный участок электрода от места контакта с токопроводом до его торца.

В начальный момент ручной дуговой сварки вылет электрода составляет 400 мм и изменяется по мере плавления электрода, при автоматической сварке он равен 12–60 мм. Расплавляясь в процессе сварки, жидкий металл с торца электрода переходит в сварочную ванну в виде капель разного размера. За 1с может переноситься от 1–2 до 150 капель и более в зависимости от их размера. Независимо от основного положения сварки капли жидкого металла всегда перемещаются вдоль оси электрода по направлению к сварочной ванне. Это объясняется действием на каплю разных сил в дуге. В первую очередь к ним относятся гравитационная сила, электромагнитная сила, возникающая при прохождении по электроду сварочного тока, сила поверхностного натяжения, давление образующихся

внутри капли газов, которые отрывают ее от электрода и дробят на более мелкие капли. Гравитационная сила проявляется в стремлении капли перемещаться по вертикали сверху вниз.

Сила поверхностного натяжения обеспечивает капле сферическую форму. Электромагнитные силы играют важнейшую роль в отрыве и направленном переносе капель к сварочной ванне при сварке швов в любом пространственном положении. Электрический ток проходя по электроду, создает вокруг него магнитное поле оказывающее сжимающее действие.

Сжатие расплавленной части электрода приводит к образованию шейки у места перехода к твердому металлу (рис. 1.1).

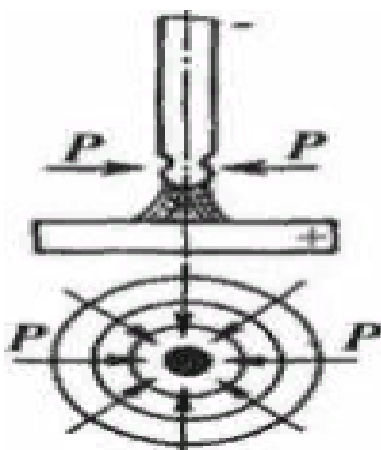


Рис. 1.1. Схема сжимающего действия электромагнитных сил на сильножидкую каплю электродного металла

По мере уменьшения ее сечения и возрастания плотности тока жидкий металл формируется и отделяется в виде сферической капли. При этом капля за счет действия электромагнитной силы приобретает направленность движения к сварочной ванне. Сила внутреннего давления газов также участвует в переносе капли. Расплавленный металл на электроде сильно перегрет. Образующиеся в нем газы способствуют отрыву его от торца электрода и могут раздробить на более мелкие капли.

При дуговой сварке плавящимся электродом различают три типа переноса электродного металла: крупнокапельный, мелкокапельный, или струйный, и перенос с образованием коротких замыканий дуги.

Характер переноса капель с электрода в сварочную ванну зависит от силы сварочного тока и напряжения дуги. Установлено, что с увеличением силы тока размер капель уменьшается, а число их, образующихся в единицу времени, возрастает. С увеличением напряжения дуги, наоборот, размер капель увеличивается, а число их уменьшается. Так, при сварке голой проволокой на малых токах (плотностях) жидкий металл переходит в сварочную ванну в виде крупных капель с кратковременными замыканиями дугового промежутка, а при сварке покрытыми электродами и под флюсом на обычных плотностях тока – в виде мелких капель без замыкания дугового промежутка.

При сварке в защитных газах и под флюсом тонкой проволокой на повышенных плотностях тока наблюдается мелкокапельный (струйный) перенос металла. В этом случае очень мелкие капли образуют сплошную коническую струю жидкого металла, переходящего в шов также без коротких замыканий, что уменьшает разбрызгивание металла и улучшает формирование сварного шва.

1.3 Способы регулирования параметров режима наплавки при многопроходной сварке в защитных газах

Один из важнейших вопросов в современном сварочном производстве это вопрос увеличения производительности. Способом позволяющим значительно увеличить производительность процесса сварки, и снизить материальные и энергетические затраты является внедрения автоматических и роботизированных комплексов. Однако при реализации технологии многопроходной сварки плавящимся электродом на автоматических и

роботизированных установках возникают сложности, связанные с появлением таких дефектов, как несплавления. Особенно при наложении пристеночного валика (первого валика в слое), поскольку для получения сварных швов с требуемыми механическими свойствами, благоприятной структурой, минимальными сварочными деформациями и требуемой формой швов, а также снижения вероятности появления горячих и холодных трещин необходимо ограничивать погонную энергию.

В условиях ограничения погонной энергии при многопроходной сварке из-за повышенного теплоотвода в основной металл вероятность образования несплавлений между валиком и кромками разделки, а также между соседними валиками существенно возрастает. Регулирование проплавления основного металла при сварке в проблемных участках разделки является изменение параметров процесса (ток, напряжение, скорость сварки), определяющих тепло-вложение, а следовательно, условия формирования сварного шва, в частности глубину проплавления кромок.

Также одним из способов является метод, когда для предотвращения появления несплавлений между валиком и кромкой разделки применяют автоматическую сварку с поперечными колебаниями с импульсным увеличением тока при подходе к свариваемой кромке. Однако при этом необходимо определение точного значения мощности импульса (что связано с оценкой эффективности использования тепловой энергии дуги) [1].

1.4 Заключение

В настоящее время наука проводит много исследований, по изучению процессов, протекающих при дуговой сварке в защитных газах.

Эти исследования позволяют улучшать технологию, устранять или уменьшать ее недостатки. Внедрение новых технологий позволяет повысить эффективность сварки в защитных газах. В настоящее время сварка в

инертных газах, а также их смесях получила широкое распространение. Она характеризуется экономичностью, качеством выполненного шва, удобным управлением режимами сварки.

Для дальнейшего использования предлагается:

- Источник питания с синергетическим управлением;
- Использование в качестве защиты смеси газов аргона и углекислоты.

2 Объект и методы исследования

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы необходимо разработать участок сборки-сварки сегмента фланца тьюбинга сварного.

При этом произвести в процессе выполнения работы технологический анализ изделия, технологический процесс, определение основных элементов производства, компонование элементов производства на участке.

Помимо этого, разрабатываются эргономические и экономические мероприятия, которые совместно с технологической частью должны обеспечивать возможность создания наиболее современного и передового по техническому уровню и высокоэффективного сборочно-сварочного участка по выпуску продукции, при ее себестоимости, обуславливающей рентабельность производства и кратчайшие сроки окупаемости капитальных затрат, а также соблюдение других необходимых требований.

2.1 Описание сварной конструкции

В выпускной квалификационной работе изготавливаем изделие сегмент фланца тьюбинга из стали Hardox 450.

Это один из элементов тьюбинговой крепи которая предназначена для крепления вертикальных стволов, горизонтальных и наклонных выработок круглого сечения, расположенных в слабых, неустойчивых породах и обводненных песках.

Внешний вид сегмента фланца тьюбинга представлен на чертеже ФЮРА.000001.167.00.000 СБ.

2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции

Оборудование горно-шахтное тубинги чугунные. Комплекты тубинговых колец. Общие технические условия согласно ГОСТ Р 57054-2016 [3].

2.2.1 Требования к подготовке кромок

Способ обработки кромок под сварку, в т. ч. кромок под монтажную сварку, должен обеспечивать геометрические параметры их подготовки по чертежам и может быть выполнен механической обработкой строганием, фрезерованием или термической резкой, при этом наличие окисленного (оплавленного) металла на указанных кромках после их термической резки не допускается.

Геометрические параметры сварного соединения, собранных под сварку (механизированную сварку в среде защитного газа см. п. 1.4), должны соответствовать требованиям ГОСТ 14771-76 [3].

Все неровности и местные уступы, имеющиеся на деталях и препятствующие правильной сборке конструкций, следует до сборки устранять повторной правкой или зачисткой абразивным инструментом.

При зазорах в тавровых соединениях превышающих 2 мм, но не более 6 мм на длине до 500 мм, допускается предварительная заварка их полуавтоматом или РДС с соответствующим увеличением катета углового шва.

2.2.2 Требования к сварке при прихватке

Фиксация деталей при сборке следует осуществлять на прихватки. При выполнении прихваток необходимо соблюдать следующие требования:

- прихватки собираемых деталей в конструкции необходимо располагать только в местах наложения сварных швов;

- катет шва прихваток назначают минимальным в зависимости от толщины соединяемых элементов согласно СП 70.13330.2012 несущие и ограждающие конструкции, СП 16.13330.2017 стальные конструкции;

- длина сварного шва прихватки должна быть не менее 10 мм, расстояние между прихватками - не более 500 мм, количество прихваток на каждой детали - не менее двух;

- сварочные материалы для прихваток должны обеспечивать качество наплавленного металла, соответствующее качеству металла сварных швов по проектной документации;

прихватки выполняют рабочие, имеющие право доступа к сварочным работам;

- при сборке конструкций большой массы размеры и расстановку прихваток определяет технологическая документация с учетом усилий, возникающих при кантовке и транспортировании;

- собранные конструкции должны быть замаркированы белой масляной краской с указанием номера заводского заказа, номера чертежа, марки сборочной единицы и ее порядкового номера изготовления. Маркировку можно осуществлять с помощью бирок, закрепляемых на изделии [4,5].

2.2.3 Требования к сборке сварного соединения

В процессе сборки необходимо выдерживать геометрические размеры конструкций, расположение групп отверстий, зазоры между торцами деталей и совмещение их плоскостей в местах соединений, подлежащих сварке, плотность примыкания деталей друг к другу в местах передачи усилий путем плотного касания.

Предельные отклонения геометрических размеров сборочной единицы, передаваемой для сварки, не должны превышать допустимые отклонения, приведенные в проектной документации [2].

Сборку стыковых, угловых, тавровых и нахлесточных соединений под сварку следует выполнять с помощью электроприхваток.

При сборке угловых, тавровых и нахлесточных соединений под механизированную сварку зазоры в указанных типах соединений должны быть в пределах 0—2 мм независимо от толщины стыкуемых деталей при расположении зазора в горизонтальном положении и 0-1 мм или 0-2 мм [2].

2.2.4 Требования к сварке

Сварку конструкций следует выполнять только после проверки правильности сборки конструкций производственным или контрольным мастером.

Сварку стальных конструкций следует осуществлять по разработанному на предприятии технологическому процессу, оформленному в виде типовых маршрутных карт или специальных технологических инструкций, карт и т.п., в которых должны учитываться особенности и состояние.

Оборудование для сварки должно обеспечивать возможность эффективного выполнения сварных соединений по технологическому регламенту, разработанному на предприятии. Стабильность параметров режима, заданного в технологическом регламенте, которая обеспечивается оборудованием, должна оцениваться при операционном контроле процесса сварки. Контроль работы оборудования, включая поверку установленных на нем измерительных приборов, необходимо проводить в рамках действующей на предприятии системы управления качеством производства.

В зависимости от преобладающей номенклатуры производства и специализации завода, источники питания сварочным током и т.д.) сборочно-сварочные цехи и участки должны быть оснащены стендами, кантователями, манипуляторами и другими изготовителя металлоконструкций наряду с универсальным сварочным оборудованием (автоматы, полуавтоматы устройствами, обеспечивающими условия для высокой производительности и стабильного качества продукции сварочного производства.

Свариваемые кромки и прилегающая к ним зона металла шириной не менее 20 мм, а также кромки листов в местах примыкания выводных планок перед сборкой должны быть очищены от влаги, масла, грата и загрязнений до чистого металла. Непосредственно перед сваркой при необходимости очистка должна быть повторена, при этом продукты очистки не должны оставаться в зазорах между собранными деталями.

Сварку следует производить, как правило, в пространственном положении, удобном для сварщика и благоприятном для формирования шва(нижнее). При этом не допускается чрезмерно большой объем металла шва, наплавляемого за один проход, чтобы избежать не сплавления шва со свариваемыми кромками.

Выполнение каждого валика многослойного шва допускается производить после очистки предыдущего валика, а также прихваток от шлака и брызг металла. Участки слоев шва с порами, раковинами и трещинами должны быть удалены до наложения следующего слоя.

Отклонения размеров швов от проектных не должно превышать значений, указанных в ГОСТ 14771, ГОСТ 23518. Размеры углового шва должны обеспечивать его рабочее сечение, определяемое величиной проектного значения катета с учетом предельно допустимой величины зазора между свариваемыми элементами; при этом для расчетных угловых швов превышение указанного зазора должно быть компенсировано увеличением катета шва.

Швы сварных соединений и конструкции по окончании сварки должны быть очищены от шлака, брызг и натеков металла. Приваренные сборочные приспособления надлежит удалять без применения ударных воздействий и повреждения основного металла, а места их приварки зачищать до основного металла с удалением всех дефектов

Около шва сварного соединения должен быть поставлен номер или знак сварщика, выполнившего этот шов. Номер или знак проставляется на расстоянии не менее 4 см от границы шва, если нет других указаний в проектной или технологической документации. При сварке изделия одним сварщиком допускается производить маркировку в целом; при этом знак сварщика ставится рядом с маркировкой отправочной марки [4].

