

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 ТРАВЕРСЫ МКЮ2Ш.26/53.

УДК 622.285:621.86.06:621.757

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А62	Зильбернагель М.М.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Лизунков В.Г.	к.п.н., доцент		

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 – 2020 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефтегазодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Студент гр. 10А62

Руководитель ВКР

М.М. Зильбернагель

А.В. Крюков

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. Ильященко
 (подпись) (дата) (И.О.Ф.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломный проект

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

Студенту:

Группа	ФИО
10А62	Зильбернагель М.М.

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки траверсы МКЮ2Ш.26/51	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	

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. 7. Социальная ответственность.

<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>1. ФЮРА.МКЮ.2Ш.26/53.00.00.026СБ СБ 1 лист (А1) 2. ФЮРА.000001.026.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 1 лист (А1). 3. ФЮРА.000002.026 ЛП План участка 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000003.026 ЛП Директивный техпроцесс 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000004.026 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000005.026 ЛП Экономическая часть 1 лист (А1). 7. ФЮРА.000006.026 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1). 8. Технологическая схема сборки и сварки изделия</p>
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Крюков А.В.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков В.Г.
Социальная ответственность	Солодский С.А.

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А62	Зильбернагель М.М.		

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 2019 – 2020 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом готовой работы	
-------------------------------------	--

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.01.2020	Обзор литературы	20
17.02.2020	Объекты и методы исследования	20
17.03.2020	Расчеты и аналитика	20
17.04.2020	Финансовый менеджмент	20
20.05.2020	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Зильбернагель М.М.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

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

Юрга – 2020г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
10А62	Зильбернагель Михаилу Михайловичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

1. <i>Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР):</i> <i>материально-технических</i> <i>энергетических</i> <i>человеческих</i>	2000140 руб. 95985,69 руб. 2000140 руб.
2. <i>Используемая система налогообложения</i> <i>ставки налогов</i> <i>отчислений</i>	<i>упрощенная</i> 13% 32,8%
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Определение капитальных вложений</i>	
2. <i>Расчет составляющих себестоимости</i>	
3. <i>Расчет количества приведенных затрат</i>	
Перечень графического материала (<i>с точным указанием обязательных чертежей</i>)	
1. <i>Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)</i>	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЦТ	Лизунков В.Г.	к.п.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А62	Зильбернагель М.М		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А62	Зильбернагель М.М.

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки траверсы 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 производственной 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); <p>пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</p>	<p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>

<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); <p>разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p>	<p>Вредные выбросы в атмосферу.</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; <p>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</p>	<p>Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; <p>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</p>	<p>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>
<p>Перечень графического материала</p>	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	<p>Лист-плакат Система вентиляции участка</p>

<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>10А62</p>	<p>Зильбернагель М.М.</p>		

Р е ф е р а т

Выпускная квалификационная работа содержит 96 с, 2 рис., 23 табл., 31 источника, приложения.

СВАРОЧНЫЙ ТОК, ТРАВЕРСА, КРАН-БАЛКА, РАБОЧЕЕ МЕСТО, ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ, СПОСОБ СВАРКИ, ШОВ, СВАРНОЕ ИЗДЕЛИЕ, ВРЕМЯ СВАРКИ, ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ.

Объектом разработки является участок сборки-сварки траверсы МКЮ2Ш.26/53.

Актуальность работы: в данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки-сварки траверсы МКЮ2Ш.26/53.

Целью работы является: разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки траверсы МКЮ2Ш.26/53.

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы решались задачи определения структуры производственного процесса сварки, состава оборудования и работающих, разработка технологического процесса, сварочных и сборочно-сварочных приспособлений.

В результате работы рассчитаны режимы сварки, подобранно оборудование, соответствующее режимам сварки, пронормированы сборочно-сварочные операции, рассчитано количество приведенных затрат, исходя из вышеизложенного представлен технологический процесс.

Abstract

Final qualifying work 117p., 2 drawings, 26 tables, 43 sources, 4 applications, 10 p. graphic material.

