

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

Институт Юргинский технологический институт

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

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ РАМЫ НИЖНЕЙ В СБОРЕ КС-5371.3201

УДК 1: 621.757:621.791:62-21

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А72	Десятов В.В.		

Руководитель

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

Нормоконтроль

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Телипенко Е.В.	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга – 2021 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные 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 безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
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.
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	Способность обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-12	Способность 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	Способность 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. 10А72

Десятов В.В.

Руководитель ВКР

Ильященко Д.П.

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

Институт Юргинский технологический институт

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

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП «Машиностроение»

Д. П. Ильяшенко

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной проект

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

Студенту:

Группа	ФИО
10А72	Десятов Виталий Витальевич

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рамы нижней в сборе КС-5371.3201.

Утверждена приказом проректора-директора
(директора) (дата, номер)

№32–106/с от 01.02.2021г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Материалы преддипломной практики</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none">1. Обзор и анализ литературы.2. Объект и методы исследования.3. Разработка технологического процесса.4. Конструкторский раздел.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.КС-5371.3201.000.000 СБ Рама Нижняя в сборе 2 листа (А1). 2. ФЮРА.000001.066.00 СБ Приспособление сборочно-сварочное 2 лист (А1). 3. ФЮРА.000002.066 ЛП План участка 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000003.066 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000004.066 Экономическая часть 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000005.066 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1) 7. ФЮРА.000006.066 Схема сборки-сварки часть 1 лист (А1).</p>
--	--

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

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А72	Десятов В.В.		

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

Институт Юргинский технологический институт

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

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2020 – 2021 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.02.2021	Обзор и анализ литературы	10
25.02.2021	Объекты и методы исследования	15
12.03.2021	Разработка технологического процесса	15
15.04.2021	Конструкторский раздел	15
26.04.2021	Проектирование участка сборки-сварки	15
11.05.2021	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
25.05.2021	Социальная ответственность	15

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	к.т.н.		

Юрга – 2021 г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А72	Десятов Виталий Витальевич

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение» профиль «Оборудование и технология сварочного производства»
Уровень образования	Бакалавриат		

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

Оценка стоимости производства по предлагаемому технологическому процессу рамы поворотной КС-5371.3201.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. *1. Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления*
2. *2. Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями*
3. *3. Определение затрат на основные материалы*
4. *4. Определение затрат на вспомогательные материалы*
5. *5. Определение затрат на заработную плату*
6. *7. Определение затрат на амортизацию и ремонт оборудования*

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.04.2021
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Телипенко Е.В.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А72	Десятов В.В.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10A72	Десятов Виталий Витальевич

Институт	Юргинский технологический институт	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение» профиль «Оборудование и технология сварочного производства»
Уровень образования	Бакалавриат		

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки рамы основной на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i> – <i>действие фактора на организм человека;</i> – <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i> – <i>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i> 	<p>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</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>

3. Охрана окружающей среды: 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.	Вредные выбросы в атмосферу.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: 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	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Лист-плакат Система вентиляции участка

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А72	Десятов В.В.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 139 с., 2 рис., 19 табл., 30 источников.

Ключевые слова: рама нижняя, сталь, оборудование, приспособление, сварка, свариваемость, технологичность.

Объектом исследования является технология изготовления сварной конструкции рамы нижней в сборе КС-5371.3201.000.000.

Цель работы – разработка технологии и проектирование участка сборки сварки рамы нижней в сборе КС-5371.3201.000.000.

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.

В результате выполнения ВКР был разработан технологический процесс сборки-сварки рамы нижней в сборе КС-5371.3201.000.000, спроектировано сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000001.066.00.00 СБ, план участка ФЮРА.000002.066 ЛП, система вентиляции участка ФЮРА.000003.066 ЛП и рассчитали основные технико-экономические показатели ФЮРА.000004.066 ЛП.

Report

The final qualification work consists of 139 pages, 2 figures, 19 tables, 30 sources.

Keywords: lower frame, steel, equipment, device, welding, weldability, manufacturability.

The object of the study is the manufacturing technology of the welded structure of the lower frame assembly KS-5371.3201.000.000. The

purpose of the work is to develop the technology and design of the assembly area of the welding of the lower frame assembly KS-5371.3201.000.000.

In the process of performing the WRC, the following activities were carried out: a literature review on the subject under study, the choice of the welding method, welding materials and welding equipment, the design of the assembly and welding device, the development of the technological process, the definition of research methods and techniques, the analysis of harmful and dangerous production factors at the site, the calculation of the cost of manufacturing the product.

As a result of the implementation of the WRC, the technological process of assembly-welding of the lower frame assembly KS-5371.3201.000.000 was developed, the assembly and welding device FY.000001.072.00.000 SB, the plan of the section FY.000002.072 LP, the ventilation system of the section FY.000003.072 LP were designed and the main technical and economic indicators of FY.000004.072 LP were calculated.

Содержание	
Введение.....	16
1 Обзор и анализ литературы.....	18
2 Объект и методы исследования.....	23
2.1 Описание сварной конструкции.....	24
2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции.....	24
2.2.1 Требования к подготовке кромок.....	26
2.2.2 Требования к сварке при прихватке.....	27
2.2.3 Требования к сварке при отрицательной температуре.....	28
2.2.4 Требования к сборке сварного соединения.....	30
2.2.5 Требования к сварке корневого валика. Требования к сварке последующих слоев. Требования к клеймению шва.....	31
2.2.6 Требования к оформлению документации.....	33
2.2.7 Требования к контролю.....	34
3 Разработка технологического процесса.....	37
3.1 Анализ исходных данных.....	37
3.1.1 Основные материалы.....	37
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки.....	43
3.1.3 Выбор сварочных материалов.....	43
3.2 Расчет технологических режимов.....	48
3.3 Выбор сварочного оборудования.....	52
3.4 Выбор оснастки.....	55
3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной степени разбиения конструкции на сборочные единицы.....	57
3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование.....	57
3.7 Разработка технологической документации.....	62
3.8 Техническое нормирование операций.....	64
4 Конструкторский раздел.....	68
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений.....	68

4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений.....	69
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	72
5.3 Пространственное расположение производственного процесса ...	76
6 Финансовый менеджмент.....	79
7 Социальная ответственность	89
Заключение	113
Библиография	114
Приложение А Спецификация Рама нижняя	118
Приложение Б Спецификация Приспособление сборочно- сварочное.....	120
Приложение В Технологический процесс.....	122
Диск CD-R..... В конверте на обложке ФЮРА.КС-53711.3201.000.000 СБ Рама нижняя. Сборочный чертеж..... формат 2-А1	
ФЮРА.000001.066.00.000 СБ Приспособление сборочно- сварочное.....	формат А1
ФЮРА.000002.066.00.000 СБ Контователь.....	формат А1
ФЮРА.000003.066.00.000 ЛП План Участка.....	формат А1
ФЮРА.000004.066.00.000 ЛП Экономические показатели....	формат А1
ФЮРА.000005.066.00.000 ЛП Карта организации труда	формат А1
ФЮРА.000006.066.00.000 ЛП Схема сборки-сварки.....	формат А1

Введение

Сварка - это один из важнейших технологических процессов как в области машиностроения, так и в строительной индустрии.

Для нашей страны необходимы современные машины, уникальное оборудование, которое сможет гарантировать высокие технико-экономические показатели при эксплуатации. При производстве разнообразных машин и оборудования главная роль принадлежит сварочному оборудованию. На протяжении многих лет с помощью сварки создавались уникальные машины, самолеты, ракеты, цилиндрические вертикальные стальные резервуары, доменные и цементные печи, металлические мосты, котлы, газопроводы и трубопроводы различного диаметра и неограниченной протяженности, а также речные, морские и океанические суда, атомные электростанции и многое другое.

Благодаря большим объемам применения в промышленности различных видов механизированной сварки, объем применения сварки защитном сегодня постоянно возрастает, что связано с созданием новых материалов и нового, современного оборудования.

Создаются новые марки сварочной проволоки для сварки металлических конструкций, изготавливаемых из самых различных марок стали; омедненная сварочная проволока; порошковые сварочные проволоки, позволяющие выполнять сварку в различных пространственных положениях, включая сварку сверху вниз.

Огромное внимание уделяется разработке и созданию нового сварочного оборудования, включая источники питания сварочной дуги, оснастку и др.

В России проводятся работы в области комплексной механизации и

автоматизации производства сварных конструкций.

Комплексно-механизированные установки, станки и линии внедряются во многих отраслях промышленности для изготовления различных видов сварных узлов, таких как крупно-профильные двутавровые балки, прямошовные трубы, полотнища нефтерезервуаров, котлы железнодорожных цистерн, коробчатые балки, электромостовые кранов, сварные узлы вагонов, автомобилей и др. подобных изделий. Применение автоматических линий передач в производстве стальных отопительных радиаторов, труб со спиральным швом и прямо-шовных труб, при изготовлении автомобильных колес, каркасов и сеток арматуры железобетона и др. изделий. Выполняются работы по комплексной механизации производства деталей сварных конструкций, благодаря чему создаются и успешно эксплуатируются автоматические и механизированные линии очистки и грунтовки исходного материала, изготовления деталей из листа, проката и труб.

Для максимального повышения производства труда, нужно создать принципиально новую технологию производства сварных конструкций, такую, где теряет актуальность ручной труд не только при выполнении сварочных процессов, но и при выполнении всех работ, сопутствующих изготовлению сварных конструкций — заготовительных, сборочных, отделочных, подъемно-транспортных и др. Применение в промышленности автоматической сварки и оборудования, которые облегчают сборочные и сварочные соединения, можно сказать, начало развития средств комплексной механизации и автоматизации производства сварных конструкций.

1. Обзор и анализ литературы

В настоящее время для современного сварочного производства имеет огромную ценность вопрос повышения производительности процесса сварки. Одним из эффективных способов, который позволяет значительно повлиять на производительность процесса сварки, а также привести к снижению материальных и энергетических затрат - применение зауженных разделок. Сварочные технологии применяются для изготовления, а также для ремонта и восстановления металлоконструкций. Основные конструкционные материалы, применяющиеся в современной технике это: Чугун, различные виды и марки стали, алюминий и его сплавы, медь и ее сплавы, титан. Современные сварочные технологии позволяют изготавливать, а также ремонтировать изделия из этих материалов.

Особое место в изготовлении сварных металлоконструкций занимает ручная дуговая сварка покрытым электродом.

При необходимости изготовления индивидуальных металлоконструкций на месте монтажа – это самый приемлемый вид сварочной технологии. Новое поколение сварочных аппаратов инверторного типа дают возможность сварщику быть мобильным и благодаря малому весу сварочного аппарата легко перемещаться по рабочей площадке в Киеве.

Любые виды строительства, большие и малые индивидуальные не обходятся без металлоконструкций, сварщика и сварочных работ.

Сварочные работы по изготовлению стальных каркасов, рам и др. металлоконструкций, их сборка и монтаж это неотъемлемая часть работ необходимых при строительстве.

Одним из способов регулирования проплавления основного металла

присварке в проблемных участках разделки является изменение параметров процесса (ток, напряжение, скорость сварки), определяющих тепловложение, а, следовательно, условия формирования сварного шва, в частности глубину проплавления кромок.

Основные параметры режима, определяющие его значение: напряжение на дуге, расстояние между концом электрода и кромкой, а также скорость сварки. Однако в данной работе не рассмотрены вопросы влияния угла разделки на вероятность возникновения несплавлений у кромок разделки.

Известен также 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].

Процесс *SpeedPulse* объединяет в себе преимущества дуги со струйным переносом и импульсной дуги. Перенос материала почти непрерывный, но безкоротких замыканий при тонком и среднем переносе капель металла. Процесс *SpeedPulse* призван расширить возможности применения импульсной сварки для различных сталей и повысить ее производительность. Применение импульсной дуги при *MIG/MAG* сварке сталей было связано в основном с необходимостью обеспечения четко дозированного переноса электродного металла и, как следствие, обеспечения минимальных тепловложений, связанных с этим минимальных деформаций и т.п. При этом производительность и скорость сварки были существенно ниже, чем при сварке со струйным переносом электродного металла. Функция *SpeedPulse* объединила качество и применяемость импульсной дуги со скоростью струйной дуги. При этом обеспечиваются уменьшенное тепловложение, улучшенный провар и четкое формирование шва. Отличие

от традиционного импульсного процесса заключается в том, что во время пауз между импульсами на долю миллисекунды включается струйный процесс сварки, тем самым перенос электродного металла происходит и между импульсами тоже. Таким образом, более эффективно используется энергия самой дуги, при это количество переносимого металла остается контролируемым.