2.2.5 Требования к оформлению документации

Документация должна быть оформлена в соответствии требованиям ГОСТ 2.105-2019 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. ГОСТ 3.1502-85 Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и правила оформления документов на технический контроль. ГОСТ 3.1119-83 Единая система технологической документации (ЕСТД). Общие требования комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы. ГОСТ 3.1407-86 Единая система технологической документации (ЕСТД). Формы и требования к заполнению

и оформлению документов на технологические процессы, специализированные по методам сборки. ГОСТ 3.1705-81 Единая система технологической документации (ЕСТД) [6].

2.2.6 Требования к контролю

Перед подачей конструкции на сварку следует произвести контроль качества сборки и при необходимости исправить имеющиеся дефекты.

Обязательному контролю подлежит соответствие геометрических размеров сборочных единиц проектной документации, а также требованиям соответствующих ГОСТ на узлы соединений деталей сборочных единиц, подлежащих сварке.

Контроль качества сварных соединений должен проводиться в рамках системы управления качеством продукции, разработанной на предприятии, в которой установлены области ответственности и порядок взаимодействия технических служб и линейного персонала.

Контроль качества содержит две последовательно осуществляемые группы мероприятий: операционный контроль, приемочный контроль.

Операционный контроль проводится по всем этапам подготовки и выполнения сварочных работ, основные положения которых изложены в СП 70.13330.2012, а именно: подготовка и использование сварочных материалов, подготовка кромок под сварку, сборка, технология сварки, надзор за наличием и сроками действия удостоверений сварщиков на право выполнения сварочных работ и соответствием выполняемых работ присвоенной квалификации.

Контроль за соблюдением требований к технологии и технике сварки должен осуществляться на соответствие требованиям технологических инструкций и технологических карт, разработанных на предприятии, в которых должна учитываться специфика используемого оборудования и

контрольно-измерительных приборов. При этом стабильность работы оборудования должна являться самостоятельным объектом операционного контроля.

Методы и объемы контроля применяются в соответствии с указаниями настоящего документа, если в проектной документации не даны иные требования. По согласованию с проектной организацией могут быть использованы другие эффективные методы контроля взамен или в дополнение с указанными.

В зависимости от конструктивного оформления, условий эксплуатации и степени ответственности швы сварных соединений разделяются на I, II и III категории. Категории, характеристика которых приведена в таблице 2.1, методы и объемы контроля качества сварных соединений указаны в таблице.

Таблица 2.1 – Характеристика сварных швов [4]

Категория швов сварных соединений	Тип швов сварных соединений и характеристика условий их эксплуатации
1	2
I	<p>1. Поперечные стыковые швы, воспринимающие растягивающие напряжения (в растянутых поясах и стенках балок, элементов ферм, стенках резервуаров и газгольдеров и т.п.).</p> <p>2. Швы тавровых, угловых, нахлесточных соединений, работающие на отрыв, при растягивающих напряжениях, действующих на прикрепляемый элемент, и при напряжениях среза в швах.</p> <p>3. Швы в конструкциях или в их элементах, относящихся к I группе по классификации <u>СНиП II-23-81*</u>, а также в конструкциях II группы в климатических районах строительства с расчетной температурой ниже минус 40 °С (кроме случаев, отнесенных к типам 7-12)</p>

Продолжение таблицы 2.1

1	2
II	<p>4. Поперечные стыковые швы, воспринимающие растягивающие напряжения, а также работающие на отрыв швы тавровых, угловых, нахлесточных соединений при растягивающих напряжениях, действующих на прикрепляемый элемент, и при напряжениях среза в швах (кроме случаев, отнесенных к типу 3).</p> <p>5. Расчетные угловые швы, воспринимающие напряжения среза, которые соединяют основные элементы конструкций II и III групп (кроме случаев, отнесенных к типам 2 и 3).</p> <p>6. Продольные стыковые швы, воспринимающие напряжения растяжения или сдвига.</p> <p>7. Продольные (связующие) угловые швы в основных элементах конструкций II и III групп, воспринимающие растягивающие напряжения (поясные швы элементов составного сечения, швы в растянутых элементах ферм и т.д.).</p> <p>8. Стыковые и угловые швы, прикрепляющие к растянутым зонам основных элементов конструкций узловые фасонки, фасонки связей, упоры и т.п.</p>
III	<p>9. Поперечные стыковые швы, воспринимающие сжимающие напряжения.</p> <p>10. Продольные стыковые швы и связующие угловые швы в сжатых элементах конструкций.</p> <p>11. Стыковые и угловые швы, прикрепляющие фасонки к сжатым элементам конструкций.</p> <p>Стыковые и угловые швы во вспомогательных элементах конструкций (конструкции IV группы)</p>

Таблица 2,2 – Методы и объемы контроля качества сварных соединений [4]

Методы контроля	Типы швов конструкций, объем контроля
1	2
1 Внешний осмотр и измерения с проверкой геометрических размеров и формы швов и наличия наружных дефектов по ГОСТ 3242	Все типы швов конструкций в объеме 100%

Продолжение таблицы 2.2

1	2
2 Неразрушающий ультразвуковой контроль по ГОСТ 14782	Все типы швов конструкций в объеме не менее 0,5 % длины швов и более по указаниям в проекте с учетом дополнительных требований раздела 4
3 Радиографический, магнитопорошковый и др. по ГОСТ 7512, ГОСТ 21104, ГОСТ 21105, ГОСТ 25225	То же
4 Испытания на непроницаемость и герметичность по ГОСТ 18442	То же
5 Механические испытания контрольных образцов по ГОСТ 6996	Все типы сварных швов конструкций, для которых требования механических свойств предусмотрены чертежами КМ
6 Металлографические исследования макрошлифов на торцах швов контрольных образцов или на торцах стыковых швов сварных соединений	То же
*Места обязательного контроля должны быть указаны в проекте.	

Контроль должен осуществляться на основании требований соответствующих стандартов и нормативно-технической документации.

Заключение по результатам контроля должно быть подписано дефектоскопистом, аттестованным на уровень не ниже 2-го разряда.

Сварные швы, для которых требуется контроль с использованием физических методов (ультразвукового, капиллярного, механических испытаний и др.), и объем такого контроля должны быть отмечены в проектной документации в соответствии с требованиями стандарта предприятия, разрабатывающего чертежи.

Выборочному контролю в первую очередь должны быть подвергнуты швы в местах их взаимного пересечения и в местах с признаками дефектов. Если в результате выборочного контроля установлено неудовлетворительное качество шва, контроль должен быть продолжен до выявления фактических границ дефектного участка.

Контроль должен производиться до окрашивания конструкций [4].

2.3 Методы и средства проектирования

Проектирование - это практическая работа, целью которой является рациональных и новейших решений, оформленных в комплексном виде. Операция изучения представляет собой череду выполнения взаимосвязанных операций, которые, в свою очередь, представляют взаимодействие конкретных способов. Методы проектирования, использованные в выпускной дипломной работе:

Обзор литературы — это часть исследования, в которой был рассмотрен обзор существующей литературы по теме газовые смеси для механизированной сварки в среде защитных газов

Расчет технологических режимов, элементы сборочно-сварочных приспособлений, техническое и материальное нормирование операций, вентиляция, экономическая часть.

Проектирование участка сборки-сварки сегмента фланца тубинга, сборочно- сварочное приспособление.

2.4 Постановка задачи

Целью работы является разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки сегмента фланца тубинга.

Задачей является изучить составные детали изделия, определить марку стали, выбрать метод сварки, рассчитать режимы сварки, выбрать сварочные материалы и сварочное оборудование, прономировать операции, составить технологический процесс, рассчитать необходимое количество оборудования и численность рабочих.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основной материал

Используемый материал деталей – сталь Hardox 450. Выбор этой стали обусловлен необходимостью высокой надежности и прочности, подверженной эксплуатации чрезвычайно агрессивной среде.

Hardox – это сталь с экстремальными показателями износостойкости, обладая номинальной твердостью в 60 единиц по шкале Роквелла и типовой твердостью в 650-700 единиц по Бринеллю, износостойкая листовая сталь. Hardox является самой твердой в мире.

Химический состав и механические свойства стали приведены в таблицах 3.1 и 3.2

Таблица 3.1 – Химический состав стали в % [7]

Тип продукт	C, (max x %)	Si, (max x %)	Mn, (max x %)	P, (max %)	S, (max %)	Cr, (max x %)	Ni, (max x %)	Mo, (max x %)	B, (max %)
Широколистовой и рулонный прокат	0.26	0.70	1.60	0.025	0.010	1.40	1.50	0.60	0,005

Таблица 3.2 – Механические свойства сталей [11,12]

Толщина, мм	Твердость (HBW)	Значение предела текучести, (Мпа)	Относительное удлинение As1 (%)	Ударная вязкость CVL1 t=20 мм
3.2 - 80.0	425 - 475	1100 - 1300	10	50Дж-40°С

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Способ сварки при разработке технологии следует выбирать таким образом, чтобы он удовлетворял всем требованиям, установленным исходными данными.

Для стали Hardox 450 рекомендуются следующие способы сварки: механизированная и автоматическая сварка в Ar+CO₂ проволокой сплошного сечения диаметром 0,8...2,0 мм; автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм.

Принимаем механизированную сварку в среде защитных газов плавящимся электродом Ar+CO₂ (смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 18% двуокиси углерода к 82% аргона) по ГОСТ Р ИСО 14175-M21 [8]

Таблица 3.3 – Состав смеси (82% Ar +18% CO₂) [8]

Содержание	Значение
Объемная доля CO ₂ , %	не менее 17,96
Объемная доля CO, %	не более 0
Объемная доля аргона, %	не менее 81,9
Объемная доля кислорода, %	не более 0,0006
Объемная доля азота, %	не более 0,004
Водяных паров при 760 мм.рт.ст. и 20°С (не более), г/см	0,178

Данный способ сварки характеризуется следующими факторами:

- высокая производительность;
- сварные швы не протяженные;
- конструкция имеет разнообразные соединения, что характерно для сварки именно этого способа;
- менее трудоемка при зачистки сварного соединения;

- эстетика сварного шва;
- высокие механические свойства сварных соединений;
- меньшая склонность к образованию горячих трещин;
- меньшая себестоимость сварочных работ.

3.1.3 Выбор сварочных материалов

При сварке в смеси газов электродная проволока является единственным материалом, через который можно в достаточно широких пределах изменять состав и свойства металла шва. Состав металла шва выбирают близким к составу основного металла, при этом необходимые свойства металла получают за счёт сварочной проволоки. Сварку ведут проволокой с повышенным содержанием элементов – раскислителей. Выбираем сварочную проволоку AWS A5.18 E7XC-X.P. Для данной проволоки существует российский аналог Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70. [8]

Проволока Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 выпускается диаметром от 0,3 до 12 мм. Она поставляется в мотках, упакованных в парафинированную бумагу или полиэтилен. К каждому мотку прикреплена бирка с названием завода- изготовителя, марка, диаметр, ГОСТ. На рабочее место проволока подаётся в кассетах, намотанных на специальных станках. Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.4 и 3.5

Таблица 3.4 - Химический состав наплавленного металла шва в % по ГОСТ 2246-70 [9]

Марка проволоки	Химический состав							
	C	Mn	Si	Ti	Ni	Cr	S	P
					не более			
Св-08Г2С-О	0,05-0,11	1,8-2,1	0,7-0,95	-	0,025	0,02	0,025	0,03

Таблица 3.5 - Механические свойства наплавленного металла шва [11]

Марка проволоки	σ_B , МПа	δ , %	КСУ, кДж/см ²	
			20 ⁰ С	-60 ⁰ С
Св-08Г2С-О	510	22	47	43

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.

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.

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.

Основные признаки, характеризующие свариваемость сталей, – это склонность к образованию трещин и механические свойства сварного соединения.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле [7]:

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали Hardox 450 [7]:

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Mo+Cr+V)}{5} + \frac{(Ni+Cu)}{15} = \quad (3.1)$$
$$0,26 + \frac{1,60}{6} + \frac{(0,60 + 1,40 + 0)}{5} + \frac{(1,50 + 0)}{15} = 1,02\%$$

1,02 < 4 не склонен

Hardox 450 – сталь конструкционная легированная ГОСТ 4543-71 [7],

Эта сталь сваривается без ограничений, при толщинах не более 20 мм и температуры окружающей среды выше 0°C. Относится ко I группе свариваемости.

В нашем изделие присутствуют сварные соединения толщиной более 20 мм, тогда в этом случае производим предварительный подогрев кромок деталей 125°C [7].

3.2 Расчет технологических режимов

Расчёт режима сварки.

Параметры режима механизированной сварки в смеси газов плавящимся электродом следующие:

- диаметр электродной проволоки – $d_{эп}$;
- скорость сварки V_c ;
- сварочный ток – I_c ;

- напряжение сварки – U_c ;
- вылет электродной проволоки – l_B ;
- скорость подачи электродной проволоки – $V_{\text{эп}}$;
- общее количество проходов – $n_{\text{пр}}$;
- расход защитной смеси – $g_{\text{зс}}$.