Key words: fusion welding, technology, welding modes, welding current strength, welding equipment, productivity, site plan, fixture, industrial safety, cost.

Relevance of the work: in this final qualifying work, the design of the assembly-welding section of the traverse MKY.2SH.26/53 is carried out.

The object of study is the manufacturing process of the traverse MKY.2SH.26/53.

In the process of performing final qualification work, the tasks of determining the structure of the welding production process, the composition of equipment and workers, the development of the technological process, welding and assembly-welding devices were solved.

As a result of the work, the welding modes were calculated, the equipment corresponding to the welding modes was selected, assembly and welding operations were normalized, the number of reduced costs was calculated, based on the foregoing, the technological process is presented.

Содержание

Определения	23
Обозначения, сокращения, нормативные ссылки	24
Введение	25
1. Обзор и анализ литературы	26
1.1. Особенности дуговой сварки в смеси защитных газах.	26
1.2 Способы регулирования параметров режима наплавки при многопроходной сварке в защитных газах.	27
1.3. Импульсное воздействие при механизированной и автоматической дуговой сварке плавящимся электродом	28
1.4. Заключение	29
2. Объект и методы исследования	30
2.1. Описание сварной конструкции	30
2.2. Требования НД предъявляемые к конструкции	31
2.2.1. Требования НД предъявляемые к сборке конструкций под сварку [7].	31
2.2.2. Требования НД предъявляемые к сварке [7].	32
2.3. Методы проектирования	38
2.4. Постановка задачи	40
3. Разработка технологического процесса	41
3.1. Анализ исходных данных	41
3.1.1. Основные материалы	41
3.1.2. Обоснование и выбор способа сварки	42
3.1.3. Выбор сварочных материалов	43
3.2. Расчет технологических режимов	44
3.3. Выбор основного оборудования	49
3.6. Выбор методов контроля, регламент, оборудование	53
3.7. Разработка технической документации	56
3.8. Техническое нормирование операций	57
3.9. Материальное нормирование	59

3.9.1. Расход металла	59
3.9.2. Расход сварочной проволоки	59
3.9.3. Расход защитного газа	60
3.9.4. Расход электроэнергии	60
4. Конструкторский раздел	61
4.1. Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	61
5. Проектирование участка сборки-сварки	62
5.1 Состав сборочно-сварочного цеха	62
5.2. Расчет основных элементов производства	63
5.2.1. Определение количества необходимого числа оборудования	63
5.2.2 Определение состава и численности рабочих	64
5.3. Пространственное расположение производственного процесса	65
5.3.1. Состав сборочно-сварочного цеха	65
5.3.2. Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	66
6. Финансовый менеджмент	68
6.1. Финансирование проекта и маркетинг	68
6.2.1. Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	69
6.2.2. Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	71
6.2.3. Определение затрат на основные материалы	71
6.2.4. Определение затрат на вспомогательные материалы	72
6.2.5. Определение затрат на заработную плату	73
6.2.6. Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих	73
6.2.7. Заработная плата административно-управленческого персонала	74
6.2.8. Определение затрат на силовую электроэнергию	75
6.2.9. Определение затрат на сжатый воздух	75
6.2.10. Определение затрат на амортизацию оборудования	76
6.2.11. Определение затрат на амортизацию приспособлений	76
6.2.12. Определение затрат на ремонт оборудования	77
6.2.13. Определение затрат на содержание помещения	77

6.3. Расчет технико-экономической эффективности	78
6.4. Основные технико-экономические показатели участка	79
7. Социальная ответственность	80
7.1. Описание рабочего места	80
7.2. Законодательные и нормативные документы	81
7.3. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	83
7.3.1. Обеспечение требуемого освещения на участке	89
7.4. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	90
7.4.1. Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	92
7.5. Охрана окружающей среды	93
7.6. Защита в чрезвычайных ситуациях	94
7.7. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	95
Заключение	96
Список использованных источников	97
Приложение А (Спецификация траверсы)	100
Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	101
Приложение В (Технологический процесс)	102
Дискета CD	В конверте на обложке
Графическая часть	На отдельных листах
ФЮРА.МКЮ.2Ш.26/53.026.00.000 СБ Рештак. Сборочный чертеж	
Формат А1	
ФЮРА.000001.026.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное	Формат А1
ФЮРА.000002.026 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.026 ЛП Директивный техпроцесс	Формат А1
ФЮРА.000004.026 ЛП Схема вентиляции участка	Формат А1