В результате был разработан новый способ импульсно-дуговой сварки (ИДС) плавящимся электродом в защитных газах с программным управлением образованием каждой капли плавящегося электрода и, как следствие, размерами и формой сварного шва во всех пространственных положениях. Импульсное повышение тока дуги существенно влияет на характер протекания дугового разряда и улучшает его стабильность, что позволяет значительно уменьшить нижний предел сварочного тока, поддерживающего горение дуги [1].

Особенностью механизированной дуговой сварки высоколегированной проволокой в защитном газе является высокая склонность металла к окислению в сварочной зоне и образованию в шве несплавлений и зашлаковок. При сварке в среде аргона этому способствует низкая стабильность сварочной дуги, приводящая к нарушению процесса сварки и газовой защиты, а в смеси аргона с CO_2 или с кислородом — окисление металла самим защитным газом. Применяются для защиты зоны сварки и азотосодержащий газ — азот, смеси аргона или CO_2 с азотом или с воздухом, но при этом, кроме того, возникает опасность образования пор в шве. Большой выбор разных составов защитных газов для практически похожих технологических вариантов свидетельствует о том, что разработка газовых смесей, а также развитие теории процесса сварки в защитном газе еще продолжают, что подтверждается многочисленными публикациями на эту тему.

Кроме состава защитного газа на качество швов большое влияние

оказывает и состав электродной проволоки. Выбор ее, как правило, определяется условиями эксплуатации сварного соединения. Для сварки разнородных сталей разработаны сварочные проволоки типа 08X20H-25M3Г2, 08X25H40M8Г2 и 08X25H60M10Г2. Повышенное содержание хрома и молибдена в них предназначено для предотвращения образования горячих трещин в шве, а никеля – для снижения толщины мартенситной прослойки в зоне сплавления с перлитной сталью и торможения развития структурной неоднородности в этой зоне при эксплуатационном нагреве. Однако, хром и молибден при окислении образуют шпинели типа MeR_2O_4 , где в качестве Me выступают элементы Fe, Mn, Mg, а в качестве R — Al, Cr, V, Mo, находящиеся в твердом растворе металла проволоки. Высказано предположение, что при этом создается переходной слой между шлаком и поверхностью шва, который способствует их прочному соединению. Известна сварочная высоколегированная проволока типа 08X20H9Г7Т, которая была разработана для сварки в CO_2 высокопрочных сталей. Она нашла успешное применение и для сварки разнородных сталей. Отличительной особенностью ее состава является пониженное содержание никеля в ней и шпинелеобразующих элементов, а также наличие активных элементов-раскислителей, таких как кремний, титан, марганец, что позволяет получить металл шва без дефектов за счет самоотделения шлаковой корки с поверхности наплавленного металла при охлаждении[2].

Недостаточное содержание аустенизирующих элементов в этой проволоке ограничивает ее применение для сварки разнородных сталей из-за образования и развития структурной неоднородности в зоне сплавления с перлитной сталью. Изменение параметров сварки в защитных газах позволяет оказывать влияние на параметры сварного шва. Газовая смесь надежно защищает сварочную ванну от влияния окружающей среды. На качество сварного соединения оказывает влияние правильный подбор защитного газа и сварочной проволоки. Благодаря приведенным выше

работам, и сделанным на их основе выводам выбирается автоматическая сварка в смеси газов (Ar+CO₂).

2. Объект и методы исследования

При написании выпускной классификационной работы была использована учебно-методическая литература, данные публикаций, нормативно-законодательные акты РФ.

Объектом исследования в данной выпускной квалификационной работе является разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки рамы нижний в сборе КС-5371.

Применяемыми методами исследования в данной ВКР были теоретический и практический. Проводились На основе полученных результатов, 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.

2.1 Описание сварной конструкции

Рассматриваемая конструкция – рама нижняя в сборе КС-5371. Конструкция изделия представлена на чертеже ФЮРА.КС-5371.3201.000.000 СБ. Рама нижняя в сборе представляет собой сложную сварную конструкцию, состоящую из шести сборочных единиц: рамы нижней, крышка и четырех кронштейнов. Конструкция изготавливается из сталей 10ХСНД и СтЗпс, 20.

2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции

Рама нижняя в сборе КС-5371.3201.000.000 относится к грузоподъемному оборудованию. РД 36-62-00 «Оборудование грузоподъемное» руководящий нормативный документ устанавливает общие требования к изготовлению, приемки, испытаниям, комплектации, консервации и транспортировке грузоподъемных машин [3].

– Приказ от 11 декабря 2020 года № 519 “Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности “Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах” [4];

– ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменениями № 1, 2, 3);

– ГОСТ 23518 Дуговая сварка в защитных газах. Соединение под острыми и тупыми углами.

Настоящий документ устанавливает основные типы, конструктивные элементы и размеры сварочных швов в зависимости от сварочного соединения, наличия скоса кромок и т.д.

– СТО 9701105632-003-2021 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю»;

– Ультразвуковой метод контроля проводится в соответствии с ГОСТ 14782-86.

2.2.1 Требования к подготовке кромок

Кромки под сварку обрабатывают способом, который обеспечивает необходимые формы, размеры, шероховатости, которые указываются в рабочих чертежах.

Размеры и допуски после обработки кромок под сварку должны соответствовать требованиям для дуговой сварки в защитном газе ГОСТ 14771-76 и ГОСТ 23518-79.

Свариваемые кромки и прилегающие к ним зоны металла шириной не менее 20 мм перед сборкой необходимо очистить от грязи, ржавчины, масла, влаги и др.

После кислородной и дуговой резки кромки заготовок необходимо очистить от шлака, брызг, наплывов металла. Точность и качество деталей должно соответствовать ГОСТ 14792-80 «Детали и заготовки, вырезаемые кислородной и плазменно-дуговой резкой. Точность и качество поверхности реза»

Не прямолинейность реза не должна превышать 1 мм, а все наплывы следует удалить и зачистить.

Необходимость механической обработки кромок деталей определяется согласно чертежам и технологической документации.

Если после машинной кислородной резки высота неровностей реза не превышает 0,3 мм, то обработку кромок можно не производить [3].

2.2.2 Требования к сварке при прихватке

Прихватки элементов сварных конструкций должен выполнять сварщик той же квалификации, что и при сварке, при этом используются те же сварочные материалы. Сварочные материалы могут отличаться, если прихватка и сварка выполняются различными видами сварки (например, прихватка ручной сваркой, а сварка полуавтоматом или автоматом).

Прихватки элементов сварных несущих конструкций должен выполнять сварщик, прошедший аттестацию в соответствии с правилами аттестации сварщиков НАКС и имеющий соответствующее удостоверение.

Прихватки нужно располагать в местах расположения сварных швов.

Технологический процесс изготовления определяет количество, размеры и порядок их наложения.

В процессе наложения швов проектного сечения прихватки необходимо переплавить.

Для временного соединения деталей допускается наложение прихваток вне мест расположения швов, если это не создает добавочных концентраторов напряжений. В дальнейшем такие прихватки необходимо удалить и зачистить места из расположения.

После сборочных работ швы прихваток и места под сварку необходимо зачистить от шлака, брызг и окалины.

Если прихватки имеют дефекты, их необходимо удалить и выполнить заново [3].

2.2.3 Требования к сварке при отрицательной температуре

Ручная и механизированная сварка стальных металлоконструкций производится без подогрева при температуре воздуха, не ниже указанной в таблице 1.

Таблица 1 Температура воздуха при отрицательной температуре [3]

Толщина стали, мм	Температура воздуха, °С			
	Углеродистая сталь		Низколегированная сталь	
	Тип конструкции			
	Решетчатые	Листовые объемные и сплошные стенчатые	Решетчатые	Листовые объемные и сплошные стенчатые
До 16 (включительно)	-20	-20	-20	-20
Свыше 16 до 30	-15	-15	-10	
» 30 до 40	-10	10	0	5
» 40	0	0	5	1
Примечание. Ручную и механизированную сварку при температуре выше минус 20°С, но ниже указанной в таблице, необходимо производить с подогревом стали до 100 - 150 °С, в зоне выполнения сварки на ширину не менее 100 мм с каждой стороны.				

Сварка при отрицательной температуре (без подогрева) выполняется той же сварочной проволокой, что и при положительной температуре.

Если температура воздуха не ниже -20°С, то механизированную сварку конструкций из углеродистой и низколегированной стали можно выполнять по той же технологии, что и при положительной температуре, при условии обеспечения необходимого качества сварного шва.

Механизированную сварку можно вести при более низких температурах, но по специальной технологической документации, которая предусматривает увеличение тепловложения, снижение скорости охлаждения, что должно обеспечить получение качественного сварного соединения. Если температура воздуха ниже минус 5°C, то все швы необходимо заварить полностью, последовательность предусматривается технологическим процессом сварки. Допускаются перерывы только для смены электродной проволоки и зачистки сварного шва.

Не допускается прерывать сварку до выполнения заданного размера шва. Если прекращение сварки является вынужденным, то перед возобновлением процесса сварки необходимо выполнить подогрев, установленный технологией сварки.

Применение сварочных материалов, находившихся на морозе, возможно лишь после их просушки.

Перед началом холодного сезона (температура ниже минус 5°C), каждый сварщик должен пройти шестичасовую практику. Ее проводят на специальных образцах. После должны быть сварены контрольные образцы для механических испытаний.

Прошедшие данное испытание сварщики допускаются к сварке при любой более высокой температуре, а также при температуре ниже на 10°C, по сравнению с температурой на испытаниях.

Если необходимо осуществить сварку при более низкой температуре, то сварщики обязаны вновь сварить образцы для механических испытаний.

2.2.4 Требования к сборке сварного соединения

При сборке под сварку необходимо обеспечить точность сборки деталей в пределах размеров и допусков, которые установлены рабочими чертежами и нормативными документами.

Требуемая точность обеспечивается специальными сборочно-сварочными кондукторами и приспособлениями, которые должны исключать возможность появления деформаций, не затрудняя при этом выполнение сварки.

Приспособления, используемые при сборке под сварку, необходимо периодически проверять. Периодичность проверки, а также ее порядок устанавливает предприятие-изготовитель.

Перед сборкой, детали необходимо высушить, очистить и выровнять.

Свариваемые кромки и прилегающие к ним зоны металла шириной не менее 20 мм перед сборкой необходимо очистить от ржавчины, грязи, масла, влаги и др.

Если необходимо перед сваркой дополнительно очистить место сварки и удалить концентрации влаги. Зачистка должна обеспечить необходимое качество.

Уступы и неровности, которые мешают правильной сборке, необходимо обработать.

Отклонения от геометрических размеров и формы, а также расположения поверхностей деталей в сборочной единице указаны на чертежах. Они должны обеспечить свободное перемещение секций крановых стрел относительно друг друга, а при раздвинутой стреле не превышать значений, указанных на чертеже [3].

2.2.5 Требования к сварке корневого валика. Требования к сварке последующих слоев. Требования к клеймению шва

Сварку металлоконструкций необходимо производить в помещениях, которые исключают воздействие отрицательных атмосферных условий на качество сварных соединений.

Сварку на открытом воздухе допускается производить при условии применения специальных защитных приспособлений, которые надежно защищают место сварки и свариваемые поверхности от попадания осадков и ветра.

Механизированную сварку в защитных газах необходимо производить проволокой диаметром до 1,6 мм, вертикальные и потолочные швы - проволокой диаметром 0,8-1,2 мм.

Механизированную сварку в большинстве случаев выполняют с использованием выводных планок. В тех случаях, когда применение выводных планок невозможно, допускается производить сварку без них, но с обязательной заваркой кратера. При полуавтоматической сварке не рекомендуется зажигать дугу на основном металле вне границ сварного шва и выводить кратер на основной металл.

В случае перерыва в процессе сварки допускается возобновление после зачистки концевого участка сварного шва длиной не менее 50 мм и кратера от шлака. Кратер необходимо полностью перекрыть швом.