Расчёт режимов сварки выполняем по размерам шва (ширине l и глубине проплавления h_p).

Сварка механизированная, выполняется проволокой Св-08Г2С-О, в нижнем положении. Соединение угловое типа У5 с катетом 15 мм. показано на рисунке 1.

Соединение тавровое типа У5 с катетом 15 мм. показано на рисунке 3.1

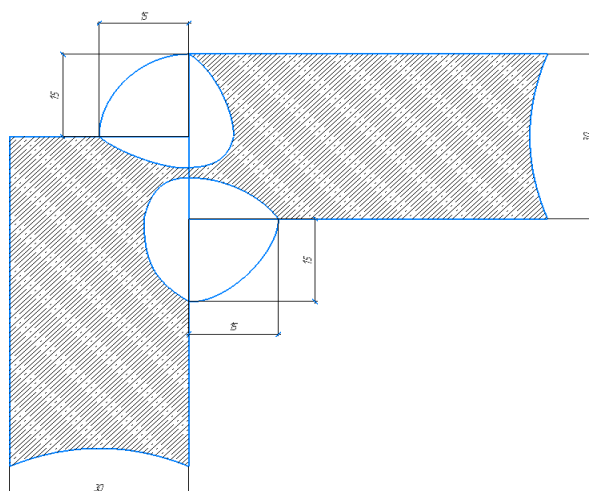


Рисунок 3.1 - Соединение У5 по ГОСТ 14771 – 76: S – толщина листа 30 мм, K – катет 15 мм

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по известной площади наплавленного металла соответствующего прохода (корневого и заполняющего), мм [12];

$$D_{\text{эп}i} = K_d \cdot F_{\text{н}i}^{0,625} \quad (3.2)$$

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

Ориентировочно площадь корневого и заполняющего проходов при положении шва принимаем $F_{HK}=20 \text{ мм}^2$ и $F_{H3}=40 \text{ мм}^2$ [12]

Чтобы определить общее количество проходов, необходимо найти общую площадь наплавленного металла по формуле [12]:

$$F_{HO} = K_3 + \frac{K}{\sin\left(\frac{\pi}{4}\right)} \cdot g + \frac{K^2}{2} = 0,7 \cdot \frac{15}{\sin\left(\frac{\pi}{4}\right)} \cdot 3,1 + \frac{15^2}{2} = 158,2 \text{ мм}^2 \quad (3.3)$$

Определим общее количество проходов [12]

$$n_{no} = \frac{F_{HO}-F_{HK}}{F_{H3}} + 1 = \frac{158,2-20}{40} + 1 = 4,45 \quad (3.4)$$

Примем $n_{no} = 4$.

Уточним площадь F_{H3} с учетом количества проходов [12]:

$$F_{H3} = \frac{F_{HO}-F_{HK}}{n_{no}-n_{nk}} = \frac{158,2-20}{4-1} + 1 = 46,1 \text{ мм}^2 \quad (3.5)$$

Рассчитаем диаметр электродной проволоки для корневого $d_{\text{ЭК}}$ и заполняющих $d_{\text{ЭЗ}}$, при сварке «в лодочку» $K_d=0,149 \dots 0,264$ [18]:

$$d_{\text{ЭК}} = (0,149 \dots 0,264) \cdot 20^{0,625} = 0,97 \dots 1,26 \text{ мм} \quad (3.6)$$

$$d_{\text{ЭЗ}} = (0,149 \dots 0,264) \cdot 46,1^{0,625} = 1,24 \dots 2,89 \text{ мм} \quad (3.7)$$

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

Рассчитаем скорость сварки для корневого и заполняющего проходов.

$$V_{CK} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭК}}^2 + 50,6 \cdot d_{\text{ЭК}}^2}{F_{HK}} = \frac{8,9 \cdot 1,2^2 + 50,6 \cdot 1,2^{1,5}}{20} = 3,97 \frac{\text{мм}}{\text{с}} \quad (3.8)$$

$$V_{CK} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭЗ}}^2 + 50,6 \cdot d_{\text{ЭЗ}}^2}{F_{H3}} = \frac{8,9 \cdot 1,2^2 + 50,6 \cdot 1,2^{1,5}}{46,1} = 1,72 \frac{\text{мм}}{\text{с}} \quad (3.9)$$

Принимаем

$$V_{СК} = 4 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 14,4 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, V_{СЗ} = 2 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 7,2 \frac{\text{м}}{\text{ч}} \quad (3.10)$$

При известных площадях наплавленного металла, диаметрах электродных проволок и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле [12]

$$V_{\text{ЭПК}} = \frac{4 \cdot V_{СК} + F_{\text{НК}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭПК}}^2 \cdot (1 - \varphi)} = \frac{4 \cdot 4 \cdot 20}{3,14 \cdot 1,2^2 \cdot (1 - 0,1)} = 78,8 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 284 \frac{\text{м}}{\text{ч}} \quad (3.11)$$

$$V_{\text{ЭПЗ}} = \frac{4 \cdot V_{СЗ} + F_{\text{НЗ}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^2 \cdot (1 - \varphi)} = \frac{4 \cdot 2 \cdot 46,1}{3,14 \cdot 1,2^2 \cdot (1 - 0,1)} = 90,8 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 327 \frac{\text{м}}{\text{ч}} \quad (3.12)$$

Рассчитаем сварочный ток для корневого и заполняющего проходов присварке на обратной полярности [12]:

$$\begin{aligned} I_{СК}^{0(+)} &= d_{\text{ЭПК}} \cdot (\sqrt{1450 \cdot d_{\text{ЭПК}} \cdot V_{\text{ЭПК}} + 145150 - 382}) = \\ &= 1,2 \cdot (\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 78,8 + 145150 - 382}) = 179 \text{ А} \end{aligned} \quad (3.13)$$

$$\begin{aligned} I_{СЗ}^{0(+)} &= d_{\text{ЭПЗ}} \cdot (\sqrt{1450 \cdot d_{\text{ЭПЗ}} \cdot V_{\text{ЭПЗ}} + 145150 - 382}) = \\ &= 1,2 \cdot (\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 98,8 + 145150 - 382}) = 202 \text{ А} \end{aligned} \quad (3.14)$$

Расчетное значение сварочного тока не выходит за пределы ограничений для положения «в лодочку» $I_c \leq 220 \text{ А}$ [12]

Расход защитного газа $Ar + CO_2$ для соответствующих проходов [12]

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot I_c \quad (3.15)$$

$$U_{СК} = 14 + 0,05 \cdot 179 = 22,9 \text{ В}$$

$$U_{СЗ} = 14 + 0,05 \cdot 202 = 24,1 \text{ В}$$

Расход защитного газа Ar+CO₂ для корневого и заполняющих слоев

$$q_{зг} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_c^{0,75} \quad (3.16)$$

$$q_{зг} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 179^{0,75} = 0,161 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 9,66 \frac{\text{л}}{\text{мин}}$$

$$q_{згз} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 202 = 0,176 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 10,5 \frac{\text{л}}{\text{мин}}$$

Полученные результаты сводим в таблицу 3.6

Таблица 3.6 – Режимы сварки сегмента фланца тьюбинга

№ шва	Тип Шва	$d_{эп}$, мм	$V_{св}$, м/ч	$I_{св}$, А	$U_{св}$, В	Расход газа, л/мин	$n_{пр}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	У5 - 15	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	4
2	T1- $\nabla 0$	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3
3	Не стандарт - $\nabla 10$	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	1
4	T1- $\nabla 10$	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3
5	Не стандарт - $\nabla 10$	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	1
6	T3- $\nabla 10$	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3
7	T3- $\nabla 10$	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3
8	T3- $\nabla 10$	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3
9	T3- $\nabla 10$	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3
10	T3- $\nabla 10$	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3
11	T3- $\nabla 10$	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3
12	T3- $\nabla 10$	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3
13	T3- $\nabla 10$	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3
14	T3- $\nabla 10$	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3

Продолжение таблицы 3.6

1	2	3	4	5	6	7	8
15	T3- ∇ 10	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3
16	T3- ∇ 10	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3
17	T3- ∇ 10	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3
18	T3- ∇ 10	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3
19	T1- ∇ 10	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3
20	He стандарт - ∇ 10	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	1
21	T1- ∇ 10	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3
22	He стандарт - ∇ 10	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	1
23	He стандарт - ∇ 12	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3
24	He стандарт - ∇ 12	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3
25	He стандарт - ∇ 12	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3
26	He стандарт - ∇ 12	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3
27	He стандарт - ∇ 12	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3
28	He стандарт - ∇ 12	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3
29	He стандарт - ∇ 12	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3
30	He стандарт - ∇ 12	1,2	8-15	180-200	22-24	9-10	3

3.3 Выбор основного оборудования

Основными принципами для окончательного выбора оборудования должны служить их следующие принципы:

- наибольшая эксплуатационная надежность и относительная простота обслуживания;
- техническая характеристика, наиболее отвечающая всем требованиям принятой технологии;
- наибольший КПД и наименьшее потребление электроэнергии при эксплуатации;
- минимальный срок окупаемости;
- наименьшие габаритные размеры оборудования;
- наименьшая масса;
- наименьшая сумма первоначальных затрат на приобретение и монтаж оборудования.

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 260...280 А; диаметр проволоки 1,2 мм; скорость подачи электродной проволоки 318...352 м/ч.

Согласно требуемым условиям выбираем аппарат Evospark EVOMIG 350 совместно с механизмом подачи проволоки УПП-300П. [13].

Уникальная модульная архитектура силовой части:

- источники тока работают на нескольких силовых модулях, каждый из которых представляет собой отдельный автономный инверторный источник;
- количество модулей определяет совокупную мощность источника тока;

- каждый силовой модуль оснащен собственной принудительной системой охлаждения.

Если в процессе эксплуатации нашего сварочного оборудования из строя выйдет силовой модуль, о чем появится соответствующая информация на панели управления, то оборудование продолжит свою работу на оставшихся модулях, исключив из силовой схемы неисправный модуль и, соответственно, снизив максимальное значение выходного тока на источнике.

Таким образом, производственный процесс не прерывается, а процедура ремонта сводится к простой операции — замене силового модуля, которая производится в течение 15–20 минут непосредственно на сварочном посту.

Реализована оптимальная схема охлаждения и защиты силовых модулей:

- минимальное попадание пыли и грязи. Сварочные аппараты исполнены в двойном корпусе с воздухозаборным буфером между внешним и внутренним кожухами.

- система продувки туннельная. Сварочные аппараты соответствуют степени защиты IP34, что позволяет работать на сильно загрязненных или запыленных производствах.

- данная степень защиты не реализована ни у одного импортного аналога промышленного оборудования.

Благодаря конструктивным особенностям оборудования EVOSPARK его обслуживание и модернизация в разы дешевле и рациональнее, чем аналогичного импортного оборудования. Это позволяет существенно сэкономить как при покупке оборудования, так и в процессе его эксплуатации, а также повысить производительность за счет минимизации времени простоя.

Так же сварочное оборудование обладает функцией синергетического управления режимами сварки.

Внешний вид которого представлен на рисунке 3.2 [13].



Рисунок 3.2 - Внешний вид сварочного полуавтомата Evospark EVOMIG 350.

[13]

Технические характеристики полуавтомата Evospark EVOMIG 350 приведены в таблице 3.7

Таблица 3.7 – Технические характеристики Evospark EVOMIG 350. [13]

Параметры	Значение
1	2
Напряжение питания, 50Гц, В	400 В ($\pm 15\%$)
Номинальный сварочный ток, А (при ПВ%)	350 – 60%

Продолжение таблицы 3.7

1	2
Диапазон регулирования сварочного тока, А в режиме MMA	20-350
Диапазон регулирования сварочного тока, А в режиме MIG/MAG	25-350
Диапазон регулирования сварочного тока, А в режиме TIG	3-350
Диапазон регулирования рабочего напряжения, В	15-38
Потребляемая мощность, кВА	12.2
Род сварочного тока	постоянный
Тип механизма подачи проволоки	раздельный
Число ведущих роликов	4
Охлаждение	принудительное
Диаметр сварочной проволоки, мм	0,8/1,0/1,2/1,6/2,0
Диаметр кассеты для сварочной проволоки, мм	300
Время продувки газа после сварки, с	1
Скорость подачи проволоки, м / мин	1-25
Импульсный режим (MIG/MAG)	есть
Дистанционное управление режимами сварки	есть

Профессиональное сварочное оборудование EVOSPARK предназначено для проведения ответственных сварочных работ. Технологии сварки, реализуемые оборудованием EVOSPARK, позволяют использовать его в различных областях промышленности: тяжелом машиностроении, автомобильной промышленности, транспортном машиностроении, судостроении, изготовлении металлоконструкций, энергетической промышленности, сварке трубопроводов, космической отрасли т.д.