ФЮРА.000005.026 ЛП Экономическая часть	Формат А1
ФЮРА.000006.026 ЛП Карта организации труда на производственном участке. Лист плакат	Формат А1
Технологическая схема сборки и сварки изделия	Формат А1

Определения

Сборочная единица – изготовленное, изготавливаемое, или же подлежащее изготовлению изделие, состоящее из нескольких деталей, соединяемых в процессе его изготовления между собой в одну общую конструкцию, при помощи применения для этого различного вида сборочных операций (клёпки, сварки, пайки, опрессовки, развальцовки, склеивания, сшивания, ит.п.).

Траверса – это жесткий строп в виде монолитной металлической балки или сварной фермы, который с помощью шарнирного соединения крепится к крюку подъемно-транспортных средств.

Сварка – процесс получения неразъёмных соединений посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, пластическом деформировании или совместном действии того и другого.

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки

КСЮ – конвейер скребковый Юргинский;

НД – нормативная документация

КП – курсовой проект;

ОШЗ – около шовная зона;

ИТР – Инженерно-технические работники;

МОП – Младший обсуживающий персонал;

ГОСТ 6996-66 – Сварные соединения, методы определения механических свойств;

ГОСТ 14771-76 – Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные;

ГОСТ 8713-79 – Сварка под флюсом. Соединения сварные.

ГОСТ 23518-79 – Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. основные типы, конструктивные элементы и размеры;

ГОСТ 27772-88 – Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия (с Изменением N 1);

ТУ 14-1-4632-93 – Прокат листовой и полосовой термо обработанный повышенного качества. Технические условия;

ГОСТ 2246-70 – Проволока стальная сварочная;

ГОСТ Р ИСО 14175-2010 Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов;

ГОСТ 8050-85 – Двуокись углерода газообразная и жидкая;

ГОСТ 10157-79 – Аргон газообразный и жидкий;

ГОСТ 427-75 – Линейки измерительные металлические. Технические условия.

Введение

Сварочное производство является одним из основных технологических процессов при изготовлении разнообразных металлических конструкций. Диапазон применения сварки очень велик. Обширное применение сварочного производства позволяет сокращать расход металла, а также сроки выполнения работ и трудоёмкость производственных процессов.

Для дальнейшего увеличения экономической эффективности в отраслях использующих сварочное производство очень важно увеличивать экономическую эффективность производства используя новейшие инновации, которые предоставляет научно-технический прогресс. Имеется в виду, в первую очередь массовое использование высокоэффективных систем машин, аппаратов, оборудования и технологических процессов, благодаря которым обеспечивается высокая механизация и автоматизацию производства.

Применение механизация и автоматизация в производстве положительно влияет на повышение производительности труда, качества продукции, улучшают условия труда.

1. Обзор и анализ литературы

1.1. Особенности дуговой сварки в смеси защитных газах.

При изготовлении сварных конструкций чаще всего используют дуговую сварку плавящимся электродом в защитных газах. Самый технологически прогрессивный вид сварки – сварка в защитном газе аргоне.

При данном способе сварки минимизируются потери электродного металла 1...3 % , большая часть этих потерь приходится на испарение. Имеются и другие преимущества. Одним из главных недостатков является высокая стоимость аргона. Для снижения себестоимости защитного газа можно добавлять в аргон углекислый газ. При этом потери металла при испарении составляют 3...5 % электродного металла.