При многослойной сварке после наложения каждого слоя нужно зачистить швы и свариваемые кромки от шлака, обнаруженные дефекты необходимо устранить согласно технологии предприятия-изготовителя.

В случаи если применяются закрепления и обратные выгибы для выполнения определенных швов, необходимо их удалить после полного остывания детали. Сварку с закреплением деталей проводить только, если данное закрепление предусмотрено технологическим процессом.

После завершения сварки все швы, а также прилегающую к ним зону основного металла очистить от шлака, брызг, натеков металла, и удалить выводные планки. Удаление выводных планок осуществлять кислородной резкой или механическим путем, после этого торцы швов зачистить. Запрещается удалять выводные планки ударами молотка или кувалды.

Зачистку сварных брызг разрешается не проводить в труднодоступных местах металлоконструкции, если это указано в конструкторской документации.

После выполнения сварки каждый сварщик должен поставить свое клеймо: если одну металлоконструкцию сваривает группа сварщиков, то клеймо ставится рядом с выполненным швом, если сварку выполнял один сварщик, то клеймо ставится один раз в определенном месте, которое предусматривает чертеж или технологическая документация [3].

2.2.6 Требования к оформлению документации

Документация должна быть оформлена в соответствии требованиям ГОСТ Р 2.105-2019 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. ГОСТ Р 2.105-2019 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). Правила записи операции переходов [5].

Библиография оформляется по ГОСТ Р 7.0.100–2018 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

2.2.7 Требования к контролю

Требования к контролю устанавливаются на основе РД 36-62-00. Изготовленные детали, сборочные единицы и готовые грузоподъемные машины должны принять отдел технического контроля предприятия изготовителя.

Приборы и аппараты, применяемые при контроле размеров и параметров деталей, сборочных единиц и готовых грузоподъемных машин должны пройти государственную или ведомственную проверку и признаны пригодными.

ГОСТ 29266-91 контролирует точность измерений параметров.

Из партии деталей приемку должны пройти не менее 10% деталей партии, но не меньше 2.

При нахождении хотя бы одной бракованной детали, количество образцов удваивают. Если вновь обнаруживают брак, то приемка проводится на все детали этой партии.

Количество проверяемых деталей при приемке устанавливает предприятие-изготовитель и указывает их в технологической или нормативной документации.

Контроль качества сварных швов металлоконструкций производится: визуальным контролем и измерениями, ультразвуковым контролем.

Визуальный контроль и измерения выявляют наружные дефекты, ему подвергаются все швы сварного соединения.

Визуальным контролем проверяют, предварительно очищенную от шлака, брызг, подтеков металла, поверхность сварного шва и прилегающий к нему участок металлоконструкции шириной не менее 20 мм по обе стороны от сварного шва.

Визуальный контроль и измерения служат для проверки размеров и форм швов, взаиморасположения сварных деталей и сборочных единиц, перпендикулярность осей, а также смещение кромок.

Визуальный контроль сварных соединений проводят невооруженным глазом или при помощи оптических приборов.

При осмотре расчетных соединений применяют лупы десятикратного увеличения.

Визуальным осмотром выявляют прожоги, не провары корня шва, наплывы, подрезы, не заваренные кратеры, наружные трещины, пористость.

Для измерения размеров швов, которые указаны в конструкторской документации, служат шаблоны и универсальные измерительные инструменты.

Визуальный и измерительный контроль проводится в соответствии с СТО 9701105632-003-2021.

С целью проверки соответствия прочности и пластичности сварных соединений металлоконструкций проводят механические испытания контрольных образцов.

Предприятие-изготовитель устанавливает перечень сборочных единиц, которые необходимо проверить этим способом. Оно также устанавливает периодичность проведения испытаний. Механические испытания проводятся на специализированных предприятиях в соответствии с ГОСТ 6996-66.

Ультразвуковым методом контроля швов сварных соединений проверяют ответственные сварные швы объемом 100%, чтобы полностью выявить дефектные места.

Ультразвуковой метод контроля проводят при неудовлетворительных результатах механических испытаний контрольных образцов.

Основанием для проверки ультразвуковым методом контроля является инструкция по проверке качества швов сварных соединений и технологическая документация, которую разрабатывает предприятие-изготовитель. Ультразвуковой метод контроля проводится в соответствии с ГОСТ 14782-86.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Изготавливаемое изделие – рама нижняя. В качестве материала деталей рамы нижней используют стали следующих марок: 20, Ст3, 10ХСНД (свариваемость хорошая, сварные соединения высокого качества, сварка выполняется без применения особых приемов) [6]. Выбор этих сталей обусловлен необходимостью в сочетании надежности конструкции с хорошей технологической свариваемостью и небольшой себестоимостью [6].

Химический состав и механические свойства стали 20 приведены в таблицах 2 и 2.1

Таблица 2 - Химический состав стали 20 в % [7]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0,17-0,24	0,17-0,37	0,35-0,65	Не более					
			0,3	0,04	0,035	0,3	0,3	0,08

Таблица 2.1 – Механические свойства стали 20 [7]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	Ψ , %	КСУ ₄ 0 МДж/ м ²
245	410	25	55	-

Химический состав и механические свойства стали Ст3 приведены в таблицах 3 и 3.1

Таблица 3 - Химический состав стали Ст3 в % (ГОСТ 380-2005) [7]

C	Mn	Si	N	As	Cr	Ni	Cu	P	S
0,14-0,22	0,4-0,65	0,05-0,15	Не более						
			0,01	0,08	0,3	0,3	0,3	0,04	0,005

Таблица 3.1 – Механические свойства стали Ст3 [7]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %
370-480	245	26	-

10ХСНД – низколегированная сталь хорошо сваривается всеми способами сварки не имеющая склонности к отпускной хрупкости. Сталь предназначена для изготовления сварных металлоконструкций и различных изделий, к которым предъявляются требования повышенной прочности и коррозионной стойкости с ограничением массы, работающих при температуре окружающей среды от минус 70 °С до плюс 450 °С [3].

Химический состав и механические свойства стали 10ХСНД приведен в таблицах 4 и 4.1

Таблица 4– Химический состав стали 10ХСНД,% (ГОСТ 19281-89) [7]

C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	P	S	N
до 0,12	0,5-0,8	0,8-1,1	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,6	0,035	0,040	0,008

Таблица 4.1 – Механические свойства стали 10ХСНД [7]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %
390	530-685	19

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 счет сварочной проволоки. Сварку ведут проволокой с повышенным содержанием элементов – раскислителей. Выбираем проволоку Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70.

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из 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 [6].

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 неразъемное сварное соединение.

Физическая свариваемость определяется свойствами соединяемых металлов, их способностью вступать между собой в требуемые физико-

химические отношения. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью.

Особенности сварки, высокая температура нагрева, малый объем сварочной ванны, специфичность атмосферы над сварочной ванной, а также форма и конструкция свариваемых деталей и т.д. – в ряде случаев вызывают нежелательные последствия:

1) химический состав и структура основного металла резко отличается от химического состава, механических свойств и структуры металла шва;

2) в зоне термического влияния проявляется изменение структуры и свойств основного металла;

3) появление в сварных конструкциях высоких напряжений, способствующих образованию трещин;

4) образование в процессе сварки тугоплавких, трудно удаляемых окислов, затрудняющих протекание процесса, загрязняющих металл шва и понижающих его качество;

5) возможно нарушение плотности и прочности сварного соединения из-за образования пористости и газовых раковин в наплавленном металле и другое.

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

1) определение химического состава, структуры и свойств металла шва при том или ином способе сварки;

2) оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;

3) оценка склонности сталей к образованию трещин, которая, однако, является не единственным критерием при определении технологической свариваемости;

4) оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения. Существующие методы определения технологической

свариваемости могут быть разделены на две группы:

1) первая группа – прямые способы, когда свариваемость определяется сваркой образцов той или иной формы;

2) вторая группа – косвенные способы, когда сварочный процесс заменяется другими процессами, характер воздействия которых на металл имитирует влияние сварочного процесса.

Первая группа дает 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:

- 1) первая группа – хорошо сваривающиеся стали;
- 2) вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;
- 3) третья группа – ограниченно сваривающиеся стали; 30
- 4) четвертая 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, [8]:

$$C_{\text{экв}} = C + (\text{Mn}/6) + (\text{Si}/24) + (\text{Ni}/10) + (\text{Cr}/5) + (\text{Mo}/4) + (\text{V}/14), \quad (1)$$

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах.

Если углеродный эквивалент $C_{\text{экв}}$ больше 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный

подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 10ХСНД:

$$C_{\text{экв}}=0,1+(1,0/5)+(1,0/24)+(1,0/10)=0,34\%$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 20:

$$C_{\text{экв}}=0,17+(0,4/6)+(0,17/24)+(0,3/10)+(0,3/5)=0,33\%$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для Ст3пс:

$$C_{\text{экв}}=0,15+(0,3/6)+(0,15/24)+(0,3/10)=0,24\%$$

Стали 10ХСНД– это низколегированная конструкционная сталь по ГОСТ 19281-73 . Сталь Ст3пс - углеродистая ГОСТ 380-2005 [3]. Сталь 20 - конструкционная углеродистая ГОСТ 1050-2013 [3]. Эти стали относятся к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [3]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку.

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Согласно обзору литературы, была выбрана механизированная сварка в среде защитных газов $Ar+CO_2$.

Для сталей 10ХСНД, СТЗпс, 20 сварку рекомендуется производить следующими способами: ручная-дуговая, под флюсом, плавящимся электродом в защитных газах и электрошлаковая [3].

Производим сварку в смеси газа $Ar+CO_2$ (смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона) по ГОСТ Р ИСО 14175-2010 – М21, т.к. существует ряд преимуществ этой смеси:

- 1) возможность вести механизированную сварку, а т.к. в изготавливаемом изделии есть сварные швы протяженностью больше двух метров, то возможность использования автоматической сварки очень важна;
- 2) высокая производительность;
- 3) высокие механические свойства сварных соединений;
- 4) меньшая склонность к образованию горячих трещин;
- 5) 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 проволоку Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70.

Проволока Св-08Г2С 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 5 и таблице 6.

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона.

Состав смеси (80%CO₂+Ar20%) представлен в таблице 7

Таблица 5 – Химический состав проволоки Св-08Г2С-О[9]

Марка проволоки	Химический состав, %					
	С	Mn	Si	Cr	S	P
Св-08Г2С	0,05-0,11	1,8-2,1	0,7-0,95	≤0,2	не более	≤0,03
					≤0,025	

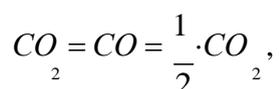
Таблица 6 – Механические свойства наплавленного металла шва [2]

Марка проволоки	σ _B , МПа	δ, %	КСУ, кДж/см ²	
			20°С	-20°С
Св-08Г2С-О	540	24	100	60

Таблица 7 – Состав смеси (80%CO₂+Ar20%)[11].

Содержание	Значение
Объемная доля CO ₂ , %	не менее 19,96
Объемная доля CO, %	не более 0
Объемная доля аргона, %	не менее 79,9
Объемная доля кислорода, %	не более 0,0006
Объемная доля азота, %	не более 0,004
Водяных паров при 760 мм.рт.ст. и 20оС (не более), г/см	0,178

Состав металла шва при сварке в защитных газах плавящимся электродом определяется составом газа, составом электродного и основного металла, их долями в металле шва и ходом металлургических реакций в сварочной ванне. Необходимо отметить, что аргон, входящий в смесь газов в составе 80%, является инертным газом. Поэтому он не участвует в химических реакциях, его роль сводится только к физической защите сварочной ванны. Температура сварочной ванны является основным параметром, который определяет направление и интенсивность физико-химических процессов в ней. При сварке в смеси CO₂+Ar тепловые характеристики дуги возрастают, что объясняется от части повышением доли теплоты, выделяющейся в результате химических реакций, и некоторым напряжением дуги. При высокой температуре дуги происходит реакция диссоциации CO₂ [8]:

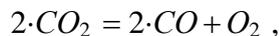


С повышением температуры увеличивается количество тепла, вводимого в изделие, что способствует снижению скорости охлаждения. С увеличением содержания кислорода в смеси, время существования ванны в жидком состоянии увеличивается, что способствует более плавному удалению неметаллических включений и дегазации металла сварочной ванны [2]

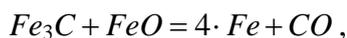
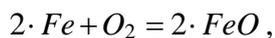
Аргон, растекаясь по поверхности свариваемого изделия, защищает достаточно длительно довольно широкую и протяженную зону как

расплавленного, так и нагретого при сварке металла.