Оборудование предоставляет возможность работы в различных режимах сварки, реализованных в одном аппарате: от ручной дуговой сварки

черного металла до аргонодуговой сварки неплавящимся электродом для алюминиевых сплавов. Отсутствие брызг при сварке, контролируемое тепловложение и малые затраты энергии значительно облегчает процесс сварки и позволяет формировать превосходные сварные швы. Опыт успешной эксплуатации на различных предприятиях России доказал высокую надежность и эффективность оборудования EVOSPARK при выполнении различных сварочных работ.

Линейка оборудования EVOMIG представлена сварочными аппаратами в различном исполнении. Запас мощности сварочного источника позволяет выносить подающий механизм на 80 метров, что очень удобно при проведении сварочных работ в труднодоступных местах, где требуется высокая мобильность.

Устройства подачи проволоки доступны в трех модификациях для различных требований производства и условий эксплуатации сварочного оборудования.

В устройствах УПП-300П установлен механизм подачи проволоки, в котором 4 ведущих ролика. Это обеспечивает плавную и стабильную подачу проволоки на сварочную горелку, что позволяет добиваться высокого качества сварного шва. Данные устройства подачи проволоки оснащены основным пультом управления ОПУ-01 с цветным ЖК-дисплеем. Металлический корпус и пластиковый кожух. Пульт управления ОПУ-01. [13].

3.4 Выбор оснастки

В настоящее время одной из основных задач, стоящих перед сварочным производством, является автоматизация и механизация производственных процессов изготовления изделий, решение которых повлияет на повышение производительности труда.

Сборочные операции при изготовлении сварных конструкций имеют целью обеспечение правильного взаимного расположения деталей собираемого изделия.

Наиболее рационально для сборки использовать кантователь со сборочной платформой.

Специальное сборочное приспособление позволяет улучшить качество сборки и облегчить трудоемкость при смене положения изделия .

Применение при этом винтовых прижимов для фиксации сборочных единиц значительно сокращает вспомогательное время, особенно если требуется зажать изделие одновременно в нескольких местах.

Внешний вид сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.167.00.000.СБ представлен на рисунке 3.3

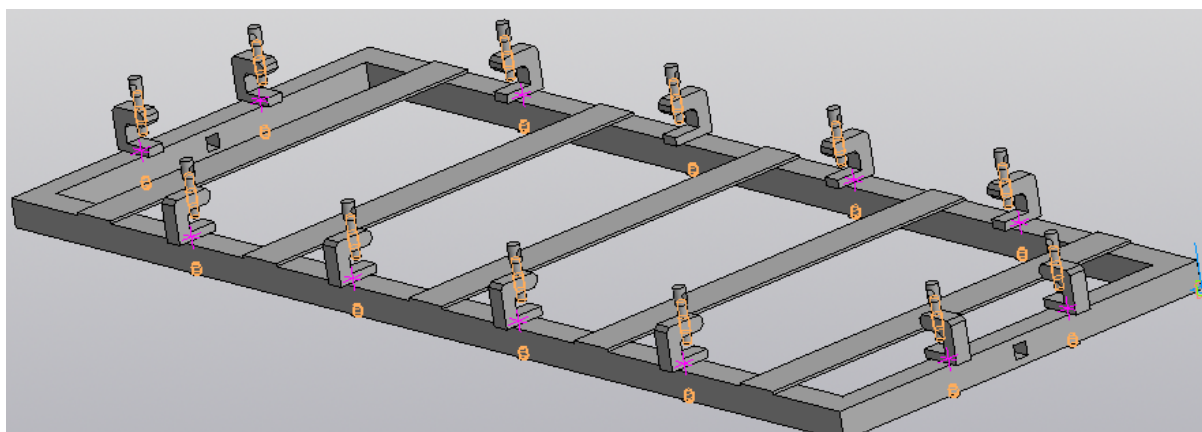


Рисунок 3.3 - Внешний вид сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.167.00.000.СБ

Для перемещения деталей изделия по участку используется кран-балка однобалочная грузоподъемностью 5 тонн. [14].

Для перемещения входного основного материала и готового изделия по участку используется кран мостовой двухбалочный грузоподъемностью 10 тонн. [14].

Внешний вид кран-балка двухбалочный грузоподъемностью 10 тонн представлен на рисунке 3.5



Рисунок 3.5 - Внешний вид кран мостовой двухбалочный грузоподъемностью 10 тонн.

Таблица 3.8 – Технические характеристики кран мостовой двухбалочный грузоподъемностью 10 тонн. [14]

Технические характеристики	
Грузоподъемность, т	от 0,1т до 10 т
Длина пролета, м	До 28,5 м
Тип привода	электрический червячный / шестеренный
Высота подъема	от 6м до 52м
Режим работы	от А3 (средний) до А7 (сверхтяжелый)
Тип сечения балки	коробчатый / трубный (по согласованию)
Исполнение крана	Общепромышленное Пожаробезопасное
Температура эксплуатации крана	От: -20С; -40С до: +40С; +50С; +60С
Скорость передвижения крана м/мин	20 м/мин стандарт / до 100 м/мин по запросу
Способ управления краном	подвесной пульт радиоуправление
Мотор-редукторы крана	Италия, Германия, Китай
Электрокомпоненты в составе крана	Италия, Германия,Россия,Китай

3.5 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование

Важнейшей проблемой в области сварки является обеспечение высокого качества сварки.

Качество сварных соединений определяет эксплуатационную надежность экономичность и технологичность сварного изделия.

Дефекты сварных соединений – отклонение от заданных свойств, формы, размеров и сплошности шва, околошовной зоны, что приводит к ухудшению прочностных и эксплуатационных характеристик изделия.

Дефекты бывают наружные, внутренние и сквозные.

В настоящем стандарте дефекты классифицированы на шесть следующих групп:

- 1) трещины;
- 2) полости, поры;
- 3) твердые включения;
- 4) несплавления и непровары;
- 5) нарушение формы шва (неполномерность швов, неравномерность шва, несимметричность шва, подрезы, наплывы, прожоги и т.д.);
- 6) прочие дефекты, не включенные в вышеперечисленные группы.

На участке сборки и сварки сегмент фланца тубинга ФЮРА.000001.167.00.000.СБ используются следующие методы контроля качества: визуальный и измерительный контроль осуществляется по ГОСТ Р ИСО 17637-2014.

3.5.1 Визуальный и измерительный контроль

При визуальном и измерительном контроле применяют: лупы, линейки измерительные металлические, угольники поверочные 90° лекальные,

штангенциркули, угломеры с нониусом, стенкомеры и толщиномеры индикаторные, в том числе специальные и универсальные (например, типа УШС), радиусные, резьбовые и др.

Измерительные приборы и инструменты должны периодически, а также после ремонта проходить поверку (калибровку) в метрологических службах, аккредитованных Госстандартом России. Срок проведения поверки (калибровки) устанавливается нормативной технической документацией (НД) на соответствующие приборы и инструменты [15].

3.5.2 Требования к выполнению визуального и измерительного контроля

Визуальный и измерительный контроль рекомендуется выполнять на стационарных участках, которые должны быть оборудованы рабочими столами, стендами, роликоопорами и другими средствами, обеспечивающими удобство выполнения работ.

Участки контроля, особенно стационарные, рекомендуется располагать в наиболее освещенных местах цеха, имеющих естественное освещение. Для создания оптимального контраста дефекта с фоном в зоне контроля необходимо применять дополнительный переносной источник света, то есть использовать комбинированное освещение. Освещенность контролируемых поверхностей должна быть достаточной для надежного выявления дефектов, но не менее 500 Лк.

Окраску поверхностей стен, потолков, рабочих столов и стендов на участках визуального и измерительного контроля рекомендуется выполнять в светлых тонах (белый, голубой, желтый, светло-зеленый, светло-серый) для увеличения контрастности контролируемых поверхностей деталей (сборочных единиц, изделий), повышения контрастной чувствительности глаза, снижения общего утомления специалиста, выполняющего контроль.

Для выполнения контроля должен быть обеспечен достаточный обзор для глаз специалиста. Подлежащая контролю поверхность должна рассматриваться под углом более 30° к плоскости объекта контроля и с расстояния до 600 мм.

Для проведения визуального и измерительного контроля выбираем комплект “Эксперт” а также согласно техническим требованиям сварные швы проверяют. [15].

Комплект “Эксперт” для ВИК показан на рисунке 3.6



Рисунок 3.6 – комплект “Эксперт” для ВИК. [15]

3.5.3 Ультразвуковой контроль

Данный метод НК позволяет:

Обнаруживать подповерхностные дефекты – поры, пустоты, расслоения в наплавленном металле, трещины, шлаковые и иные включения;

Выявлять очаги коррозионного поражения;

Определять неоднородность структуры материалов;

Оценивать качество сварных соединений практически любых типов (тавровых, нахлесточных, кольцевых, стыковых, угловых);

Измерять глубину залегания дефектов и их размеры.

Ультразвуковой контроль сварных соединений и основного металла – одна из обязательных процедур при техническом диагностировании, отражённая во многих руководящих документах.

Применение УЗК привлекательно тем, что не предполагает разрушения объекта. Даже остановки эксплуатации, при определённых условиях, не требуется. Это особенно важно, например, для диагностики трубопроводов, когда нет возможности их дренировать. Правда, если речь идёт об ультразвуковом контроле трубопровода, заполненного рабочей средой, однократно (или двукратно) отражённым лучом, то при настройке необходимо погружать нижнюю грань настроечного образца в ту же жидкость.

В силу всех этих факторов ультразвуковой контроль всё чаще противопоставляют радиографическому.

В пользу первого говорит ещё и то, что он безвреден для человеческого здоровья. Приборы для УЗК хороши своей портативностью, удобство работы в полевых условиях, большим многообразием датчиков, призм, сканеров и прочих принадлежностей для самых разных задач дефектоскопии.

3.5.4 Требования к выполнению ультразвуковому контролю

В классическом виде акустическая дефектоскопия включает в себя следующие этапы.

Зачистку металлической поверхности сварного шва и околошовной зоны от краски, ржавчины, окалины, загрязнений.

После этого наносится разметка. При использовании мерительного пояса обозначение начала и направление отсчёта координат. При его отсутствии - разделение на участки по 300-500 мм (если на ОК заложен РК - то лучше делать разметку сообразно с размером рентгеновской плёнки).

Настройку чувствительности, амплитудной и временной шкалы дефектоскопа.

Для начала необходимо проверить и при необходимости скорректировать точку выхода, стрелу, угол ввода, мёртвую зону, задержку в призме ПЭП.

Затем необходимо правильно задать дефектоскопу параметры ОК - толщину, скорость распространения УЗ-волны, поправку на шероховатость и на затухание, выбрать единицу измерений для горизонтальной шкалы (обычно - в мм глубины).

Далее настроить временную регулировку чувствительности для "выравнивания" эхо-сигналов от одинаковых отражателей на разной глубине либо АРД-диаграммы для определения эквивалентной площади отражателей.

Задать опорный (браковочный уровень), поправку чувствительности (если таковая предусмотрена - в зависимости от того, по какому искусственному отражателю выполнялась настройка), выставить поисковое усиление, контрольный уровень (уровень фиксации) и браковочный уровень.

Наконец, необходимо выставить усиление и масштаб развёртки, чтобы эхо-сигнал от опорного отражателя достигал 50-80% высоты экрана - кому как удобнее.

Непосредственное прозвучивание объекта. Прижимая датчик к поверхности, оператор выполняет возвратно-поступательные поперечно-продольные либо продольно-поперечные движения с поворотом датчика на 10-15 градусов (для наклонного ПЭП) или вращением (для прямого ПЭП). В процессе прозвучивания нужно следить за тем, чтобы шаг перемещения пьезоэлектрического преобразователя не превышал 2-3 мм и не осталось пропущенных участков. Важно следить за осцилляциями сигналов на экране дефектоскопа - чтобы не пропустить эхо-Сигналы, которые достигли контрольного уровня. Здесь-то и подтверждает свою полезность звуковая и световая АСД.

Сохранение результатов, передача на ПК. Современные дефектоскопы позволяют "замораживать" изображение развёртки для последующего анализа. Либо - можно сразу наносить разметку мелом или маркером на поверхности ОК в местах выявленных дефектов.

Расшифровку данных, оформление заключения. Обычно дефекты классифицируются на допустимые и недопустимые по амплитуде, протяжённые и непротяжённые, поперечные, в корне и в сечении шва.

Формат заключения, протокола, акта по результатам УЗК утверждается в нормативно-технической документации на контроль и согласовывается с заказчиком. Запись дефектов осуществляется с указанием обозначений, глубины залегания, координат начала отсчёта, амплитуды, протяжённости и.

Чтобы упростить выборку дефекта и ремонт ОК, рекомендуется указывать начальные и конечные координаты каждого дефекта. В зависимости от того, какие дефекты обнаружены и какими параметрами они обладают, объект контроля относят к категории "годен", "ремонтировать" или "вырезать".

Для проведения ультразвукового контроля выбираем дефектоскоп АКС-А1212 Мастер [16].

Дефектоскоп АКС-А1212 Мастер предоставлен на рисунке 3.7 [16].