Данный способ сварки применяется все чаще, но из-за организационных и других причин распространение сдерживается, из-за чего многие предприятия применяют более освоенную сварку плавящимся электродом в среде углекислого газа. Данный вид сварки характеризуется большими потерями электродного металла (в среднем 10 %), а также присутствует необходимость в удалении налипающих на поверхность свариваемых деталей брызг. Из-за этого время ручного труда увеличивается до 8...10 мин на удаление брызг с поверхности шва длиной 1 м.

Снизить трудозатраты возможно применением и нанесением перед сваркой защитных покрытий. В этом случае необходимо знать ширину участка налипания брызг, расход защитного покрытия. Капли электродного металла переходят в сварочную ванну (что характерно большинству из них) или вылетают из зоны сварки. [1].

1.2 Способы регулирования параметров режима наплавки при многопроходной сварке в защитных газах.

Один из важнейших вопросов в современном сварочном производстве это вопрос увеличения производительности. Способом позволяющим значительно увеличить производительность процесса сварки, и снизить материальные и энергетические затраты является внедрения автоматических и роботизированных комплексов. Однако при реализации технологии многопроходной сварки плавящимся электродом на автоматических и роботизированных установках возникают сложности, связанные с появлением таких дефектов, как несплавления. Особенно при наложении пристеночного валика (первого валика в слое) , поскольку для получения сварных швов с требуемыми механическими свойствами, благоприятной структурой, минимальными сварочными деформациями и требуемой формой швов, а также снижения вероятности появления горячих и холодных трещин необходимо ограничивать погонную энергию. В условиях ограничения погонной энергии при многопроходной сварке из-за повышенного теплоотвода в основной металл вероятность образования несплавлений между валиком и кромками разделки, а также между соседними валиками существенно возрастает.

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

Также одним из способов является метод, когда для предотвращения появления несплавлений между валиком и кромкой разделки применяют автоматическую сварку с поперечными колебаниями с импульсным увеличением тока при подходе к свариваемой кромке. Однако при этом необходимо определение точного значения мощности импульса (что связано с оценкой эффективности использования тепловой энергии дуги) [2].

1.3. Импульсное воздействие при механизированной и автоматической дуговой сварке плавящимся электродом

Совершенствование процессов дуговой сварки и наплавки с применением полуавтоматов и автоматов востребовано, из-за их широкого применения для создания различных металлоконструкций. К их числу относится и расширение возможностей по формированию сварного соединения, одной из составляющих которого является возможность управления формой шва. Такая задача в той или иной степени может решаться различными способами: применением специальных материалов, активирующих смесей, выбором режимов, технологическими приемами, используемыми сварщиком и др.

В последнее время для существенного улучшения результатов дуговой сварки плавящимся электродом все больше используются импульсные и модулированные воздействия [4]. На сегодняшний день существуют два основных направления осуществления импульсного воздействия на характеристики дуговой механизированной сварки плавящимся электродом [5]:

- за счет использования импульсных алгоритмов выходных параметров сварочного источника – тока [6];
- за счет работы механизма подачи электродной проволоки в импульсном режиме.

Первое направление является в настоящее время наиболее изученным и востребованным, однако до сих пор не все возможности импульсных технологических процессов реализованы в полной мере. Отмеченное обстоятельство особенно актуально для второго направления.

Для понимания физических процессов, сопровождающих импульсно-дуговые процессы сварки в режиме как постоянной подачи электродной проволоки, так и импульсной подачи, рассмотрим некоторые их специфические особенности.

Отметим, что импульсно-дуговую сварку плавящимся электродом в

защитных газах (ИДСПЭ) конструкционных сталей широко применяют в различных отраслях промышленности. В ИЭС им. О. Е. Патона, ряде российских учебных, научно-производственных и исследовательских организациях многие годы занимаются вопросами создания оборудования и технологии ИДСПЭ различных материалов. К настоящему времени накоплен значительный положительный опыт применения таких технологий в условиях промышленного производства, однако многие вопросы, в том числе и изучение возможностей ИДСПЭ по уравниванию геометрии сварного шва аппаратными средствами требуют дополнительного изучения[3].