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



Окисление металла происходит по реакции:

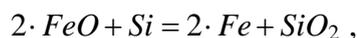


При сварке в $\text{CO}_2 + \text{Ar}$ происходит потеря легирующих элементов. Это приводит к повышенному содержанию кислорода в металле сварочной ванны. В результате возрастает вероятность образования пор из-за выделения оксида углерода в процессе кристаллизации, и снижаются механические свойства металла шва.

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

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

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



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

Содержание кремния и марганца в наплавленном металле шва, выполняемого в смеси газов (CO_2+Ar) проволокой Св-08Г2С-о остается на необходимом уровне.

Значительному снижению разбрызгивания электродного металла способствует добавление в смесь аргона – до 82 %.

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

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

Конструктивные элементы подготовки кромок, типы сварных швов и их размеры при сварке в CO_2+Ar должны соответствовать ГОСТ 14771-76 и ГОСТ 23518-79. Основной металл в местах сварки должен быть очищен от ржавчины, масла, влаги и других загрязнений до сборки.

3.2 Расчет технологических режимов

Параметры режима дуговой 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 – $V_{ЭП}$;
- общее количество проходов – $n_{ПР}$;
- расход защитной смеси – $g_{ЗГ}$.

Расчет режимов сварки выполняем по размерам шва (ширине l и глубине проплавления h_p) [12].

Сварка механизированная, выполняется проволокой Св-08Г2С-О, в нижнем положении. Соединение тавровое типа Т1 с катетом 4 мм. показано на рисунке 1.

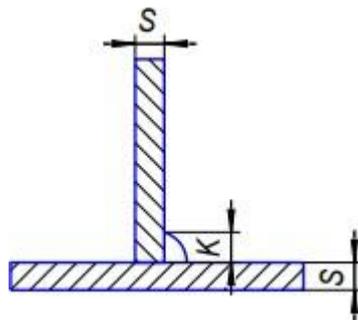


Рисунок 1 – Соединение Т1 по ГОСТ 14771–76:

S – толщина листа, K – катет

Определим расчетную глубину проплавления по формуле [12]:

$$h_p = (0,7K \pm 1,1) \cdot K,$$

где K – катет шва.

Принимаем $h_p = 0,7 \cdot K$, тогда:

$$h_p = 0,7 \cdot 4 = 2,8 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки $d_{ЭП}$ определяем по формуле [12]:

$$d_{ЭП} = \sqrt[4]{h_p} \pm 0,05 \cdot h,$$

$$d_{ЭП} = \sqrt[4]{2,8} \pm 0,05 \cdot 2,8 = 1,154K \pm 1,434 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки принимаем $d_{ЭП} = 1,2$ мм.

Скорость сварки определяем по формуле [12]:

$$V_c = K_V \cdot \frac{h_p^{1,61}}{a^{3,36}},$$

где K_V – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки, $K_V = 1060$;

e – ширина сварного шва, мм.

$$e = \sqrt{2} \cdot K,$$

$$e = \sqrt{2} \cdot 4 = 5,6 \text{ мм.}$$

$$V_C = 1060 \cdot \frac{2,8^{1,61}}{5,6^{3,36}} = 10,6 \text{ мм/с}, \quad V_C = 36,16 \text{ м/ч.}$$

Силу сварочного тока определяем по формуле [12]:

$$I_C = K_i \cdot \frac{h_p^{1,32}}{e^{1,07}},$$

где K_i – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки, $K_i=430$.

$$I_C = 430 \cdot \frac{2,8^{1,32}}{5,6^{1,07}} = 252 \text{ А.}$$

Зная значение сварочного тока, определяем напряжение сварки по формуле:

$$U_C = 14 + 0,05 \cdot I_C,$$

$$U_C = 14 + 0,05 \cdot 270 = 27,5 \text{ В, принимаем } U_C = 27-28 \text{ В.}$$

Вылет электродной проволоки определяем по формуле:

$$L_B = 10 \cdot d_{\Pi} \pm 2 \cdot d_{\Pi},$$

$$L_B = 10 \cdot 1,2 \pm 2 \cdot 1,2 = 12 \pm 2,4 \text{ мм.}$$

Скорость подачи электродной проволоки определяется по формуле:

$$V_{\text{эл.л}} = 0,53 \cdot \frac{I_C}{d_{\Pi}^2} + 6,94 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{I_C^2}{d_{\Pi}^3},$$

$$V_{\text{эл.л}} = 0,53 \cdot \frac{270}{1,2^2} + 6,94 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{270^2}{1,2^3} = 254,5 \text{ мм/с}, \quad V_{\text{эл.л}} = 914 \text{ м/ч.}$$

Расход защитной смеси рассчитываем по формуле:

$$q_{3,Г} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_C^{0,75},$$

$$q_{3,Г} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 270^{0,75} = 0,220 \text{ л/с}, \quad q_{3,Г} = 13,2 \text{ л/мин.}$$

Аналогично проводится расчет режимов сварки остальных швов, часть режимов мы выбираем из справочной литературы и заносим в таблицу 8 [12].

Таблица 8 – Режимы сварки рамы нижний в сборе[13].

№ шва	Тип шва	$d_{эп}$, мм	V_c , м/ч	I_c , А	U_c , В	l_b , мм	Расход газа, л/мин	N
1	T1 - 3	1,2	14-16	230-240	25-26	14	11-12	1
2	T1 - 10	1,2	10-20	260-280	26-28	14	15-17	2
3	T1 - 8	1,2	10-20	260-280	26-28	14	15-17	1
4	T1 - 6	1,2	10-20	260-280	26-28	14	15-17	1
5	T1- 4	1,2	14-16	230-240	25-26	14	11-12	1
6	T1 - 6	1,2	10-20	260-280	26-28	14	15-17	1
7	H1 - 2	1,2	14-16	230-240	25-26	14	11-12	1
8	C8	1,2	10-20	260-280	26-28	14	15-17	1
9	T3 - 8	1,2	10-20	260-280	26-28	14	15-17	1
10	T3 - 6	1,2	10-20	260-280	26-28	14	15-17	1
11	Нест.	1,2	10-20	260-280	26-28	14	15-17	1
12	T3 - 8	1,2	10-20	260-280	26-28	14	15-17	1
13	Нест.	1,2	10-20	260-280	26-28	14	15-17	2
14	Нест.	1,2	10-20	260-280	26-28	14	15-17	1
15	T3 - 4	1,2	14-16	230-240	25-26	14	11-12	1
16	H1 - 6	1,2	10-20	260-280	26-28	14	15-17	1
17	C2	1,2	10-20	260-280	26-28	14	15-17	1
18	Нест.	1,2	10-20	260-280	26-28	14	15-17	1
19	Нест.	1,2	14-16	230-240	25-26	14	11-12	1

3.3 Выбор сварочного оборудования

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

1. Техническая характеристика, наиболее отвечающая всем требованиям принятой технологии.
2. Наибольшая эксплуатационная надежность и относительная простота обслуживания.
3. Наибольший КПД и наименьшее потребление электроэнергии при эксплуатации.
4. Наименьшие габаритные размеры оборудования.
5. Наименьшая масса.
6. Наименьшая сумма первоначальных затрат на приобретение и монтаж оборудования.
7. Минимальный срок окупаемости [14].

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 234 м/ч...270 м/ч. Исходя из этих данных выбираем инверторный сварочный полуавтомат ПРОФИ *MIG* – 500 с переносным механизмом подачи проволоки (МПП) [15].

Высокоэффективный трехфазный сварочный инверторный полуавтомат ПРОФИ *MIG* 500 для электродуговой полуавтоматической сварки различных деталей в среде защищенных газов из низколегированных и низкоуглеродистых сталей (*MIG/MAG*) порошковой и сплошной проволокой. Предусмотрена ручная сварка с использованием штучного электрода. Надежность и эффективность работы сварочного аппарата обеспечивают мощные биполярные преобразователи *MOSFET* и *IGBT*.

Полуавтомат ПРОФИ *MIG*-500 предназначен для полуавтоматической дуговой сварки (*MIG/MAG*) на постоянном токе до 500А в среде защитного (инертного) газа малоуглеродистых, низколегированных и нержавеющей сталей сплошной или порошковой сварочной проволокой. Может применяться для сварки алюминиевых сплавов.

Особенности ПРОФИ *MIG*-500:

- полуавтомат имеет систему контроля сварочных динамических характеристик, обеспечивая стабильность горения дуги, низкий уровень разбрызгивания металла, прекрасную форму шва, высокую эффективность сварки;
- в полуавтоматах ПРОФИ *MIG* установлены силовые биполярные транзисторы с изолированным затвором (*IGBT*) фирмы *Toshiba*, что гарантирует безотказную работу силовой схемы;
- источник защищен от пониженного напряжения, короткого замыкания и перегрева;
- плавная дистанционная регулировка сварочного тока и напряжения потенциометрами на механизме подачи;
- цифровая индикация сварочного тока и напряжения;
- функция ручной дуговой сварки (ММА) покрытым электродом;
- функция заварки кратера с отдельной регулировкой тока и напряжения угасания;
- плавная регулировка индуктивности, позволяющая

изменять «жесткость» дуги, глубину проплавления и степень разбрызгивания;

- тестовая подача сварочной проволоки и защитного газа;
- питание подогревателя CO₂ (36В).

Технические характеристики полуавтомата ПРОФИ MIG500 приведены в таблице 9.

Таблица 9 Технические характеристики полуавтомата ПРОФИ MIG 500 [15]

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания, 50Гц, В, (допустимое отклонение)	380 (±15%)
Потребляемая мощность, кВА	19,8
Потребляемый ток, А	37,5
Продолжительность включения, ПВ, %	60
Диапазон регулирования рабочего напряжения, В, режим MIG/MAG	22-39
Напряжение холостого хода, В	60,0
Диапазон регулирования скорости подачи сварочной проволоки, м/мин	3,5-20
Диаметр сварочной проволоки, мм,	1,0-1,6
Диапазон регулирования сварочного тока, А,	100-500
КПД, %	85
Коэффициент мощности	0,93
Род сварочного тока	постоянный
Питание подогревателя газа, 36В, 50Гц	есть
Масса проволоки на кассете, кг, не более	18,0
Габаритные размеры источника питания, мм	650x310x640
Габаритные размеры механизма подачи, мм	640x250x300
Масса источника питания, кг	42,0
Масса механизма подачи, кг	16,0

3.4 Выбор оснастки

Сборочно-сварочной оснасткой называют совокупность приспособлений и специального инструмента для выполнения слесарных, сборочных, монтажных и других видов работ. Поэтому термин «оснастка» чаще применяется в судостроении, монтаже, строительстве. Применение сварочных приспособлений позволяет уменьшить трудоемкость работ; повысить производительность труда; сократить длительность производственного цикла; улучшить условия труда; повысить качество продукции; расширить технологические возможности сварочного оборудования; способствует повышению комплексной механизации и автоматизации производства и монтажа сварных изделий.

К конструкциям сварочных приспособлений предъявляется целый ряд требований:

- удобство в эксплуатации (предполагает доступность к местам установки деталей, зажимным устройствам и устройствам управления, местам наложения прихваток и сварных швов, удобные позы рабочего, минимум его наклонов и хождений и другие требования научной организации труда);
- обеспечение заданной последовательности сборки и наложения швов в соответствии с разработанным технологическим процессом;
- обеспечение заданного качества сварного изделия (приспособление должно быть достаточно прочным и жестким, а закрепляемые детали оставаться в требуемом положении без деформирования их при сварке);
- возможность использования сварочных приспособлений типовых, унифицированных, нормализованных и стандартных деталей, узлов и механизмов (это способствует снижению их себестоимости приспособлений,

сроков их проектирования и изготовления, повышению ремонтоспособности и т.п.).