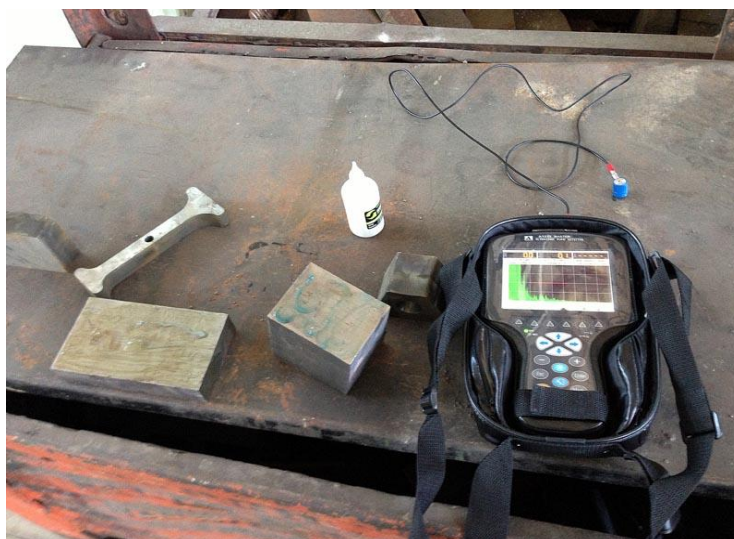


Рисунок 3.7 – Настройка дефектоскопа АКС-А1212 Мастер [16]

3.6 Разработка технологической документации

Способы сварки при разработке технологического процесса следует выбирать как из числа типовых, так и из числа специальных способов сварки, чтобы проектируемый технологический процесс наиболее соответствовал современным требованиям, был эффективным и перспективным.

Выбранный способ сварки должен удовлетворять требованиям, установленным исходными данными.

В данной работе для коротких прямолинейных и криволинейных сварных швов применять механизированную сварку плавящимся электродом в среде защитных газов.

Весь технологический процесс представляет собой последовательность взаимосвязанных операций.

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 рациональных сборочных приспособлений, подъемно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов.

Процесс сборки и сварки сегмента фланца тубинга начинается с комплектования деталей согласно спецификации.

Далее на сборочно-сварочное приспособления устанавливают плиту фланца поз.1, на плиту устанавливают внешнюю обечайку поз.2, следующим этапом происходит установка ребер жесткости в количестве 8шт поз 3, далее устанавливают внутреннюю обечайку поз.4, и последним этапом сборки

происходит установка замков в количестве 4 шт поз.5.В процессе установки детали фиксируются на электроприхватки. После окончания сборки производят слесарную обработку. Последним этапом проводится контроль качества сборки контролером ОТК..

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 рациональных сборочных приспособлений, подъемно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов.

На рисунке 3.8 представлена схема изготовления сегмента фланца тьюбинга.

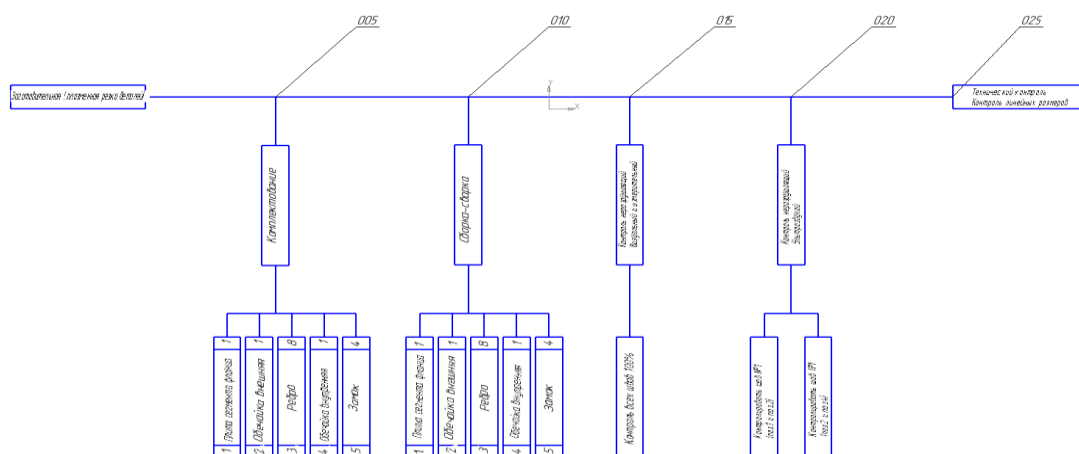


Рисунок 3.8 – Схема изготовления сегмента фланца тьюбинга (ФЮРА.000001.167.00.000СБ)

3.7 Техническое нормирование операций

Техническое нормирование является основной правильной организации труда и заработной платы, а технические нормы времени-

главным критерием при расчете потребного количества и загрузки оборудования и определения числа рабочих.

Норма штучного времени $T_{ш}$, мин. Для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [17].

$$T_{ш} = (T_{н.ш-к} \cdot L + T_{ВИ}) \cdot K_{п} \quad (3.17)$$

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:

$$T_{н.ш-к} = (T_0 + t_{ВИШ}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100}\right) \quad (3.18)$$

где, T_0 – основное время сварки, мин;

$t_{ВИШ}$ -вспомогательное время, мин;

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

Для механизированной сварки в смеси газов плавящимся электродом сумма коэффициентов составляет 27% [18]. Основное время для механизированной сварки в смеси газов определяется по формуле [19]:

$$T_0 = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot a_n} + \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot a_n} \cdot n \quad (3.19)$$

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

I – сила сварочного тока, А;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³ ;

a_n - коэффициент наплавки, г/(А·ч).

Для примера определим норму времени в операции 020 сваривание внутренней обечайки поз. 2 к плите сегмента фланца поз. 1.

Исходные данные:

- марки сталей: Hardox 450;
- марка электродной проволоки: Св-08Г2С-О;
- сварной шов тавровый без разделки;
- шов по ГОСТ 14771-76 – У5 - 15;
- длина шва - 2841 мм;
- положение шва нижнее;
- площадь поперечного сечения наплавленного металла шва с катетом 15 мм, $F= 15 \text{ мм}^2$;
- коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С-О при механизированной сварке легированных сталей в среде $\text{Ar} + \text{CO}_2$ составляет $a_n=200 \text{ А}$.

Определяем основное время сварки по формуле:

$$T_0 = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{180 \cdot 15} + \frac{41,6 \cdot 7,85 \cdot 60}{200 \cdot 15} \cdot 4 = 39,9 \quad (3.20)$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле, с учётом того, что $t_{\text{ВШ}}$ составляет 0,75 мин:

$$T_{\text{н.ш-к}} = (39,9 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{17}{100}\right) = 47,56 \text{ мин.} \quad (3.21)$$

Норму штучного времени определяем по формуле (3.17) с учётом того, что $t_{\text{ВИ}}=17,1$ мин. То:

$$T_{\text{ш}} = 47,56 \cdot 2,46 + 17,1 = 134 \text{ мин} \quad (3.22)$$

Аналогично рассчитаем другие операции. Данные расчетов сводим в таблицу 3.9.

Таблица 3.9 – Нормы штучного времени технологического процесса изготовления сегмента фланца тьюбинга

№ операции	Наименование операции	T шт, мин
005	Комплектование	-
010	Сборка - сварка	453,21
015	Неразрушающий контроль (ВИК)	25,32
020	Неразрушающий контроль (УЗК)	7,53
025	Технический контроль готового изделия	25,32

3.8 Материальное нормирование

Для примера определим норму расхода сварочной проволоки и защитного газа согласно операции 010 технологического процесса сборки и сварки сегмента фланца тьюбинга.

Исходные данные:

- шов №1 ГОСТ 14771-76-У5- 15;
- длина шва – 2841 мм;
- марки сталей: *Hardox* 450;

Площадь поперечного сечения наплавленного металла шва $F=15 \text{ мм}^2$
 Норма расхода сварочной проволоки на изготовление сварного изделия определяется формуле [18]:

$$H_э = G_э \cdot L_{ш} \quad (3.23)$$

$$H_э = 1,24 \cdot 2,841 = 3,52 \text{ кг}$$

Удельную норму расхода $G_э$ (кг/м) в общем виде рассчитывают по формуле [20]:

$$G_э = k_p \cdot m_{ш} \quad (3.24)$$

$$G_э = 1,05 \cdot 1,17 = 1,22 \text{ кг/м}$$

где, k_p - коэффициент расхода, учитывающий неизбежные потери сварочной проволоки на разбрызгивание;

$m_{ш}$ - расчетная масса наплавленного металла, кг/м.

Массу наплавленного металла $m_{ш}$ (кг/м) рассчитывают по формуле [20]:

$$m_{ш} = \rho \cdot F_H \quad (3.25)$$

$$m_{ш} = 7810 \cdot 0,00015 = 1,17 \text{ кг/м}$$

где, ρ - удельная плотность наплавленного металла, кг/м³, $\rho = 7810 \text{ кг/м}^3$

F_H - площадь поперечного сечения наплавленного металла шва.

Норма расхода защитного газа на изготовление сварной конструкции определяется по формуле [20]:

$$H_r = Q_r \cdot L_{ш} + Q_{пз} \quad (3.26)$$

$$H_r = 3,81 \cdot 2,841 + 0,01 = 10,8 \text{ л}$$

где, Q_r - удельная норма расхода газа на 1 м шва, л;

$L_{ш}$ - длина шва, м;

$Q_{пз}$ - дополнительный расход газа на подготовительно-заключительные операции: настройку режимов сварки, продувку газовых коммуникаций перед началом сварки; защиту сварочной ванны от окисления после

окончания сварки (заварку кратера). Удельная норма расхода газа Q_r (л) определяется по формуле [20]:

$$Q_r = q_r \cdot t_0 \quad (3.27)$$

$$Q_r = 0,213 \cdot 17,9 = 3,81 \text{ л}$$

Расход смеси газов ($Ar + CO_2$) определяется по следующей формуле [20].

$$q_r = 3,3 \cdot 10^{-3} I_c^{0,75} \quad (3.28)$$

$$q_r = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 180^{0,75} = 0,163 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 9,76 \frac{\text{л}}{\text{мин}}$$

t_0 -основное (машинное) время сварки 1 м шва, мин.

Для расчета величина t_0 может быть взята из нормативов времени на сварку в среде защитных газов. Основное время при сварке плавящимся электродом можно определить по формуле [20]:

$$t_0 = \frac{(m_{ш} \cdot 60 \cdot 10^3)}{(a_H \cdot I_{св})} \quad (3.29)$$

$$t_0 = \frac{1,18 \cdot 60 \cdot 10^3}{15 \cdot 180} = 18 \text{ мин}$$

a_H -коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С-О при механизированной сварке легированных сталей в среде $Ar + CO_2$ составляет

$$a_H = 15 \text{ г}/(\text{А} \cdot \text{ч}) \quad (3.30)$$

где, $m_{ш}$ -масса наплавленного металла шва данного типоразмера, кг/м;

$I_{св}$ -сила сварочного тока берем из ранее рассчитанных режимов, А.

4 Конструкторский раздел

4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Наиболее эффективной областью и важной в развитии технического прогресса является комплексная механизация и автоматизация сварочных процессов. Особенностью этого производства является резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Сварочные работы по интенсивности труда составляют только 25-30% от общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходится на сборку, транспортировку и разные вспомогательные операции, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью механического сварочного оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, они могут характеризоваться показателем 70-75% всего комплекса цехового оборудования. В данной выпускной квалификационной работе в предлагаемом технологическом процессе используется приспособление сборочно-сварочное (см. ФЮРА.000002.167.00.000 СБ) совместно с приводной колонной.

4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

Фиксация сварного изделия в сборочно-сварочное приспособление осуществляется винтовыми прижимами, которые непосредственно комплектуются совместно с приспособлением, ФЮРА.000002.167.00.000 СБ

Прижимы используются для фиксации деталей, что приводит данное изделие в неподвижное состояние

В приспособлении ФЮРА.000002.167.00.000 СБ используются винтовые прижимы с резьбой М30. Определяем усилие, развиваемое винтовым прижимом по формуле[23]:

$$P = \frac{Q \cdot l}{r_{\text{cp}} \cdot \text{tg}(a + \rho) + \frac{1}{2} \cdot \mu \cdot D} \quad (4.1)$$

где, Q – усилие, прикладываемое на рукоятке винта, обычно равное 10...15Н;

l – радиус рукоятки, мм;

r_{cp} -средний радиус резьбы, мм;

a – угол наклона резьбы, 60° ;

ρ – приведенный угол трения в резьбе;

μ -коэффициент трения скольжения на торце винта, 0,1;

D – диаметр контактного кольца между винтом и пятой, 10 мм.