1.4. Заключение

Использование новейших технологий позволяет увеличить эффективность сварки в защитных газах. На сегодняшний день сварка в инертных газах, а также их смесях широко распространена.

Использование в качестве защитного газа аргона с добавлением углекислого газа позволяет снизить его себестоимость, а возможность точного регулирования параметров в автоматической сварке позволяют увеличить качество швов, поэтому выбирается автоматическая сварка в смеси газов ($Ar+CO_2$).

2. Объект и методы исследования

Выпускная квалификационная работа предназначена для соответствия достигнутого выпускником уровня естественнонаучной, социально-экономической, специальной и общепрофессиональной подготовки требованиям государственного стандарта высшего профессионального образования по направлению 15.03.01 «Машиностроение».

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы требуется разработать и спланировать участок сборки и сварки траверсы ФЮРА.МКЮ.2Ш.26/53.000.026СБ, включающей выбор эффективного метода сварки, расчет режимов сварки, техническое нормирование операций, определение состава необходимых элементов производства, расчет и конструирование оснастки. Так же разработать технологическую часть, которая должна способствовать созданию современного и высокоэффективного сварочно-сборочного участка по выпуску продукции, с условием быстрой окупаемости, рентабельности и соответствие другим необходимым условиям.

2.1. Описание сварной конструкции

Крепь механизированная "МКЮ 2Ш-26/53" поддерживающе-оградительного типа предназначена для механизации крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей, включая тяжелые по проявлению горного давления, передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пологих и наклонных пластах. Крепь оснащена устройствами якорения, правки, а также корректировки трассы и удержания лавного конвейера, секция оснащена выдвижным шиббером, который позволяет подхватывать кровлю в выработанном пространстве и одновременно удерживать грудь забоя. Изготавливаемое изделие – траверса МКЮ.2Ш.26/53.00.00.026СБ. Она представляет собой сварную металлоконструкцию, состоящую из продольных боковин, соединенных

крестовинами. Траверса закреплена в проушинах завальной части основания и ограждения, предназначена для обеспечения продольной и поперечной устойчивости секции крепи и более равномерного распределения нагрузок в рычажном механизме. Конструкция изделия представлена на чертеже МКЮ.2Ш.26/53.00.00.026СБ. Габаритные размеры изделия: 2490 мм × 1450 мм × 390 мм.

Масса, кг: 2200 кг.

Траверса подвергается непосредственному воздействию высоких динамических нагрузок и вибрации.

Изделие эксплуатируется в воздушной среде. В процессе эксплуатации возможен ремонт сваркой отдельных частей конструкции.

2.2. Требования НД предъявляемые к конструкции

2.2.1. Требования НД предъявляемые к сборке конструкций под сварку [7].

Сборку конструкций, подлежащих сварке, следует выполнять только из деталей, соответствующих требованиям разделов 3-8 настоящего СП.

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

Предельные отклонения геометрических размеров сборочной единицы, передаваемой для сварки, не должны превышать допустимые отклонения, приведенные в проектной документации. При отсутствии в чертежах указаний о величине допусков следует соблюдать требования, приведенные в таблице 7 .

Собранные конструкции должны быть замаркированы белой масляной краской с указанием номера заводского заказа, номера чертежа, марки

сборочной единицы и ее порядкового номера изготовления. Маркировку можно осуществлять с помощью бирок, закрепляемых на изделии.

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

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

2.2.2. Требования НД предъявляемые к сварке [7].

Механические свойства металла сварных соединений должны соответствовать следующим требованиям ГОСТ 6996.

- временное сопротивление металла шва должно быть не ниже, чем у основного металла;
- твердость металла: не выше 350HV (340HB, 53HRB) – конструкций группы I согласно СНиП 11-23-81* и не выше 400HV (380HB, 100HRB) для конструкций остальных групп;
- ударная вязкость на образцах типа VI при отрицательной температуре, указанной в проекте, должна быть не ниже 29 Дж/см², за исключением соединений, выполняемых электрошлаковой сваркой;
- относительное удлинение не ниже *16 %.