- обеспечение сборки всей конструкции с одной установки, наименьшего числа поворотов при сборке и прихватке (сварке), свободного съема собранного и сваренного (прихваченного) изделия или монтажного приспособления;

- обеспечение быстрого отвода тепла от места сварки для уменьшения коробления, заданного угла поворота изделия, свободной установки и съема изделия, свободного доступа для осмотра, наладки и контроля;

- технологичность деталей и узлов приспособления, а также приспособления в целом;

- использование механизмов для загрузки, подачи и установки деталей, снятия, выталкивания и выгрузки собранного изделия, применения других средств комплексной механизации [16].

Сборочные операции при изготовлении сварных конструкций имеют цель – обеспечение правильного взаимного расположения деталей собираемого изделия. Наиболее рационально в данной работе использовать винтовые стяжки для сборки продольных стыков обечаек. Для предотвращения дефектов формы собираемого изделия дополнительно устанавливаем распорки.

В данной работе для перемещения деталей и узлов по сборочно-сварочному участку используем подвесной кран-балку грузоподъемностью до 2 тонн, в связи с тем, что проектируемое изделие имеет не большую массу, а также мостовой кран грузоподъемностью до 5 тонн.

В предлагаемом технологическом процессе применяется сборочно-сварочное приспособление ФЮРА.000002.066.00.000 СБ.

3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной степени разбиения конструкции на сборочные единицы

На рисунке 1 показана технологическая схема сборки рамы основной.

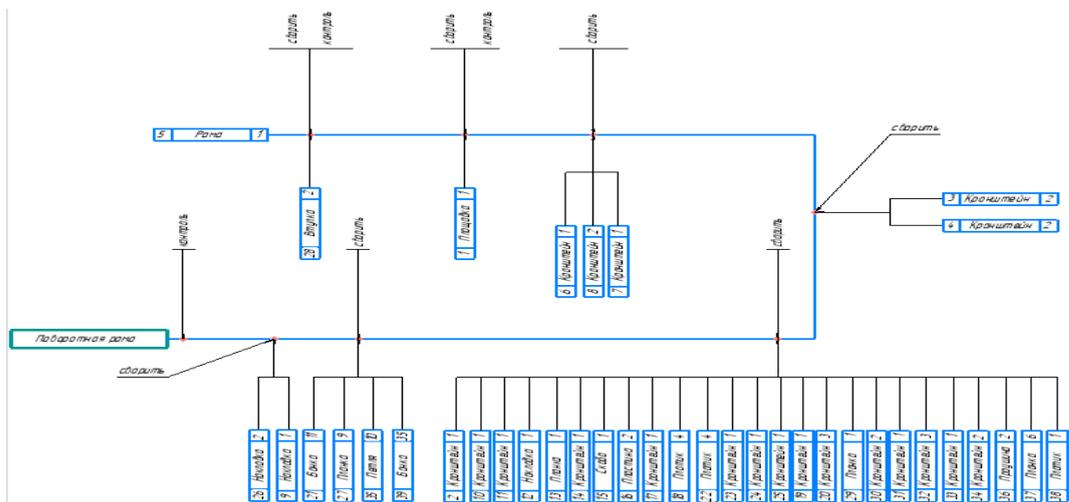


Рисунок 1 Технологическая схема сборки рамы основной

На листе плакате ФЮРА.000002.066 ЛП представлена технологическая схема сборки рамы основной.

3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование.

Важнейшей задачей в области сварки является обеспечение высокого качества сварки. Качество сварных соединений определяет эксплуатационную надежность экономичность и технологичность сварного изделия согласно техническим требованиям.

Контролю качества подвергаются работы, как на отдельных операциях, так и сборочная единица в целом. При сборке изделия контролю подлежит: форма и размеры сварных соединений (зазоры), чистота поверхностей, образующих сварное соединение, основные размеры, определяющие работоспособность конструкции.

На участке сборки и сварки рамы поворотной ФЮРА. КС- 5371.3201 используются следующие методы контроля качества:

- 100 % визуальный и измерительный контроль (ВИК);
- 100 % ультразвуковой контроль (УЗК) согласно указаниям, в конструкторской документации.

ВИК осуществляется по СТО 9701105632-003-2021, а также согласно техническим требованиям, сварные швы проверяют методом ультразвуковой дефектоскопии осуществляемый по ГОСТ Р ИСО 17640-2016.

Для проведения визуального и измерительного контроля по СТО 9701105632-003-2021, выбираем комплект ВИК “ *NOVOTEST VT-1*” и люксметр ТКА-ПКМ-08 . Ультразвуковой контроль по ГОСТ Р ИСО 17640-2016. Для проведения ультразвукового контроля выбираем «Ультразвуковой дефектоскоп УД2301»

Визуальный и измерительный контроль (ВИК) относится к числу наиболее дешевых, быстрых и в тоже время информативных методов неразрушающего контроля. Данный метод является базовыми и предшествует всем остальным методам дефектоскопии. Внешним осмотром (ВИК) проверяют качество подготовки и сборки заготовок под сварку, качество выполнения швов в процессе сварки, а также качество основного металла. Цель визуального контроля – выявление вмятин, заусенцев, ржавчины, прожогов, наплывов, и прочих видимых дефектов.

Визуальный и измерительный контроль может проводиться с применением простейших измерительных средств, в том числе невооруженным глазом или с помощью визуально-оптических приборов до двадцатикратного увеличения, таких как лупы, эндоскопы и зеркала. Несмотря на техническую простоту, основательный подход к проведению визуального и измерительного контроля, предусматривает разработку технологической карты - документа, в котором излагаются наиболее рациональные способы и последовательность выполнения работ [17].

Визуальный и измерительный контроль рекомендуется выполнять на стационарных участках, которые должны быть оборудованы рабочими столами, стендами, роликовыми опорами и другими средствами, обеспечивающими удобство выполнения работ. Послойный визуальный контроль в процессе сварки выполняется в случае невозможности проведения ультразвукового или радиационного контроля, а также по требованию Заказчика или в соответствии с ПТД.

В выполненном сварном соединении визуально следует контролировать: отсутствие (наличие) поверхностных дефектов и геометрических параметров сварного шва.

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.

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 [17].

При механической обработке соединения, предусмотренной

технологическим процессом на изготовление сварной конструкции, поверхность должна быть Rz 80 мкм по ГОСТ 2789 – 73.

Ультразвуковой метод контроля (УЗК) позволяет выявить скрытые дефекты сварных швов: пустоты, трещины, непровары, разнородный химический состав, механические повреждения и т.д.

Ультразвуковой контроль основан на способности ультразвуковых волн проникать в металл на большую глубину и отражаться от находящихся в нем дефектных участков. В процессе контроля пучок ультразвуковых колебаний от вибрирующей пластинки щупа (пьезокристалла) вводится в контролируемый шов. При встрече с дефектным участком ультразвуковая волна отражается от него и улавливается другой пластинкой щупом, которая преобразует ультразвуковые колебания в электрический сигнал [18].

Ширина зоны сканирования должна быть достаточной для проведения указанного объема контроля. В качестве альтернативы ширина поверхности сканирования может быть уменьшена, если проведение контроля указанного объема может быть достигнуто при сканировании с обеих поверхностей сварного соединения (верхней и нижней).

При механической обработке соединения, предусмотренной технологическим процессом на изготовление сварной конструкции, поверхность должна быть не ниже Rz 40 мкм по ГОСТ 2789 – 73.

Поверхность сканирования должна быть ровной и не иметь загрязнений, которые могут негативно повлиять на акустический контакт (например, ржавчина, рыхлая окалина, брызги металла, зарубки, бороздки). Зазор между поверхностью и преобразователем в результате волнистости изделия не должен быть более 0,5 мм. При необходимости, следует профилировать преобразователь по кривизне поверхности. Допускаются локальные нарушения формы поверхности, например, вдоль кромки шва, которые приводят к увеличению зазора до 1 мм, при условии использования при контроле с данной стороны сварного соединения как минимум одного дополнительного угла ввода. Это дополнительное сканирование необходимо,

чтобы компенсировать уменьшение проконтролированного объема из-за зазора такого размера.

3.7 Разработка технической документации

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

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная минимизация продолжительности сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [19].

Разработка технологических процессов включает:

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

В результате должны быть достигнуты:

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

Для удобства расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых

ведомостями технологического процесса, технологическими и инструкционными картами.

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

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- число данных сборочных единиц в изделии;
- перечень данных сборочных единиц в изделии;
- название цеха;
- указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;
- последовательный перечень всех операций;
- сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);
- данные о принятых способах и режимах сварки
- сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов [19].

3.8 Техническое нормирование операций

Техническое нормирование является основой 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 [12]:

$$T_{ш} = (T_{н.ш-к} \cdot L + t_{ви}) \cdot K_{п}, \quad (2)$$

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:

где T_0 - основное время сварки, мин,

$t_{вш}$ – вспомогательное время, зависящее от длины свариваемого шва, согласно литературе [12] составляет 0,75 мин;

$a_{обс.}$, $a_{от.л.}$, $a_{п-з}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдыхи личные надобности, подготовительно - заключительную работу, % к оперативному времен.

Для механизированной сварки в смеси газов плавящимся электродом сумма коэффициентов составляет 27%, [12].

Основное время для механизированной сварки в смеси газов определяется по формуле:

$$T = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{L_1 \cdot \alpha_H} / \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{L_n \cdot \alpha} \quad (4)$$

где F – площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм^2 , I – сила сварочного тока, А;

γ – плотность наплавленного металла, $\text{г}/\text{см}^3$;

α_n – коэффициент наплавки, $\text{г}/(\text{А} \cdot \text{ч})$.

Для примера рассчитаем норму времени сборки в операции 010, время на прихватку в операции 015, и механизированной сварки в смеси газов на выполнении швов №2 – 10 (рисунок 2) в операции 020.

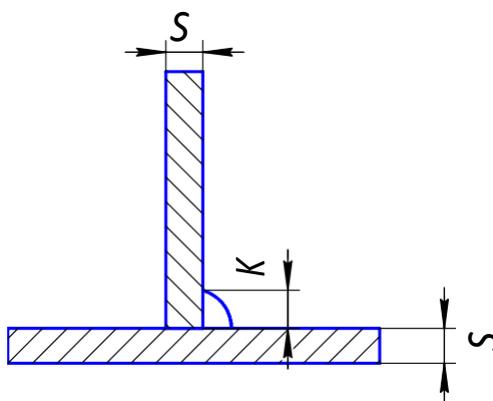


Рисунок 2 – Соединение ∇ 1-10 по ГОСТ 14771 - 76: S – толщина листа, K – катет

Исходные данные:

- марки сталей: Ст3 и сталь 10ХСНД;
- марка электродной проволоки Св-08Г2С-О ГОСТ 2246 – 70;
- сварной шов тавровый №2 по ГОСТ 14771-76 – Т1 ∇ 10 без разделки;

- длина швов 1680 мм;

- положение швов нижнее;

- площадь поперечного сечения наплавленного металла шва

$F_1 = 65,8 \text{ мм}^2$;

- коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С-О при механизированной сварке составляет $\alpha_n = 15 \text{ г}/(\text{А} \cdot \text{ч})$.