Для метрической резьбы $\beta=30^\circ$, тогда $\rho=6^\circ 40'$

$$P = \frac{15 \cdot 150}{15 \cdot \text{tg}(60^\circ + 6^\circ 40') + \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot 10} = 101,4 \text{ Н} \quad (4.2)$$

4.3 Порядок работы приспособлений

Приспособление ФЮРА.000002.167.00.000 СБ произведено для операции сборки и сварки сегмента фланца тьюбинга. Комплект входящий в приспособления состоит из двух плиты , 18 винтовых прижимов, 2 колоннами. Для фиксации на приспособление плиты фланца поз. 1 используем винтовые прижимы. Далее на поз. 1 устанавливаем внешнюю обечайку поз. 2 по начерченной разметки. Далее монтируем ребра жесткости поз. 3 на поз. 1 и 2, после этого устанавливается внутренняя обечайка поз 4 по месту согласно чертежу. Последним этапом сборки устанавливаем замки поз. 5 на поз.4. Далее производят прихватку и сварку

5 Проектирование участка сборки-сварки

5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Наиболее эффективное размещение запроектированного элементов производственного процесса и всех основных позиций, необходимых для осуществления этого процесса требует разработка чертежей плана и разрезов проектируемого цеха. Для этого, прежде всего, необходимо установить состав последнего.

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи при полном их составе могут включать следующие отделения и помещения.

Производственные отделения. Заготовительное отделение включает производственные участки: правки и наметки металла, резки, станочной обработки, слесарно-механический и очистки металла. Сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся на узловую и общую сборку-сварку, с производственными участками сборки, сварки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения поверхностных покрытий и отделки продукции. Участки механической обработки, нанесения покрытий и отделки продукции не входят в состав проектируемого сборочно-сварочного цеха, если сваренные в нем конструкции подлежат передаче в механосборочный цех для монтажа механизмов, окончательной сборки, отделки и выпуска изделий завода.

Вспомогательные отделения: Цеховой склад металла с разгрузочно-сортировочной площадкой и участком подготовки металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольным и упакованным отделениями и погрузочной площадкой.

Мастерские: Изготовления шаблонов, ремонтная, электромеханическая и другое. Отделения: электромашинное, ацетилено-компрессорное. Цеховые трансформаторные подстанции.

Административно-конторские и бытовые помещения: Контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [18].

При проектировании как всего завода, так и его отдельных цехов необходимо стремиться к осуществлению прямопоточности всех производственных связей между отдельными цехами, к недопущению возвратных перемещений материалов и изделий

5.2 Расчет основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [21].

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

Необходимое количество оборудования пр определяется по формуле [22]:

$$n_p = \frac{T_r}{\Phi_d} \quad (5.1)$$

где, T_r -время необходимое для выполнения годовой программы продукции,ч.;

Φ_d -действительный фонд рабочего времени, ч. [21];

$$T_r = N \cdot T \quad (5.2)$$

где, N - годовая программа выпуска продукции, $N=700$ шт.

T – длительность одной операции, мин.

– для операций 010-025:

$$T_{\Gamma} = 700 \cdot \frac{19,5 + 1805,38 + 28,4 + 18,2}{60} = 21833 \text{ ч}$$

$\Phi_{\text{н}}$ - номинальный фонд рабочего времени в две смены равен 3952 часа [21], найдем действительный отрыв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_{\text{д}} = \Phi_{\text{н}} - 5\% \quad (5.3)$$

$$\Phi_{\text{д}} = 3952 - 5\% = 3754 \text{ ч}$$

$$n_{\text{р}} = \frac{21833}{3754} = 5,8$$

округляем $n_{\text{р}}$ и принимаем $n_{\text{р}} = 6$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования [21]:

$$K_{\text{з}} = \frac{n_{\text{р}}}{n_{\text{п}}} = \frac{6}{4} = 1,5\% \quad (5.4)$$

– для операций 010-025: (из таблицы 3.9)

$$T_{\Gamma} = 700 \cdot \frac{453,21+25,32+7,53+25,32}{60} = 2415 \text{ ч,}$$

где, 010 Сборка – сварка - 453,21

015 Неразрушающий контроль (ВИК) - 25,32

020 Неразрушающий контроль (УЗК) - 7,53

025 Технический контроль готового изделия - 25,32

$$n_p = \frac{2415}{3754} = 0,64$$

Округляем и принимаем $n_p = 1$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования [21]:

$$K_z = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0,64}{1} = 0,64\%. \quad (5.5)$$

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

Определим общее время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч [21].

$$\sum T_r = 21833 \text{ ч.}$$

Φ_n – номинальный фонд рабочего времени равен 1976 часа [21], найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени [21]:

$$\Phi_d = \Phi_n - 12\% \quad (5.6)$$

$$\Phi_d = 1976 - 12\% = 1735 \text{ ч}$$

Определим количество рабочих явочных [21]:

$$P_{яв} = \frac{T_r}{\Phi_n} \quad (5.7)$$

$$P_{яв} = \frac{21833}{1976} = 11,04$$

Примем число сварщиков равным $P_{яв} = 11$. В первую смену работает 6 человека, во вторую смену работает 5 человека.

Определим количество рабочих списочных [21]:

$$P_{сп} = \frac{T_R}{\Phi_d} \quad (5.8)$$

$$P_{сп} = \frac{21833}{1735} = 12,6$$

Примем число сварщиков равным $P_{сп} = 13$

Вспомогательных рабочих (30% от количества основных рабочих) – 4 [27]; ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 2 [21]; Счетно-конторская служба (3% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1 [21];

МОП (2% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1 [21]; Контроль качества продукции (1% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1 [21].

5.3 Пространственное расположение производственного процесса

5.3.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Сборочно-сварочный цех сегмента фланца тьюбинга состоит из: места складирования деталей, приспособления сборочно-сварочного ФЮРА.000002.167.00.000, крана-балки 5 т, полуавтомата Evospark EVOMIG 350, рельса, склада готовых изделий, крана-мостового 10 т.

5.3.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

Компонование цеха – всех его производственных служб 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 [21].

Для проектируемого участка сборки и сварки сегмента фланца тьюбинга 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.

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Финансирование проекта и маркетинг

Маркетинг – это организационная функция и совокупность процессов создания, продвижения и предоставления ценностей покупателям и управления взаимоотношениями с ними с выгодой для организации. В широком смысле задачи маркетинга состоят в определении и удовлетворении человеческих и общественных потребностей.

Финансирование проекта осуществляется на 50% за счет заказчика, а 50% берет предприятие в банке. Погашение кредита будет осуществляться в соответствии с графиком утвержденным банком выдавшем кредит с учетом процентной ставки банка. Окончательный расчет с банком осуществляется после сдачи оговоренной партии изделия заказчику, и окончательного расчета заказчика с предприятием.

6.2 Экономический анализ технологического процесса

Будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса изготовления сегмента фланца тьюбинга ФЮРА.000001.167.00.000 СБ.

Изделие сегмента фланца тьюбинга ФЮРА.000001.167.00.000 СБ входит в состав тьюбингового кольца предназначенного для крепления шахтного ствола в особо сложных гидрогеологических условиях. В разработанном технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000003.167.00.000 СБ.

Применим современное сварочное оборудование: сварочный полуавтомат Evospark EVOMIG 350.

Проведем технико-экономический анализ разработанного технологического процесса. Нормы штучного времени разработанного технологического процесса изготовления основания приведены в таблице 3.8.

Определение приведенных затрат производят по формуле [29]:

$$Z_{\Pi} = C + E_{\Pi} \cdot K, \quad (6.1)$$

где, C – себестоимость единицы продукции, руб/изд·год;

E_{Π} – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, (руб/год)/руб [22];

K – капитальные вложения в производственные фонды, руб/изд.год

6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

При расчете приведенных затрат капитальные вложения определяют, как сумму следующих расходов [22]:

$$K = K_0 + K_{\Pi} + K_{\text{п.о.}} + K_{\text{зд}}, \quad (6.2)$$

где, K_0 – стоимость сварочного оборудования;

K_{Π} – стоимость приспособлений;

$K_{\text{п.о.}}$ – стоимость подъемно-транспортного оборудования;

$K_{\text{зд}}$ – стоимость части здания, приходящегося на оборудование и приспособления.

6.2.2 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [22]:

$$K_{co} = \sum_{i=1}^n C_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi}, \quad (6.3)$$

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 загрузки оборудования i -го типоразмера.

Цены на оборудование берутся за 01.01.2023 (смотри таблицу 6.1)

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [13]

Наименование оборудования	Количество	Ц _о , руб.
Evospark EVOMIG 350	1 шт	250300

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	Количество	K_{co} , руб/год.
Evospark EVOMIG 350	3 шт	750900

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [22]:

$$K_{пр} = \sum_{j=1}^n K_{прj} \cdot П_j \cdot \mu_{пj}, \quad (6.4)$$

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

$П_j$ – количество приспособлений j -го типоразмера, ед.;

μ_{pj} – коэффициент загрузки j-го приспособления.

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления [23]

Наименование оборудования	Цпр, руб	Сп, шт	Кпр, руб/ед.год
Колонна	136800	2	273600
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000002.167.00.000 СБ	56080	1	56080
Сварочный стол	268750	2	537500
Итого:			867180

6.2.3 Капитальные вложение в подъемно-транспортное оборудование

Капитальные вложения в кран-балку грузоподъемностью $Q = 5$ т. определяют по формуле [22]:

$$K_{п.о.} = C_{п.о.} \cdot n_{п.о.}, \quad (6.5)$$

где, $C_{п.о.}$ – оптовая цена единицы подъемно-транспортного оборудования, $C_{п.о.} = 172150$ руб [32];

$n_{п.о.}$ – количество подъемно-транспортного оборудования, $n_{п.о.} = 2$ ед.

$$K_{п.о.} = 172150 \cdot 2 = 344300 \text{ руб.}$$

6.2.4 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [29]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{0j} \cdot K_f \cdot h \cdot C_{зд}, \text{руб}, \quad (6.7)$$

где, S_{0j} – площадь, занимаемая единицей оборудования, м^2 /ед.

Для предлагаемого технологического процесса: $S = 216 \text{ м}^2$,
(см.ФЮРА.000003.167.00.000 ЛП)

K_f – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, $K_f = 1$ [22];

h – высота производственного здания, $h = 12 \text{ м}$ [22];

$C_{зд}$ – стоимость 1 м^2 здания на 01.01.2021 составляет, $C_{зд} = 94 \text{ руб/м}^2$ [19]

$$K_{зд} = 216 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 94 = 243648 \text{ руб.}$$

6.2.5 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат [22]: - затраты на металл; - затраты на сварочные материалы; - затраты на электроэнергию; - затраты на оплату труда; - расходы на эксплуатацию и содержание оборудования и производственного помещения. Определим себестоимость продукции по формуле [22]:

$$C = N_{\Gamma} \cdot (C_{\text{м}} + C_{\text{с.м.}} + C_{\text{зп.ед.}} + C_{\text{эс}} + C_{\text{з}} + C_{\text{и}} + C_{\text{р}} + C_{\text{п}}) + C_{\text{зп.вс.р}} \cdot 12 + C_{\text{зп.АУП}}, \quad (6.8)$$

где, $C_{\text{м}}$ – затраты на основной материал, руб;

$C_{\text{с.м.}}$ – затраты на сварочные материалы, руб;

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

$C_{\text{зп.вс.р}}$ – затраты на заработную плату вспомогательных рабочих, руб;

$C_{\text{зп.АУП}}$ – затраты на заработную плату административно-управленческого персонала, руб;

$C_{\text{з}}$ – затраты на силовую электроэнергию, руб;

$C_{эс}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования;

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

6.2.6 Определение затрат на основной материал

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [22]:

$$C_M = m_M \cdot k_{т.з} \cdot C_M - H_o \cdot C_o \text{ руб/изд.}, \quad (6.9)$$

где, m_M – норма расхода материала на одно изделие, $m_M = 925,17$ кг;

C_M – средняя оптовая цена стали Hardex 450, $C_M = 145,45$ руб/кг;

$k_{т.з}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з} = 0,3$ [22].

H_o – норма возвратных отходов,

$$H_o = m_M \cdot 0,3 = 925,17 \cdot 0,3 = 277,551 \frac{\text{кг}}{\text{шт}} \quad (6.10)$$

C_o – цена возвратных отходов, $C_o = 20$ руб/кг [22]. Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3

$$C_M = 925,17 \cdot 0,3 \cdot 145,45 - 277,551 \cdot 20 = 34818,773 \text{ руб./изд.}$$

6.2.7 Определение затрат на сварочные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [22]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot \varphi_p \cdot k_{nd} \cdot C_{п.с.}, \text{ руб/изд.}, \quad (6.11)$$

где, G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки, кг:

$G_d = 79,388$ кг – для проволоки Св-08Г2СО-О для разработанного технологического процесса (масса взята из технологического процесса);

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода), $k_{nd} = 1,03$ [22];

φ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки, $\varphi_p = 1,01 \dots 1,15$, принимаем $\varphi_p = 1,05$ [22];

$\Pi_{п.с.} = 128,559$ – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2СО-О, руб/кг на 01.01.2023 [21].

$$C_{п.с.} = (79,388 \cdot 128,559) \cdot 1,03 \cdot 1,05 = 11037,83 \text{ руб.}$$

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [22]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot \Pi_{г.з.} \cdot T_0, \text{ руб./изд.}, \quad (6.12)$$

где, $g_{з.г.}$ – расход смеси, $g_{з.г.} = 1,02 \text{ м}^3 / \text{ч}$.