Оборудование для сварки должно обеспечивать возможность эффективного выполнения сварных соединений по технологическому регламенту, разработанному на предприятии. Стабильность параметров режима, заданного в технологическом регламенте, которая обеспечивается оборудованием, должна оцениваться при операционном контроле процесса сварки. Контроль работы оборудования, включая поверку установленных на

нем измерительных приборов, необходимо проводить в рамках действующей на предприятии системы управления качеством производства.

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

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

При вынужденном перерыве в работе сварку разрешается возобновлять после очистки концевого участка шва длиной 50 мм и кратера от шлака, этот участок и кратер следует полностью перекрыть швом.

Кратеры на концах швов должны быть тщательно заварены и зачищены.

Отклонения размеров швов от проектных не должно превышать значений, указанных в ГОСТ 5264, ГОСТ 14771, ГОСТ 8713, ГОСТ 11533, ГОСТ 11534, ГОСТ 23518. Размеры углового шва должны обеспечивать его рабочее сечение, определяемое величиной проектного значения катета с учетом предельно допустимой величины зазора между свариваемыми элементами; при этом для расчетных угловых швов превышение указанного зазора должно быть компенсировано увеличением катета шва.

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

Около шва сварного соединения должен быть поставлен номер или знак сварщика, выполнившего этот шов. Номер или знак проставляется на расстоянии не менее 4 см от границы шва. если нет других указаний в

проектной или технологической документации. При сварке сборочной единицы одним сварщиком допускается производить маркировку в целом; при этом знак сварщика ставится рядом с маркировкой отправочной МЗДКН.

2.2.3 Требования НД предъявляемые к контролю качества[7].

Контроль качества содержит две последовательно осуществляемые группы мероприятий: операционный контроль, приемочный контроль(входной контроль рассмотрен в разделе 4) [7].

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

Контроль за соблюдением требований к технологии и технике сварки должен осуществляться на соответствие требованиям технологических инструкций и технологических карт, разработанных на предприятии, в которых должна учитываться специфика используемого оборудования и контрольно-измерительных приборов. При этом стабильность работы оборудования должна являться самостоятельным объектом операционного контроля.

Приемочный контроль качества швов сварных соединений осуществляется следующими основными методами, применяемыми в различном сочетании в зависимости от назначения конструкции, условий эксплуатации и степени ответственности: внешним осмотром и измерением, ультразвуком, радиографическим, капиллярным, пузырьковым, механическими испытаниями контрольных образцов и др.

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

В зависимости от конструктивного оформления, условий эксплуатации и степени ответственности швы сварных соединений разделяются на I, II и III категории, характеристика которых приведена в таблице 8 [7]. Методы и объемы контроля качества сварных соединений указаны в таблице 9 [7].

Контроль должен осуществляться на основании требований соответствующих стандартов и нормативно - технической документации. Заключение по результатам контроля должно быть подписано дефектоскопистом, аттестованным на уровень не ниже 2-го разряда.

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

Контроль должен производиться до окрашивания конструкций.

При внешнем осмотре сварные швы должны удовлетворять следующим требованиям:

а) иметь гладкую или равномерно чешуйчатую поверхность без резких переходов к основному металлу (требование плавного перехода к основному металлу должно быть специально обосновано и обеспечено дополнительными технологическими приемами в соответствии с 12.17[7]);

б) швы должны быть плотными по всей длине и не иметь видимых прожогов, сужений, перерывов, наплывов, а также недопустимых по размерам подрезов, не проваров в корне шва, не с плавлений по кромкам, шлаковых включений и пор;

в) металл шва и около шовной зоны не должен иметь трещин любой

ориентации и длины;

г) кратеры швов в местах остановки сварки должны быть переварены, а в местах окончания – заварены.

По результатам неразрушающего контроля швы сварных соединений должны удовлетворять требованиям, указанным в таблице 10 [7].

Сварные соединения, не отвечающие требованиям к их качеству, необходимо исправлять. Способ исправления назначается руководителями сварочных работ предприятия с учетом требований настоящего документа. Дефектные швы могут быть исправлены одним из следующих способов: путем механической зачистки. путем переварки дефектных участков, путем частичного или полного их удаления с последующей переваркой.