Количество проходов – $n_1 = 2$ шт. Определим время на операцию 010

1. Масса сб. ед. поз. 1 $m_1 = 2536 \text{ кг}$; установка изделия кран-балкой на

приспособление $t_1=4,5$ мин.; масса сб. ед. поз. 8 (2 шт.) $m_2=250$ кг; установка детали кран-балкой на приспособление $t_2=4$ мин.; установка сб. ед. поз. 1 кран-балкой на сб. ед. поз. 8 $t_3=4,5$ мин.; доводка сб. ед. поз. 1 до упоров сб. ед. поз. 8 кран-балкой $t_4=4$ мин.; защита поверхности Ю $t_5=1,3$ мин.; клеймение $t_6=0,13$ мин.

$$t_{в.и} = 4,5+4+4,5+4+1,3+0,13=18,43 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 015

Найдем время на прихватку:

$$0,47 \cdot 64=30 \text{ мин.},$$

Определим время на операцию 020

Клеймение $t_1=2,1$ мин.

$$t_{в.и} =2,1 \text{ мин.},$$

Найдем время на основное время сварки для шва №2, количество проходов $n=2$ шт:

$$T = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{260 \cdot 15} + \frac{45,8 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} \cdot 1=7,55 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{ншк} = (7,55 + 0,75) * \left(1 * \frac{27}{100}\right) = 10,54 \text{ мин}$$

$$T_{ш}=10,54 \cdot 1,68+2,1=19,81 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитаем другие операции. Данные расчетов сводим в таблицу 10

Таблица 10- Нормы штучного времени техпроцесса изготовления рамы
нижний

№ опер.	Техпроцесс	
	Наименование операции	T _{шт} , мин.
005	Комплектовочная	-
010	Слесарно-сборочная	18,43
015	Сварочная	30
020	Сварочная	19,81
025	Слесарно-сборочная	6,49
030	Сварочная	40,2
035	Сварочная	125,41
040	Слесарная	122,4
045	Контроль	12,4
050	Слесарно-сборочная	7,11
055	Сварочная	8,1
060	Сварочная	39,92
065	Слесарно-сборочная	21,8
070	Сварочная	61,2
075	Сварочная	127,25
080	Слесарная	69
085	Контроль	14,7
Итого		751,36

4 Конструкторский раздел

4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса являются комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства.

Специфическая особенность этого производства - резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30 процентов общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75 процентов приходятся на долю сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75 процентов всего комплекса цехового оборудования [20].

В данной дипломной работе в предлагаемом технологическом процессе используется приспособление сборочно-сварочное (см. ФЮРА.00001.066.00.000 СБ) совместно с сварочным кантователем (см. ФЮРА.00002.066.00.000 СБ). На приспособлении используются магнитные винтовые фиксаторы.

4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

В приспособлении ФЮРА.000002.066.00.000 СБ используются винтовые фиксаторы для крепежа сборочной единицы. Рассчитаем диаметр болта, входящего в состав приспособления.

Диаметры болтов определим по формуле [20]:

$$d_p = 1,3 \sqrt{\frac{P}{\sigma}} \quad (5)$$

где P – усилие на болт, $P = 3100 \text{ Н/см}^2$,

σ – предел кратковременной прочности,

$\sigma = 950 \text{ Мпа}$,

$$d_p = 1,3 \sqrt{\frac{3100}{950}} = 2,35 \text{ см}$$

Из конструктивных соображений, согласно ГОСТ 15608-70, принимаем

$$d_p = 24 \text{ мм.}$$

4.3. Работа сборочно-сварочных приспособлений

Приспособление ФЮРА.000002.066.00.000 СБ предназначено для сборки и сварки рамы нижней в сборе. Приспособление состоит; рама, 2 прижима, 2 направляющие, 4 рукояток, 4 винтовых прижимов, 4 упоров и 4 корпусов.

5 Проектирование участка сборки сварки

5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [21].

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

- производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла.

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

- вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цехом контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов,

ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

- административно - конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [21].

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

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

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

5.2 Расчет основных элементов производства

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

Необходимое количество оборудования определяется по формуле [21]:

$$C_p = \frac{N * T_{шт} * K_{вн}}{60 * F_d} \quad (6)$$

где N – годовая производственная программа, шт.,

$$N = 500 \text{ шт.};$$

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

$$T_{шт} = 751,36 \text{ мин.}$$

F_d - действительный годовой фонд времени работы оборудования,

$$F_d = 3760 \text{ ч.};$$

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

$$C_p = \frac{500 * 751,36 * 1}{60 * 3760} = 2,6 \text{ шт.}$$

Определение количества оборудования осуществляем путем округления расчетного количества оборудования C_p до целого числа в большую сторону.

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле [21]:

$$K_{зо} = C_p / C_n * 100, \quad (7)$$

где C_p - расчетное количество оборудования, шт.; C_n - принятое количество оборудования равно 3 шт.

Таблица 11 – Количество оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Номер операции	Наименование оборудования	T _ш , мин	C _р , шт	C _п , шт	K _{зо} , %
10-085	Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.066.00.000 СБ Кантователь ФЮРА.000002.066.00.000 СБ	751,36	2,67	3	88,9

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

Определим необходимое количество основных рабочих. Основными считаются те рабочие, которые заняты выполнением операций технологического процесса по изготовлению продукции. Количество основных рабочих – списочное и явочное определяется по формуле [22]

$$R_{\text{сп}} = \frac{N * T_{\text{шт}}}{60 * F_{\text{н}} * K_{\text{вн}}}$$

где N – годовая программа выпуска изделия, шт.;

$$N = 500 \text{ шт};$$

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

$F_{\text{д}}$ – действительный фонд рабочего времени, ч $F_{\text{д}} = 1740$ ч;

$F_{\text{н}}$ -номинальный фонд рабочего времени, ч; $F_{\text{н}}=1981$ ч;

$K_{\text{вн}}$ - коэффициент выполнения норм.

Численность основных рабочих рассчитывается для двухсменного режима работы. Затем полученное число рабочих распределяют по сменам и по операциям технологического процесса в зависимости от загрузки оборудования на этих операциях.

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

Численность вспомогательных рабочих рассчитывается в процентах от основных рабочих по формуле [22]:

$$P_{\text{всп}} = P_{\text{сп}} \cdot \Pi / 100, \quad (9)$$

где $P_{сп}$ - принятое списочное число основных рабочих, чел.;

Численность инженерно технических работников, служащих и младшего обслуживающего персонала определяем по формуле :

$$P_{итр}=(P_{сп}+P_{всп})\times\Pi/100, \quad (10)$$

где Π для ИТР – 8%, МОП – 2%, контролеры – 1%.

Результаты расчетов сводим в таблицу 13.

Таблица 13 – Количество рабочих на участке

Трудоемкость $T_{шт}$, мин.	751,36
Расчетное/принятое списочное число основных рабочих $P_{сп}$ и $P_{п}$, чел.	5,78/6
Расчетное/принятое явочное число основных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$, чел.	5,07/6
Расчетное/принятое число вспомогательных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$, чел.	1,5/2
Расчетная/принятая численность ИТР, чел.	0,64/1
Расчетная/принятая числ-сть МОП, чел.	0,16/1
Расчетная/принятая численность контролеров, чел.	0,08/1

Определяем коэффициент сменности по формуле [21]:

$$k_p=P_{яв}/P_{яв1}, \quad (11)$$

где k_p - коэффициент сменности,

$P_{яв1}$ - число рабочих в первую смену, чел.

$$k_p = 6/2 = 3.$$

5.3 Пространственное расположение производственного процесса

5.3.1 Состав сборочно-сварочных приспособлений

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [21].

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

- производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла.

Сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки,

наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения покрытий и отделки продукции;

- вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цехом контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов,

ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

административно - конторские и бытовые помещения: главный цех, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [21].

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

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

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

5.3.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

Размещение цеха - всех его производственных отделений и участков, а также вспомогательных, административных 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 рамы нижней 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

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 выдавшим кредит с учетом процентной ставки банка. Окончательный расчет с банком осуществляется после сдачи оговоренной партии изделия заказчику, и окончательного расчета заказчика с предприятием.

Рама нижняя крана является конкурентно способным, конкурентами предприятия являются предприятия таких стран как: Китай, Польша, и других стран мира также выпускающих горно-шахтное оборудование.

6.2 Сравнительный экономический анализ вариантов

Рама нижняя – это металлическая конструкция являющееся частью крана самоходного на коротко базовом шасси КС-5371.

Разработка технологического процесса изготовления рамы нижней крана КС-5371 допускает различные варианты решения.

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

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

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

Определение приведенных затрат производят по формуле [23]:

$$Z_n = C + E_n \cdot K, \quad (12)$$

где C - себестоимость единицы продукции, руб/цп;

E_n - норма эффективности дополнительных капиталовложений, руб/год; K - капиталовложения, руб/год.

Согласно базовому технологическому процессу сборочные и сварочные операции при изготовлении рамы нижней производятся на плите с устанавливаемыми винтовыми зажимами.

Швы выполняются в смеси газов, в качестве сварочного оборудования используется дорогостоящее импортное оборудование фирмы «Профи *MIG*». В предлагаемом технологическом процессе применим сборочно - сварочное приспособление.

Для данного вида сварки применим современное российское сварочное оборудование, которым заменим дорогостоящее оборудование фирмы «Профи *MIG*».

6.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления.

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [20]:

$$K_{co} = \sum_{i=1}^n C_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi} \quad (13)$$

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 01.05.2021 (смотри таблицу 14).

Таблица 14 – Оптовые цены на сварочное оборудование [24]

Наименование оборудования	C_o , руб
ПРОФИ MIG – 500 3 шт	132600

Капитальные вложения в сварочное оборудование смотри в таблице 15.

Таблица 15 - Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	K_{co} , руб.·год
ПРОФИ MIG – 500 3 шт	353644

Капитальные вложения в приспособления определяем по формуле [20]:

$$K_{пр} = \sum_j^m K_{прj} \cdot П_{ш} \cdot \mu_{пj} \quad (14)$$

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

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

$\mu_{пj}$ -коэффициент загрузки j-го приспособления.

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Предлагаемый технологический процесс	
	Π_j , шт	$K_{пр}$, руб.·год
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.166.00.000 СБ Кантователь ФЮРА.000002.166.00.000 СБ	3	428053,5
ИТОГО		428053,5

6.1.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями.

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [25]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{oi} \cdot h \cdot K_B \cdot \mu_{oi} \cdot Ц_{зд} \quad (15)$$

где S_{oi} - площадь, занимаемая единицей оборудования, $m^2/ед.$

Для базового технологического процесса: $S_1=36 m^2$.

Для предлагаемого технологического процесса: $S_1=20,21 m^2 m^2$, h - высота производственного здания, m , $h = 12 m$ [18];

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

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

Определяем капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 16.

Таблица 16 – Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	Кзд, руб.
Технологический процесс	
ПРОФИ MIG – 500	258436

6.1.3 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл идущий на изготовление изделия определяем по формуле :

$$C_m = m_m \cdot k_{т.з.} \cdot C_m, \text{ руб./изд.}, \quad (16)$$

где m_m – норма расхода материала на одно изделие, кг.;

C_m - средняя оптовая цена стали 20, Ст3, 10ХСНД на 01.01.2021, руб./кг.: Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3.

- для стали 20 $C_m = 45,2$ руб./кг, при $m_m = 67,4 \cdot 1,3 = 87,62$ кг.;
- для стали Ст3 $C_m = 38,5$ руб./кг, при $m_m = 3330,1 \cdot 1,3 = 4329,1$ кг.;
- для стали 10ХСНД $C_m = 56,37$ руб./кг, при $m_m = 94,5 \cdot 1,3 =$

$=122,85$ кг.;

$k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы

при приобретении материалов $k_{т.з.} = 1,04$ [12].

$$C_m = 1,04 \cdot (87,62 \cdot 45,2 + 4329,1 \cdot 38,5 + 122,85 \cdot 56,37) = 184701,42 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле :

$$C_{пс} = \sum_{d=1}^h G_d * k_{nd} * C_{пс} \quad \frac{\text{руб}}{\text{изд}}$$

где G_d - масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг.:

$G_d = 14,67$ кг - для проволоки Св-08Г2С-О;

k_{nd} - коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки

$k_{p-п.с.} = 1,02$;

$\Pi_{п.с} = 78,8$ - стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг

$$C_{п.сбаз.} = 1,02 \cdot 14,67 \cdot 78,8 = 1178,85 \text{ руб.},$$

$$C_{п.спредл.} = 1,02 \cdot 14,67 \cdot 78,8 = 1178,85 \text{ руб.}$$

6.1.4 Определение затрат на вспомогательные материалы.

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [26]:

$$C_{з. г.} = g_{з. г.} \cdot k_{т.п.} \cdot \Pi_{г.з.} \cdot T_0, \text{ руб./изд.}, \quad (17)$$

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

$k_{т.п.}$ – коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{т.п.} = 1,15$ [18];

$\Pi_{г.з.}$ – стоимость смеси, м^3 , $\Pi_{г.з.} = 62,42 \text{ руб./ м}^3$;

T_0 – основное время сварки в смеси газов, ч., $T_0 = 6,72 \text{ ч}$.