$\Pi_{г.з.}$ – стоимость смеси, м3, $\Pi_{г.з.} = 72,42 \text{ руб./ м}^3$ [21];

T_0 – основное время сварки в смеси газов, ч., $T_0 = 217,76$

$$C_{з.г.} = 1,02 \cdot 72,42 \cdot 217,76 = 16085,58 \text{ руб./изд.}$$

6.2.8 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [22]:

$$C_z = t_k \cdot \text{ЧТС} \cdot K_{\text{доп}} \cdot K_{\text{д.з.}} \cdot K_c, \quad (6.13)$$

где, t_k – время сварочных работ, $t_k = 32,39$ ч/м шва;

ЧТС – часовая тарифная ставка на 01.01.2023, руб/ч., ЧТС – 84,85 руб. [22];

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, равен 1,4 [22];

$K_{\text{д.з.}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_{\text{д.з.}}=1,2$ [22];

$K_{\text{с}}$ – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая –1,3 [22].

$$C_3 = 32,39 \cdot 84,85 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 8403,17 \text{ руб./ изд.}$$

6.2.9 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [34]:

$$C_{\text{з.п.всп.р.}} = \sum_{j=1}^k TC_j \cdot Ч_{\text{вр}j} \cdot \frac{F_{\text{д}}}{12} \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{рай}} \cdot K_{\text{с}}, \quad (6.14)$$

где, TC_j – тарифная ставка вспомогательного рабочего соответствующего разряда на 01.01.2023, руб. [22]:

- для слесарей ТС – 61,58 руб. [22];
- для контролеров ОТК ТС – 156 руб. [22];
- для МОП ТС – 56,76 руб. [22];

k – количество профессий вспомогательных рабочих;

$Ч_{\text{вр}j}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

$F_{\text{д}}$ – действительный фонд рабочего времени, $F_{\text{д}}= 1976$ ч [22];

$K_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_{\text{д}}=1,2$ [22];

$K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий процент премии и доплаты, $K_{пр} = 1,4$ [22];

$K_{рай}$ – районный коэффициент, $K_{рай} = 1,3$ [22];

K_c – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая, $K_c = 1,3$ [22].

Затраты на заработную плату слесарей [22]:

$$C_{з.п.слесар} = 61,58 \cdot 4 \cdot \frac{1972}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 57451,74 \text{ руб./изд.}$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК [22]:

$$C_{з.п.отк.} = 61,58 \cdot 2 \cdot \frac{1972}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 57451,7$$

Затраты на заработную плату МОП [22]:

$$C_{з.п.моп.} = 61,58 \cdot 2 \cdot \frac{1972}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 57451,7$$

$$C_{з.п.вс.р.} = C_{з.п.слесар} + C_{з.п.отк.} + C_{з.п.моп.} \quad (6.15)$$

$$C_{з.п.вс.р.} = 57451,74 + 57451,71 + 57451,71 = 163355,16 \text{ руб.}$$

6.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала

Затраты на заработную плату административно-управленческого рассчитываем по формуле [19]:

$$C_{з.п.ауп.} = C_{зуп} \cdot Ч_{ауп} \cdot 12 \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot K_c, \quad (6.16)$$

где, $C_{зуп}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, $C_{зуп} = 28865$ руб. [19];

$Ч_{ауп}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, $Ч_{ауп} = 2$ чел.

$$C_{з.п.вс.р.} = 28865 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 1966884,192 \text{ руб./ год.}$$

6.2.11 Определение затрат на силовую электроэнергию

Затраты на технологическую электроэнергию найдем по формуле [18]:

$$C_{э.с.} = W_{тэ} \cdot Ц_э, \quad (6.17)$$

где, $Ц_э$ – средняя стоимость электроэнергии, $Ц_э = 7,07$ руб [17]. Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [18]:

$$W_{тэ} = \sum \frac{U_c \cdot I_c \cdot t_c}{\eta_{иу}} + P_x \cdot \left(\frac{T_o}{K_u} - T_o \right), \quad (6.18)$$

$$W_{тэ} = \sum \frac{22 \cdot 200 \cdot 1164,3}{0,91} + 0,4 \cdot \left(\frac{217,76}{K_u} - 217,76 \right)$$

где, U_c, I_c – параметры режима сварки, $I_c = 180-200$ А, $U_c = 22-24$ В;

t_c – основное время сварки шва, $t_c = 1164,3$ мин;

$\eta_{иу}$ – КПД источника сварочного тока: $\eta_{иу} = 0,91$ [19];

P_x – мощность холостого хода источника: $P_x = 0,4$ Вт [13];

$\frac{T_o}{K_u}$ – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и типа

производства, $K_u = 0,7$ [13].

$$C_{э.с.} = 124,434 \cdot 7,07 = 879,74 \text{ руб.}$$

6.2.12 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования и помещений включают амортизационные отчисления и затраты на текущий ремонт и обслуживание. Амортизационные отчисления затраты, связанные с обеспечением работ оборудования. Годовые амортизационные отчисления зависят от стоимости электросварочного оборудования, стоимости механического и вспомогательного оборудования, стоимости приспособлений и подъемно-транспортного оборудования, и определяются по формуле [28]:

$$C_{об} = \frac{K_0 \cdot n_0}{T_0 \cdot N_{Г}} + \frac{K_{п} \cdot n_0}{T_{п} \cdot N_{Г}} + \frac{K_{п.о.} \cdot n_{п.о.}}{T_{п.о.} \cdot N_{Г}}, \quad (6.19)$$

где, K_0 – стоимость основного сварочного оборудования, $K_0=250300$;

T_0 – срок службы основного сварочного оборудования, $T_0 = 5$ лет [34];

$T_{п}$ – срок службы приспособлений, $T_{п} = 5$ лет [34];

$K_{п.о.}$ – стоимость подъемно-транспортного оборудования, $K_{п.о.}=172150$ руб;

$T_{п.о.}$ – срок службы подъемно-транспортного оборудования, $T_{п.о.} = 20$ лет [26]

$$C_{об} = \frac{250300 \cdot 3}{5 \cdot 700} + \frac{192880 \cdot 1}{5 \cdot 700} + \frac{172150 \cdot 1}{20 \cdot 700} = 281,936 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт и обслуживание принимаются в размере 3% от стоимости оборудования. Затраты на текущий ремонт дорогостоящего инструмента принимаются в размере 10-20% его балансовой стоимости оборудования.

Стоимость ремонта и обслуживания рассчитаем по формуле [28]:

$$C_{\text{р.и.о.}} = \frac{(K_o \cdot n_o + n_{\text{п.}} \cdot K_{\text{п.}} + K_{\text{п.о.}} \cdot n_{\text{п.о.}}) \cdot k_{\text{р.и.о.}}}{N_{\Gamma}}, \quad (6.20)$$

где, $k_{\text{р.и.о.}}$ – коэффициент ремонта и обслуживания принимается в размере 3% от стоимости оборудования, $k_{\text{р.и.о.}}=0,329$ [26].

$$C_{\text{р.и.о.}} = \frac{(750900+192880+172150) \cdot 0,329}{700} = 524,48 \text{ руб.}$$

6.2.13 Определение затрат на содержание помещения

В расходы на содержание и ремонт помещения входят амортизация, ремонт, отопление, освещение, уборка. Эти расходы составляют 8% балансовой стоимости помещения. Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [28]:

$$C_{\text{п.}} = \frac{S \cdot k_{\text{сп.}} \cdot Ц_{\text{ср.зд.}}}{N_{\Gamma}}, \text{ руб./изд} \quad (6.21)$$

где, S – площадь сварочного участка, $S = 216 \text{ м}^2$ (см.ФЮРА.000002.167.00.000 ЛП);

$k_{\text{сп.}}$ – коэффициент на содержание и ремонт помещения, $k_{\text{сп.}} = 1$ [34].

$Ц_{\text{ср.зд.}}$ – среднегодовые расходы на содержание 1 м² рабочей площади, руб./год.м, $Ц_{\text{ср.зд.}} = 250 \text{ руб./год м}$ [27].

$$C_{\text{п.}} = \frac{216 \cdot 1 \cdot 250}{700} = 77,14 \text{ руб./изд.}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	Затраты на основной металл	34818,773
2	Затраты на сварочную проволоку	11037,83
3	Затраты на защитный газ	16085,58
4	Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование	8403,17
5	Заработная плата вспомогательных рабочих	163355,16
6	Заработная плата административноуправленческого персонал	1966884,192
7	Затраты на электроэнергию	879,74
8	Амортизационные отчисления	281,936
9	Затраты на текущий ремонт и обслуживание	524,48
10	Затраты на содержание помещения	77,14
ИТОГО технологическая себестоимость:		2202347,995

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции по формуле:

$$C = 700 \cdot (34818,773 + 11037,83 + 16085,58 + 8403,17 + 879,74 + 281,936 + 524,48 + 77,14) + 163355,16 \cdot 12 + 1966884,192 = 54403200,4 \text{ руб.} \quad (6.22)$$

Определим капитальные вложения по формуле:

$$K = 750900 + 867180 + 344300 + 243648 = 2206028 \text{ руб.} \quad (6.23)$$

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$Z_{\text{п}} = 54403200,4 + 0,15 \cdot 2206028 = 54734104,6 \text{ руб.} \quad (6.25)$$

6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.5

Таблица 6.5 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	700
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	21,76
3	Количество оборудования, шт.	3
4	Количество производственных рабочих, чел	13
5	Количество вспомогательных рабочих	4
6	Количество административно-управленческого персонала, чел	2
7	Норма расхода материала, кг	925,17
8	Количество приведенных затрат, (руб./изд.)·год	54734104,6
9	Себестоимость одного изделия, руб	2202347,995

Вывод: В ходе выполненной работы финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения были рассчитаны цены на сварочное оборудование, сборочно-сварочное приспособления, основные и вспомогательные материалы; рассчитаны капитальные вложения в сварочное оборудование, приспособления и помещение, а так же затраты на основной металл, сварочную проволоку, защитный газ, сжатый воздух, зарплату рабочим, расходы на электроэнергию, амортизацию и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы получили следующие цифры:

- капитальные вложения 2206028 руб
- себестоимость продукции 2202347,995руб

7 Социальная ответственность

На сварочном участке выполняется сборка и сварка, а так же производится контроль сегмента фланца тьюбинга ФЮРА.000001.167.00.000.СБ. При изготовлении сегмента фланца тьюбинга осуществляются следующие операции: сборка и сварка механизированная в среде смеси углекислого газа и аргона, слесарные операции. неразрушающий контроль качества.

При изготовлении сегмента фланца тьюбинга на участке эксплуатируется данное оборудование:

- сварочный полуавтомат Evospark EVOMIG 350 3 шт.
- приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000002.167.00.000 СБ 1 шт.
- Кантователь 1 шт.
- Стол сварочный 2 шт.

Перемещение готового изделия выполняют краном мостовым грузоподъемностью 10 т.

Изготавливаемое изделие – сегмент фланца тьюбинга. Это один из элементов тьюбинговой крепи которая предназначена для крепления вертикальных стволов, горизонтальных и наклонных выработок круглого сечения, расположенных в слабых, неустойчивых породах и обводненных песках.

Масса сегмента фланца тьюбинга 925,17 кг.

В качестве материала данного изделия используют сталь марки: сталь Hardox 450. Сварка производится в смеси газов Ar (82 %) + CO₂ (18 %) сварочной проволокой Св-08Г2С-О диаметром 1,2.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется,прожекторами, расположенными на несущий стене здания, а также двенадцатью светильниками,

расположенными непосредственно над рабочими местами . Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.

Завоз деталей на сварочный участок 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. Все работы выполняются на участке с площадью $S = 216 \text{ м}^2$.

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

На участке сборки и сварки сегмента фланца тьюбинга применяем общеобменную приточновытяжную вентиляцию.

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

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

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

7.1.1 Законодательные и нормативные документы

В данной работе использованы:

- ГОСТ 2310 – 77 «Молотки слесарные. Технические условия»;
- ГОСТ Р 54578 – 2011 «Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного воздействия»;
- «Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях» (утвержден Главным государственным санитарным врачом СССР 23 февраля 1988 г. №4557 – 88);
- СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 «Шум на рабочих местах, в жилых помещениях, общественных зданиях и на территории жилой застройки»;
- ГОСТ 12.2.003 – 91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;
- ГОСТ 12.1.012 – 2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»;
- СН 2.2.4/2.1.8.556 – 96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»;
- ФЗ «Об основах охраны труда в РФ» от 17.07.1999 г. (номер 181 - ФЗ);
- СНиП 2.09.03 – 85 «Сооружения промышленных предприятий»;
- СП 1009 – 73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов»;
- ТУ 8572 – 017 – 00302190 – 93 «Костюмы мужские для сварщиков, защищающие от искр, брызг расплавленного металла»;
- ГОСТ 12.4.010 – 75 СИЗ «Рукавицы специальные»;
- ГОСТ 12.4.002 – 97 ССБТ «Средства индивидуальной защиты рук от вибрации»;
- СНиП 23 – 05 – 95 «Естественное и искусственное освещение»;
- СНиП 2.04.02 – 84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»;

- ФЗ №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера» от 21.12.94 г.;
 - ГОСТ 12.4.009 – 83 «Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды, размещение и обслуживание»;
 - СНиП 21 – 01 – 97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;
- 82
- СНиП 31 – 03 – 2001 «Производственные здания»;
 - ГОСТ 30873.4 «Определение параметров вибрационной характеристики ручных машин и с ручным управлением»

7.2 Производственная безопасность

7.2.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При проведении сварки на работников сварочного участка воздействует 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.

Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны. При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 180 мг/м³ пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 % (ПДК 0,1-0,2 мг/м³), а также СО₂ до 0,5 ÷ 0,6%; СО до 160 мг/м³ ; окислов азота до 8,0 мг/м³ ; озона до 0,36 мг/м³ (ПДК 0,1 мг/м³); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала (ПДК 1 мг/м³) [32].

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

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

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на пыль раздражающего действия и токсическую. Попадая в организм человека, частицы такой пыли взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, и в результате протекания химических реакций образуют ядовитые вещества.

Отдельные виды пыли могут растворяться в воде и биологических жидких средах: крови, лимфе, желудочном соке, что может иметь как положительные, так и отрицательные последствия.

Медико-биологические исследования показали непосредственную связь между количеством, концентрацией, химическим составом пыли в рабочей зоне и возникающими профессиональными заболеваниями работников транспорта. Продолжительное действие пыли на органы дыхания может привести к профессиональному заболеванию – пневмокониозу. Пневмокониоз характеризуется разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях.

Наряду с пневмокониозом, наиболее частым заболеванием, вызываемым действием пыли, является бронхит. В бронхах скапливается мокрота, и болезнь хронически прогрессирует.

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (известки, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [32].

На участке сборки и сварки изготовления сегмента фланца тьюбинга применим общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет 0,3÷3 метров в секунду.

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [33]:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_{\text{и}} + t_{\text{в}}}, \quad (7.1)$$

где, $t_{\text{и}}$ и $t_{\text{в}}$ – температура поверхности источника и воздуха, 0С.

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{350 + 15} = 28,6 \text{ Вт.}$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле [33]:

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{F} = 1,5 \cdot \sqrt{1,62 \cdot 1,68} = 2,47 \text{ м.} \quad (7.2)$$

Расход воздуха ($\text{м}^3/\text{ч}$), подтекающего к зонту с конвективным потоком, определяем по формуле [33]:

$$L_k = 0,68 \cdot \sqrt{Q \cdot F^2 \cdot H}, \quad (7.3)$$

где, Q – количество конвективного тепла, выделенного с поверхности источника, Вт,

F – площадь горизонтальной проекции источника тепловыделений, м^2

$$L_k = 0,68 \cdot \sqrt{10,4 \cdot 2,72^2 \cdot 2,47} = 9,39 \frac{\text{м}^2}{\text{ч}}$$

Найдем размеры вытяжного зонта [33]:

$$A = a + 0,8 \cdot H = 1,62 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,6 \text{ м}, \quad (7.4)$$

$$B = b + 0,8 \cdot H = 1,68 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,66 \text{ м}, \quad (7.5)$$

Определим количество воздуха, которое должен удалять вытяжной зонт [33]:

$$L_B = \frac{L_k \cdot F_z}{F} = \frac{9,39 \cdot 3,6 \cdot 3,66}{1,2,47} = 45,4 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}. \quad (7.6)$$

Определим количество воздуха для всех зонтов.

$$L_0 = 45,4 \cdot 3 = 136,2 \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (7.7)$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L = 136,2 \text{ м}^3/\text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВЦ4-75-10К1Ж с двигателем АИР132М6 7,5/685 [30].

2. Производственный шум. Источниками шума при производстве сварных конструкций являются: – Evospark EVOMIG 350 ; – вентиляция; – сварочная дуга; – слесарный инструмент: молоток ($m = 2 \text{ кг}$) ГОСТ 2310 - 77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364, 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. Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА [34]

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

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 [34].

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие основания с резиновыми амортизаторами для агрегатов с эластичной муфтой к вентиляторам, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения с обшивкой двумя слоями гипсоволокнистых листов с каждой стороны.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противозумовые наушники по ГОСТ Р 12.4.210-99.

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) [34].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Предлагается использовать сборочно-сварочное приспособление.

7.2.2 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. 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 [35].

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 12 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 3 ряда по 4 светильника.

7.2.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой 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 [35].

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. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

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

Спецодежда по ГОСТ 12.4.250-2013 – 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, исключаяющие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень

средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке [35]

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
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. Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навывпуск. Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы [35].

3. Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 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 [35].

4. Электробезопасность.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – 95 вертикально забитые стальные трубы (4 шт.) длиной 2,5 метра и диаметром 40 мм. 88 Соппротивление заземляющего устройства должно быть

не более 4 Ом. На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители. Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4x12 мм [35].

7.2.4 Разработка методов защиты от вредных и 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 м² .;
- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация сегмента фланца тубинга в приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов [35].

7.3 Экологическая безопасность

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 используют масляные фильтры типа EF-3000-4-4.6с.

Фильтр EF рассчитан на продолжительную работу при следующих климатических условиях:

- температура окружающего воздуха -30°C до 45°C;
- относительная влажность 80% при 15°C.

Эффективность фильтров данного типа составляет 95 - 98 %.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 % вредных веществ. Очистка промышленных стоков должна соответствовать требованиям СНиП 2. 04. 02 – 84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения». Металлические отходы являются главным видом отходов на данном участке.

На проектируемом участке сборки и сварки сегмента фланца тьюбинга предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора.

Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [35].

7.4 Безопасность чрезвычайных ситуациях

На проектируемом участке могут возникнуть чрезвычайные ситуации следующих видов:

- а) транспортные аварии;
- б) пожары, взрывы;
- в) внезапное обрушение зданий и сооружений;
- г) аварии на коммунальных системах снабжения.

С целью защиты работников и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий предприятие создаёт и содержит в постоянной готовности необходимые защитные сооружения и организации гражданской обороны в соответствии с федеральными законами РФ от 21.12.94 №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера», от 12.02.98 №28 «О гражданской обороне» и постановлением правительства РФ №620 от 10.06.99 «О гражданских организациях гражданской обороны».

Одной из чрезвычайных ситуаций является пожар. Пожарная безопасность - это такое состояние объекта, при котором исключается возможность возникновения пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Участок должен быть оборудован средствами пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83:

- а) огнетушитель порошковый ОП-2 для тушения лакокрасочных материалов и оборудования под напряжением;
- б) песок (чистый и сухой) для тушения электроустановок под напряжением;
- в) кран внутреннего пожарного водопровода;
- г) огнетушитель углекислотный ОУ-8.

Для предотвращения обрушения зданий и сооружений создана специальная комиссия, которая с периодичностью раз в полгода проводит осмотр здания и выносит предписания по необходимым мерам, а также следит за их выполнением [35].

7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

На участке сборки и сварки сегмента фланца тубинга применяем общеобменную приточновытяжную вентиляцию.

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

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

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Заключение

В выпускной квалификационной работе был разработан участок сборки и сварки так же технология на изготовления - сегмента фланца тубинга ФЮРА.000001.167.00.000 СБ.

Разработано сборочно-сварочное приспособления
ФЮРА.000002.167.00.000 СБ

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы был обоснован выбор сварочного оборудования, а так же способ сварки, и технологические режимы сварки, нормы времени технологического процесса, сварочные материалы.

Был произведен расчет количества единиц оборудования на каждой операции, исходя из полученных данных были определены коэффициенты загрузки основного и вспомогательного оборудования. Разработан технологический процесс на изготовления сегмента фланца тубинга ФЮРА.000001.167.00.000 СБ.

В процессе выполнения работы по разделу ФМРиР был выполнен расчет капитальных вложений в основное и вспомогательное оборудования и сборочно-сварочное приспособления, был выполнен расчет затрат на основные и вспомогательные материалы, на силовую электроэнергию, была рассчитана заработная плата работников предприятия с их социальными доходами.

При данной годовой программе выпуска (700 шт.) изделия сегмента фланца тубинга и разработанном производственным процессе, себестоимость изделия составляет

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда, при выполнении раздела социальная ответственность была рассчитана и спроектирована общеобменная вентиляция.

Библиография

1. Шолохов М.А., Бузорина Д.С. – Расчет параметров режима наплавки пристеночного валика при многопроходной сварке в защитных газах. // Автоматическая сварка – №7 – 2013 – С. 63-64
2. Требования НД, предъявляемые к конструкции ГОСТ Р 57054-2016 - [Электронный ресурс] <https://docs.cntd.ru/document/1200139211>
3. Требования к подготовке кромок ГОСТ 14771 - [Электронный ресурс] - <https://docs.cntd.ru/document/1200004932>
4. Требования к сварке при прихватке СП 16.13330.2017 - [Электронный ресурс] <https://docs.cntd.ru/document/456069588>
5. Требования к сварке при прихватке СП70.13330.2012 - [Электронный ресурс] <https://minstroyrf.gov.ru/docs/1888/>
6. Требования к оформлению документации ГОСТ 2.105-95 - [Электронный ресурс] <https://docs.cntd.ru/document/1200001260>
7. Основные материалы Сварка стали Hardox - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://metkom-online.ru/upload/iblock/2d0/103-RU-Welding-of-Hardox-2014.pdf>
8. ГОСТ Р ИСО 14175-2010. Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200084975>
9. ГОСТ 2246-70. Проволока стальная сварочная – [Электронный ресурс]
10. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200005429>
11. ESAB [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.esab.ru/ru/ru/product/filler-metals/mig-mag-wires-gmaw/mild-steelwires/sv-08g2s.cfm>
12. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ ПЛАВЯЩИМСЯ

ЭЛЕКТРОДОМ: методические указания к курсовому и дипломному проектированию/ Сост.: Р.Ф. Катаев. Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2009. 37 с.

13. Сварочный полуавтомат Evospark EVOMIG 350 [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://temir.ru/upload/iblock/ef7/v09o4qras7h5jpv6krye7cub97p3hw3x.pdf>
14. Кран мостовой и кран-балка [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://pmkpk.ru/catalog/podemnye-mekhanizmy/kran-mostovoj-dvuhbalochnyj>
15. ГОСТ Р ИСО 17637-2014 «Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением»
16. Ультразвуковой дефектоскоп АКС А1212 Master [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://ntcexpert.ru/>
17. Ахумов А.В. Справочник нормировщика – Л: Машиностроение, 1987.– 458 с.
18. Петкау Э. П. Организация производства и менеджмент в машиностроении: учебное пособие / Э.П. Петкау. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 205 с.
19. Нормирование сварочных материалов для дуговой сварки - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docplayer.ru/58929928-Normirovaniesvarochnyh-materialov-dlya-dugovoy-svarki.html>
20. Хайдарова А.А. Практикум по конструированию сварочных приспособлений. Учебное пособие. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 63 с.
21. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40 с.
22. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: Методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов 151001 «Машиностроение», ЮТИ ТПУ, 2020. – с. 24

23. Стоимость зданий - [Электронный ресурс] – режим доступа: http://vashproect.ru/index/stoimost_stroitelstva/0-115
24. Стоимость металлопроката - [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://metalgo.biz>
25. Тарифная ставка - [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://www.pro-personal.ru/article/1099257-20-m8-tarifnaya-stavka>
26. Сборочно-сварочные приспособления - [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://kantovatel.kran-dt.ru>
27. Номинальный фонд рабочего времени - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.pro-personal.ru/article/1099294-20-m9-norma-rabochegovremeni-na-2021-god>
28. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)».
29. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.
30. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html>
31. Куликов О.Н. Охрана труда при производстве сварочных работ: Академия, 2006 – 176 с.
32. Брауде М.З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. – 141 с.
33. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2002. – 96 с.
34. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

35. П.П. Кукин, В.Л. Лапин. Е.А. Подгорных и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов / М.: Высшая школа, 2004. – 298 с.

Приложение В

ГОСТ 3.1105-2011 Форма 2

ООО "Центр СПРУТ-Т", Москва, (495) 181-00-13, www.csprut.ru

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

				1
--	--	--	--	---

	ФЮРА.000001.167.00.000 СБ		
Сегмент фланца тьюбинга			

ЮТИ ТПУ

СОГЛАСОВАНО

/

УТВЕРЖДАЮ
доцент, к.т.н.

/ Д.П. Ильященко

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

на технологический процесс
сборки-сварки сегмента фланца тьюбина

ОТК

/

Исполнитель студент гр.З-10А81

/ С.Д. Неустроев

Внедрен в производство

Акт № _____

ТЛ				
----	--	--	--	--