Наплывы и недопустимое усиление швов обрабатывают абразивным инструментом. Неполномерные швы, недопустимые подрезы, не за плавленные кратеры, не провары и не сплавления по кромкам подваривают с последующей зачисткой. Участки швов с недопустимым количеством пор и шлаковых включений полностью удаляют и заваривают вновь.

У обнаруженных в металле сварных соединений трещин должна быть установлена протяженность и глубина.

Концы трещины должны быть засверлены (диаметр отверстия 5-8 мм) с припуском по 15 мм с каждого конца. Затем производится подготовка участка под заварку путем создания И-образной разделки кромок (угол раскрытия 60-70 °).

Исправленные участки швов должны быть подвергнуты повторному контролю.

Результаты приемочного контроля должны быть оформлены в виде протоколов.

Остаточные деформации конструкций, возникшие после сварки и превышающие величины, приведенные в таблице 7 настоящего документа, должны быть исправлены. Исправление осуществляется способами механического, термического или термомеханического воздействия. В процессе

правки должно быть исключено образование вмятин, забоин и других повреждений на поверхности стального проката.

Деталям и элементам, подлежащим сварке, следует по возможности придавать предварительное обратное смещение или обратную деформацию, компенсирующие перемещения и деформации от сварки.

Запрещается охлаждать нагретый металл водой [7].

2.2.4 Требования НД предъявляемые к контрольной и общей сборке [7].

Контрольной сборке подвергают полностью изготовленные элементы до их грунтования и окраски.

Контрольная сборка должна подтвердить совпадение отверстий в монтажных стыках, а также плотность примыкания в стыках с передачей усилий через поверхности, отсутствие зазоров и депланаций в соединениях.

При отсутствии требований в нормативной документации на монтаж конструкций, собранных в процессе контрольной сборки, несовпадение отверстий в монтажных соединениях на обычных болтах должно быть проверено калибром, диаметр которого на 1,5 мм меньше проектного диаметра отверстия. Калибр должен пройти не менее чем в 75% отверстий каждой группы. В случае если калибр проходит менее чем в 75% отверстий каждой группы, производится повторная контрольная сборка из других элементов данной конструкции. Если в этом случае совпадение отверстий окажется неудовлетворительным, то должно быть принято решение техническим руководством предприятия-изготовителя и проектной организации о способах исправления отверстий в собранных элементах, а также в элементах конструкции всей партии, и о целесообразности дальнейшего проведения контрольныхборок.

Элементы, прошедшие контрольную сборку, должны иметь в узлах сборочные и фиксирующие приспособления, предусмотренные проектной документацией.

Общая сборка конструкций, как правило, производится монтажной организацией на строительной площадке, комплектующей базе или в иных местах, определенных заказчиком.

Допускается при согласии заказчика производить общую сборку на предприятии-изготовителе.

Общая сборка конструкций должна обеспечить полную собираемость составных элементов конструкции и геометрические размеры ее в целом.

Элементы конструкций, прошедшие общую сборку, должны иметь фиксаторы для укрупнительной сборки при монтаже, подогнанные кромки элементов для монтажной сварки встык, рассверленные отверстия на полный диаметр для монтажных болтовых соединений и детали, необходимые для подъема и монтажа конструкций.

2.3. Методы проектирования

Проектирование – это практическая деятельность, целью которой является поиск новых решений, оформленных в виде комплекта документации. Процесс поиска представляет собой последовательность выполнения взаимообусловленных действий, процедур, которые, в свою очередь, подразумевают использование определенных методов. Сложность процесса проектирования (как и любой другой творческой деятельности), нестандартность проектных (жизненных) ситуаций вызывают необходимость знания различных методов и умения владеть ими.

Метод – это прием или способ действия с целью достижения желаемого результата. Его выбор зависит не только от вида решаемой задачи, но и индивидуальных черт разработчика (его характера, организации мышления, склонности к риску, способности принимать решения и нести за них ответственность и т. п.), условий его труда и оснащенности средствами оргтехники.