Для данного технологического процесса $g_{з. г.} = 1,02 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Для технологического процесса:

$$C_{з. г.} = 1,02 \cdot 1,15 \cdot 62,42 \cdot 6,72 = 492,15 \text{ руб/изд.}$$

6.1.5 Определение затрат на заработную плату.

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.сд} = (ТС \cdot \Sigma T_{ш}) \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot [1 + (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) / 100], \quad (18)$$

где ТС- тарифная ставка на 01.01.2021, руб., ТС–140 руб.;

K_d -коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_d = 1,15$;

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

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

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ - страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного

медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая-32,8.

Заработная плата основных производственных рабочих:

$$C_{з.п.сд} = (140 \cdot 12,52) \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8/100) = 5446,86 \text{ руб./изд.}$$

6.1.6 Определение затрат на силовую электроэнергию.

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [26]:

$$W = \frac{U_{ci} \cdot T_{ci} \cdot L_{ci}}{\eta_u} + P_x \left(\frac{T_0 - T}{K_u} \right) \quad (19)$$

где U_C и I_C - электрические параметры режима сварки;

T_0 - основное время сварки;

η_u - КПД оборудования, для базового технологического процесса;

$\eta = 0,86$, для предлагаемого технологического процесса: $\eta = 0,85$;

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

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

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле

$$C_{э.с.} = W_{тэ} \cdot Ц_э, \quad (20)$$

где $Ц_э$ - средняя стоимость электроэнергии $Ц_э = 4,48$ руб.

Затраты на электроэнергию по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{э.с.} = 396 \text{ руб.}$$

6.1.7 Определение затрат на сжатый воздух.

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [26]:

$$C_{\text{возд}} = g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}} \cdot k_{\text{ТП}} \cdot Ц_{\text{ТП}}, \quad \text{руб./изд}, \quad (21)$$

где $g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}}$ - расход воздуха, м³/ч;

$k_{\text{ТП}}$ - коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{\text{ТП}} = 1,15$.

Для изготовления одного рамы нижней расход воздуха составляет:

$$g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}} = 1,2 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Ц_{\text{возд}} = 78 \text{ руб}/\text{м}^3, \text{ стоимость воздуха на } 01.01.2021 \text{ г.};$$

$$C_{\text{возд пр}} = 1,2 \cdot 1,15 \cdot 78 = 107 \text{ руб./изд.}$$

6.1.8 Определение затрат на ремонт оборудования.

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [23]:

$$C_p = \frac{R_m * \omega_m + R_{\text{Э}} * \omega_{\text{Э}}}{T_{\text{рц}}} \sum \frac{T_{\text{ш}}}{K_{\text{вн}} * 60} \quad \frac{\text{руб}}{\text{изд}} \quad (22)$$

где: R_m $R_{\text{Э}}$ - группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части $R_m = 0$;

ω - затраты на все виды ремонта;

T_{pc} - длительность ремонтного цикла, $T_{pc} = 8000$ ч. [20].

Определение затраты на ремонт сводятся в таблицу 17.

Таблица 17 - Затраты на ремонт оборудования

Наименование оборудования	R_{ω}	ω_{ω}	T, ч	C_p , руб/год.
ПРОФИ MIG – 500	7	1096	12,52	0,17
Итого:				0,17

6.1.1 Определение затрат на содержание помещения.

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле

[23]

$$C_{\omega} = \frac{S * \mu_{oi} * C_{cp}}{N} \quad \frac{\text{руб}}{\text{изд}} \quad (23)$$

где S – площадь сварочного участка, m^2 , $S = 300,13 m^2$ - для базового варианта,

$S = 229,11 m^2$ - для предлагаемого варианта;

$C_{cp.zd}$ - среднегодовые расходы на содержание $1 m^2$ рабочей площади, руб./год.м, $C_{cp.zd} = 250$ руб./год м.

Расчет по следующей формуле:

$$C = \frac{300,13 * 1 * 250}{500} = 93,7 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}$$

6.2 Расчет технико-экономической эффективности.

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$Z_{\text{п}} = C + \dot{\epsilon}_{\text{н}} \cdot K, \quad (24)$$

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

$\dot{\epsilon}_{\text{н}}$ - норма эффективности дополнительных капитальных затрат,

$\dot{\epsilon}_{\text{н}} = 0,15$ руб./год. [23];

K - удельные капитальные вложения, руб./год. Себестоимость продукции за год определяется по формуле:

$$C = N_{\Gamma} \cdot (C_{\text{м}} + C_{\text{в.м.}} + C_{\text{зп.сд.}} + C_{\text{эс}} + C_{\text{возд}} + C_{\text{з}} + C_{\text{и}} + C_{\text{р}} + C_{\text{п}}), \quad (25)$$

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

$C_{\text{в.м.}}$ - затраты на вспомогательные материалы, руб.;

$C_{\text{зп.сд.}}$ - затраты на заработную плату основных рабочих, руб.; $C_{\text{э.с}}$ - затраты на силовую электроэнергию, руб.;

$C_{\text{возд.}}$ - затраты на сжатый воздух, руб.;

$C_{\text{з}}$ - затраты на амортизацию оборудования, руб.; $C_{\text{и}}$ - затраты на амортизацию приспособлений; $C_{\text{р}}$ - затраты на ремонт оборудования, руб.;

$C_{\text{п}}$ - затраты на содержание помещения, руб.

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K = K_{\text{со}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{зд.}} \quad (26)$$

Определим количество приведенных затрат по базовому технологическому процессу:

$$K = 809780 + 297990 + 338547 = 1446316 \text{ руб./год,}$$

$$C = 800 \cdot (184701,42 + 1178,85 + 492,15 + 2347,01 + 88,42 + 0,35 + 23,56 + 55,87 + 0,3393,79) = 15118405,42 \text{ руб./год,}$$

$$Z_{\text{п}}^1 = 15118405,42 + 0,15 \cdot 1446316 = 151402352,87 \text{ руб./год.}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$K = 353644 + 428053,5 + 258436 = 1040133,9 \text{ руб./год,}$$

$$C=800 \cdot (184701,42+1178,45+492,15+2312,54+90,5+0,35+10,29+80,26+0,17+71= \\ =151150500,47 \text{ руб/год,}$$

$$З_{\text{п}}^2=151150500,47 +0,15 \cdot 1040133,9= 151306520,54 \text{ руб/год.}$$

Величина экономического эффекта от выпуска годовой производственной программы:

$$\mathcal{E} = 151402352,87 - 151306520,54 = 95832,33 \text{ руб./год.}$$

Величина экономического эффекта на единицу изделия составит:

$$\mathcal{E} = (151402352,87 - 151306520,54)/500 = 119,79 \text{ руб/изд.}$$

4.3 Основные технико-экономические показатели участка.

1.	Годовая производственная программа, шт.	500
2.	Средний коэффициент загрузки оборудования	88,9
3.	Производственная площадь участка, м ²	229,11
4.	Количество оборудования, шт	3
5.	Списочное количество рабочих, чел.	6
6.	Явочное количество рабочих, чел	6
7.	Количество рабочих в первую смену, чел	3
8.	Количество вспомогательных рабочих	2
9.	Количество ИТР	1
10.	Количество МОП	1
11.	Количество контролеров	1
12.	Разряд основных производственных рабочих	4
13.	Экономический эффект от внедрения нового технологического процесса, руб./год.	95832,33

7 Социальная ответственность.

7.1 Описание рабочего места.

На участке производится сборка и сварка рамы нижней крана КС-5371. При изготовлении рамы нижней осуществляются следующие операции: сборка, механизированная сварка в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении рамы нижней на участке используется следующее оборудование:

- полуавтомат ПРОФИ MIG – 500 3 шт.
- приспособление сборочно-сварочное 3 шт.
- ФЮРА.000001.066.00.000 СБ и кантователь
- ФЮРА.000002.066.00.000 СБ 3 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 10 т.

Изготавливаемое изделие, рама нижняя входит в состав крана КС-5371.3201

Масса рамы нижней составляет 3492 кг.

В качестве материала этих деталей используют стали следующих

марок: 20, Ст3 и 10ХСНД. Сварка производится в смеси Ar (80 %) + CO₂ (20%) сварочной проволокой Св-08Г2С-О диаметром 1,2 мм.

Участок находится в цехе, имеет одну капитальную стену, с другой стороны располагается проход шириной 2 м для перемещения рабочих и электрокаров. Количество оконных проемов – 6. Окраска стен – бежевая.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным 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 производятся на участке с площадью $S = 229,11 \text{ м}^2$.

7.2. Законодательные и нормативные документы.

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации.

Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с проф-деятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими.

Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда

обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
3. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
4. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Нормы освещения строительных площадок. М.: Изд. стандартов, 2001.
5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
6. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
7. 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.
8. 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.
9. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.
10. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды.

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость; 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, локальная вибрация.

7.3.1 Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 180 мг/м^3 пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК 0,1-0,2 мг/м^3), а также CO_2 до 0,5/0,6 процентов; CO до 160 мг/м^3 ; окислов азота до $8,0 \text{ мг/м}^3$; озона до $0,36 \text{ мг/м}^3$ (ПДК 0,1 мг/м^3); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала (ПДК1 мг/м^3) [27, 15].

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

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

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

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на раздражающую и токсическую. Попадая в организм человека, частицы такой пыли взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, и результат 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 [27].

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [28]:

$$= 1.5\sqrt{\quad} +$$

где $t_{и}$ и $t_{в}$ – температура поверхности источника и воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{350 + 15} = 27,4 \text{ Вт.}$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до тепловыделений определяется по формуле:

$$H = 1.5 \cdot \sqrt{F} = 1.5 \cdot \sqrt{2.3 \cdot 7} = 6 \text{ м.}$$

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

$$L_k = 0.68 \cdot \sqrt{Q \cdot F^2 \cdot H}$$

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

F – площадь горизонтальной проекции источника тепловыделений, м^2 .

$$L_k = 0.68 \cdot \sqrt{10.4 \cdot 16.1^2 \cdot 6} = 86.6 \text{ м}^3/\mathbf{1}$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \cdot H = 2,3 + 0,8 \cdot 6 = 7,1 \text{ м,}$$

$$B = b + 0,8 \cdot H = 7 + 0,8 \cdot 6 = 11,8 \text{ м,} \quad (27)$$

Определим количество воздуха, которое должен удалять вытяжной зонт:

$$T_B = \frac{L_k \cdot F_з}{F} = \frac{86,6 \cdot 7,1 \cdot 11,8}{1 \cdot 16,1} = 452,3 \frac{\text{М}^3}{\mathbf{1}}$$

Определим количество воздуха для всех зонтов.

$$L_o = 452,3 \cdot 3 = 1357 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L = 1357 \text{ м}^3/\text{с}$.

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

7.3.2 Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- полуавтоматы ПРОФИ MIG – 500;
- двигатель кантователя;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2 \text{ кг}$) ГОСТ 2310 - 77,

шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364 – 80.

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 18 [23].

Таблица 18- Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

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 [28].

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие рамы нижней. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие основания, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения.

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

На данном участке используем виброизолирующие основания

для защиты от шума вентиляционного оборудования, вентиляторы установлены в отдельные звукоизолирующие помещения.

7.3.3 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 энерго-затратами 172/293 Дж/с (150/250ккал/ч) [28].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг), при проведении сварочных работ, необходимость придерживать детали при установке и прихватке и т. п.

7.3.4 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 крепкой.

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 9 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 3 ряда по 3 светильников.

7.3.5 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды.

Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварки 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 .

7.3.6 Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски по ГОСТ 12.4.023. 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.

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, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 19.

Таблица 19 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

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 навыпуск.

7.3.7 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.

7.3.8 Электробезопасность.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители вертикально забитые стальные трубы длиной 2,5 метра и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – попериметру площади размещают оценочные заземлители.

Применяем для заземления вертикально забитые трубы длиной 2 м и диаметром 50 мм.

Сопротивление одиночного заземления вертикально устанавливаемого в землю определяется по формуле [28]:

$$R_{\text{тр}} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l_{\text{T}}} \cdot \ln \frac{2 \cdot T_{\text{T}}}{d}$$

где ρ - удельное сопротивление грунта, Ом см; $\rho = 1 \cdot 10^5$ Ом см;

l_{T} - длина трубы, мм; $l_{\text{T}} = 2000$ мм;

d - наружный диаметр трубы, см; $d = 5$ см.

$$R_{\text{тр}} = \frac{1 \cdot 10^5}{2 \cdot 3.14 \cdot 200} \cdot \ln \frac{2 \cdot 200}{5} = 13 \text{ Ом}$$

Определяем потребное число заземлителей по формуле:

$$n = \frac{R_{\text{ТР}}}{R_3 \cdot \eta_3}, \quad (29)$$

где R_3 - требуемое сопротивление осуществляемого заземления, Ом,

$$R_3 = 5;$$

η_3 коэффициент экранирования, $\eta_3 = 0,8$.

$$n = \frac{13}{5 \cdot 0,8} = 3,7 \text{ шт.}$$

Принимаем $n=4$ шт.

Сопротивление металлической полосы, применяемой для соединения трубчатых заземлителя определяется по формуле:

$$R = \frac{\rho}{2 \cdot h \cdot L} \cdot \ln \frac{2 \cdot L^2}{b/n}$$

где ρ - удельное сопротивление грунта, Ом см; l_{π} - длина полосы, см;

b - ширина полосы, см;

h - глубина заложения полосы, см.

Длину полосы находим по формуле [28]:

$$l_{\pi} = 1,05 \cdot a \cdot (n-1),$$

где a - расстояние между заземлениями, см;

$$a = 2 \cdot l_{\text{тр}} = 2 \cdot 2 = 4 \text{ см.}$$

$$l_{\pi} = 1,05 \cdot 4 \cdot (4-1) = 13 \text{ м.}$$

(30)

$$R_n = \frac{1 \cdot 10^4}{2 \cdot 3.14 \cdot 4200} \cdot \ln \frac{2 \cdot 1300}{80/4}$$

Результирующее сопротивление всей системы, с учетом соединительной полосы и коэффициентов использования определяется по формуле:

$$R = \frac{R_{\text{тр}} * R_{\pi}}{R_{\text{тр}} * h_{\pi} + R_{\pi} * \eta_3 * \eta}$$

где $R_{тр}$ – сопротивление заземления одной трубы,

Ом; n - число труб заземлений, шт;

$\eta_{\text{Э}}$ - коэффициент использования труб контура, $\eta_{\text{Э}} = 0,8$;

$h_{п}$ - коэффициент использования соединительной полосы, $h_{п}=0,7$.

$$R = \frac{13 \cdot 18,4}{13 \cdot 0,7 + 18,4 \cdot 0,8 \cdot 4} = 3,5 \text{ Ом.}$$

В результате проведённых расчётов получаем, что система заземления состоит из четырёх труб, вертикально вбитых в землю диаметром 50 мм и длиной 2 метра. Сопротивление одиночного заземлителя равно 13 Ом. Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4x12 миллиметров.

7.3.9 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 подъемно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация рамы нижней на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

7.4 Охрана окружающей среды.

7.4.1 Защита селитебной зоны.

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки планов расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными для граждан, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение "селитебная зона", определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [29].

Промышленные объекты являются основным источником загрязнения окружающей среды в целом. Поэтому следует учитывать, при создании селитебной зоны, направление ветра, которое наиболее вероятно в этой местности. Так же селитебная зона должна быть отгорожена от промышленных предприятий зелеными насаждениями и другими растениями.

7.4.2 Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции.

Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95/98 процентов.

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

7.4.3 Охрана водного бассейна.

Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные. Выбор того или иного метода зависит от концентрации взвешенного вещества, степени дисперсности его частиц и требований, предъявляемых к очищенной воде.

7.4.5 Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки рамы нижней предусмотрены емкости для складирования металлических отходов предусмотрены контейнеры (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 [30].

7.4.6 Защита в чрезвычайных ситуациях.

На участке возможно возникновение пожара. Поэтому разработанный участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

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

7.4.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Проект вытяжной вентиляции.

На участке сборки и сварки применяем обще-обменную приточно-вытяжную вентиляцию.

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

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

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок сборки сварки рамы нижней.

Для сборки-сварки рамы нижней в разработано стационарное сборочно – сварочное приспособление, которое облегчило сборку, и позволило выполнять точную и надежную фиксацию деталей, заменено сварочное оборудование на менее дорогостоящее.

В результате перечисленных нововведений время изготовления рамы нижней сократилось на 0,187 ч.

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

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитан экономический эффект от перечисленных нововведений, что позволяет судить о выгодности предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет – 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 229,11 м².

Средний коэффициент загрузки оборудования – 88,9 %.

Экономический эффект на годовую программу – 95832,33 рублей.

Заключение

В данной дипломной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок сборки сварки рамы нижней.

Для сборки-сварки рамы нижней в разработано стационарное сборочно – сварочное приспособление, которое облегчило сборку, и позволило выполнять точную и надежную фиксацию деталей, заменено сварочное оборудование на менее дорогостоящее.

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

Библиография

1. <http://svarka-24.info/svarochnye-raboty/>
2. Оботуров В.И. Дуговая сварка в защитных газах. М: Строй изд ат,1989 232с.
3. РД 36-62-00 «Оборудование грузоподъемное» // URL: http://www.skunb.ru/data/upload/documents/files/ibo/GOST_new.pdf / (дата обращения: 12.03. 2021).
4. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах" // URL: <https://docs.cntd.ru/document/573264187?marker=6520IM> (дата обращения 20.04.2021).
5. Требование к оформлению документации // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200001260> (дата обращения 12.03.2021).
6. Кисаримов Р.А. Справочник сварщика. – М.: И П РадиоСофт, 2007 – 288с.
7. Марочник сталей и сплавов / М. М. Колосков, Е. Т. Долбенко,Ю. В. Коширский и др.; под общей М 28 ред. А. С Зубченко – М.: Машиностроение, 2001. 627с.:ИЛЛ.
8. Томас К. Н., Ильященко Д. П. Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» -2011. - 247с.
9. Проволока сварочная СВ08Г2С ГОСТ 2246-70 // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200005429> (дата обращения 25.03.2021).
10. Сварочная проволока СВ-08Г2С // URL: <https://www.ооопульсар.рф/svarochnye-materialy-esab/svarochnaya-provoloka/sv-08g2s/> (дата обращения 27.04.2021).
11. ГОСТ Р ИСО 14175-2010. Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200084975> (дата обращения 25.03.2021).

12. Васильев В. И., Ильященко Д. П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. - 96 с.
13. Оборудование подъемно-транспортное требование к изготовлению, ремонту и реконструкции металлоконструкций грузоподъемных кранов РД 24.090.97-98.
14. Оботуров В.И. Дуговая сварка в защитных газах. М: Строй издат, 1989 232с.
15. Сварочный полуавтомат ПРОФИ MIG – 500 [Электронный ресурс]
16. Сварочные приспособления. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. – ЮТИ ТПУ – 2008 – 95с.
17. СТО 9701105632-003-2021. Инструкция по визуальному и измерительному контролю // URL: https://svarikon.ru/wp-content/uploads/2021/03/STO_9701105632-003-2021.pdf (дата обращения 30.03.2021).
18. ГОСТ Р ИСО 17640-2016. Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковой контроль. Технология, уровни контроля и оценки // URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200133735> (дата обращения 30.03.2021).
19. Состав производственного процесса и общая методика разработки его документации // URL: <https://msd.com.ua/osnovy-proektirovaniya-svarochnykh-sekhov/sostav-proizvodstvennogo-processa-i-obshhaya-metodika-razrabotki-ego-dokumentacii-2/> (дата обращения 30.03.2021).
20. Азаров Н.А. Конструирование и расчет сварочных приспособлений Томск, ТПУ, 2009. – 48 с.
21. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. - 2005. - 40с.

22. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500 «Оборудование и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000.-24с.

23. О. Н. Жданова. Организация производства и менеджмент: методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 120500 «Оборудование и технология сварочного производства»-Юрга; ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2005. 32с.

24. Сварочный полуавтомат ESAB ARISTO MIG 5000I [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.tiberis.ru/collections/esab/products/esab-aristo-mig-5000i>

25. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 3. – М.: Машиностроение, 1978-557с.

26. Б. Е. Патон, С. Т. Римский, В. И. Галинич / Применение защитных газов в сварочном производстве // Автоматическая сварка - 2014 -№6-7 – С. 17-24

27. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html>

28. ГОСТ 12.0.0030 - 74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»

29. Селитебные зоны - это что? Селитебная территория [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:

<http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto- chto-selitebnaya-territoriya>

30. Куликов О. Н. Охрана труда при производстве сварочных работ. :Академия, 2006 – 176 с.

31. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в жилых помещениях, общественных зданиях и на территории жилой застройки //

[Электронный ресурс]. – Режим доступа:

http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/5/5212/

32. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. Изд. 3-е, исправленное и дополненное / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф., Козьяков и др.; Под общ. Ред. С.В. Белова. – М: Высшая школа, 2001. –485с.

33. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение //

[Электронный ресурс]. – Режим доступа:

http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/1/1898/

Приложение А

(спецификация рамы нижней в сборе КС-5371.3201)

Формат Зона Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>				
А1	ФЮРА.КС-5371.000.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
<u>Сборочные единицы</u>				
1	ФЮРА.КС-5371.000.01.000	Рама нижняя с элементами крепления электрооборудования	1	
2	ФЮРА.КС-5371.000.02.000	Кронштейн	2	
3	ФЮРА.КС-5371.000.03.000	Кронштейн	2	
4	ФЮРА.КС-5371.000.04.000	Крышка	1	
<u>Детали</u>				
5	ФЮРА.КС-5371.000.00.001	Платик	2	
6	ФЮРА.КС-5371.000.00.002	Крышка		1 шт. доп. зам. на прз. 11
7	ФЮРА.КС-5371.000.00.003	Крышка		1 шт. доп. зам. на прз. 10
8	ФЮРА.КС-5371.000.00.004	Банка	10	
9	ФЮРА.КС-5371.000.00.005	Банка	12	
10	ФЮРА.КС-5371.000.00.006	Банка	4	
ФЮРА.КС-5371.3201				
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разработ.	Десятков В.В.			
Проб.	Ильященко Д.П.			
Н.контр.	Ильященко Д.П.			
Утв.				
Рама нижняя в сборе			Лист у	Лист 1
			Листов 2	
			ЮТИ ТПУ гр. 10А70	
			Формат А4	

Копировал

Приложение Б
(спецификация приспособление сборочно–сварочное)

		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Перв. примен.						<u>Документация</u>			
		A1			ФЮРА.000001.066.00.000 СБ	Сборочный чертеж		A1, A2	
Сред. №						<u>Сборочные единицы</u>			
			3		ФЮРА.000001.066.03.000	Прижим	2		
			1		ФЮРА.000001.066.01.000	Рама	1		
			2		ФЮРА.000001.066.02.000	Гайка	4		
Подп. и дата						<u>Детали</u>			
			4		ФЮРА.000001.066.00.001	Корпус	4		
			5		ФЮРА.000001.066.00.002	Винт	4		
			6		ФЮРА.000001.066.00.003	Рукоять	4		
			7		ФЮРА.000001.066.00.005	Упор	4		
						<u>Стандартные изделия</u>			
			8			Болт М18 х 40 ГОСТ 7798-70	8		
		9			Болт М20 х 50 ГОСТ 7798-70	4			
					ФЮРА.000001.066.				
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Приспособление сборочно–сварочное	Лит.	Лист	Листов
	Разработ.	Десятов В.В.					у	1	2
	Проб.	Ильященко Д.П.					ЮТИ ТПУ зр.10А72		
	Н.контр.	Ильященко Д.П.					Формат А4		
	Утв.								

Копировал

Приложение В
Технологический процесс (обязательное)

<i>Добл.</i>							
<i>Взам.</i>							
<i>Подп.</i>							
<i>Приложение В (обязательное) Технологический процесс</i>				<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подп.</i>
				<i>Листов</i>			
				ФЮРАКС-5371.166			
				Рама нижняя			

Комплект документов
на технологический процесс
Сборки и сварки

<i>Разраб.</i>	<u>В.В. Десятов</u>
<i>Проб.</i>	<u>Д.П. Ильященко</u>
<i>Н. контр.</i>	<u>Д.П. Ильященко</u>