Применение метода позволяет найти то или иное решение и, в итоге, выбрать окончательное.

Конструирование – это создание конкретной, однозначной конструкции изделия. Конструирование опирается на результаты проектирования и уточняет все инженерные решения.

Методы конструирования.

К методам конструирования относятся методы на основе преемственности, унификации, агрегатирования, модификации, стандартизации, инверсии и другие. По своему характеру эти методы являются эвристическими.

Конструктивная преемственность – это постепенное совершенствование конструкции путем введения в нее отдельных новых или дополнительных деталей, узлов, агрегатов взамен морально устаревших и неудовлетворяющих современным требованиям, либо с целью изменения прежних характеристик изделия. Метод основан на совершенствовании уже существующей конструкции. Он включает следующие этапы:

- составление списка новых требований к конструкции и его анализ;
- выявление в конструкции частей, препятствующих удовлетворению этих требований;
- поиск путей по усовершенствованию данных частей или поиск вариантов для их замены.

Метод широко использует основные эвристические методы. Так, для поиска слабых мест в конструкции эффективно применять метод иерархической декомпозиции, расчлняя изделие на как можно более простые или элементарные части и отыскивая те, с которыми связана неудовлетворительная работа всего изделия. Чем элементарнее будет заменяемая часть, тем проще и быстрее будет создана более совершенная конструкция: меньше времени уйдет на разработку, не понадобится существенно переналаживать технологический процесс. При этом необходимо выполнять проверку на состыковку новой части с остальными частями изделия

(по геометрическим размерам и формам сопрягаемых поверхностей, усилиям взаимодействия и передаваемой мощности и другим входным и выходным параметрам) и обращать внимание на то, чтобы согласование размеров, создание специальных условий и т. д. не усложняло технологию изготовления и сборки соседних взаимодействующих частей [8].

Литературный анализ – анализ сведений включающих в себя текущие знания, включая основные выводы, а также теоритический и методологический вклад в определенную тему.

2.4. Постановка задачи

В данном курсовом проекте необходимо разработать технологию и спроектировать участок сборки-сварки траверсы МКЮ2Ш.26/53, изучить основные материалы изделия, выбрать марку стали, выбрать метод сварки, рассчитать режимы сварки, выбрать основное оборудование, составить схемы общей сборки, составить технологический процесс, рассчитать необходимое количество оборудования и численность рабочих.

3. Разработка технологического процесса

3.1. Анализ исходных данных

3.1.1. Основные материалы

Изготавливаемое изделие - траверса которая изготавливается из следующих марок сталей: 14ХГ2САФД, 10ХСНД, 09Г2С.

Химический состав и механические свойства стали 14ХГ2САФД приведен в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 –Химический состав стали 14ХГ2САФД,% [9]

C	Cr	Mn	Si	Cu	Ni	Mn	P	S	N
0.12-0.18	0.5-0.8	1.4-1.9	0.4-0.7	0.1-0.4	≤0.3	1.4-1.9	≤0.035	≤0.02	0.01-0.02

Таблица 3.2 –Механические свойства стали 14ХГ2САФД [9]

σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %
550-590	390-430	18

Химический состав и механические свойства стали 10ХСНД приведены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 –Химический состав стали 10ХСНД [10]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	N	As
0,12	0.8-1.1	0.5-0.8		Не более					
			0.5-0.8	0,04	0,035	0.6-0.9	0.4-0.6	0,008	0,08

Таблица 3.4 – Механические свойства стали 10ХСНД [10]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	KCU ₄₀ МДж/м ²
305	480	28	-

Химический состав и механические свойства стали 09Г2С приведен в таблицах 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Химический состав стали 09Г2С,% [10]

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

Таблица 3.6 – Механические свойства стали 09Г2С [10]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %
300	405	30

Свариваемость :

Стали: 14ХГ2САФД, 10ХСНД, 09Г2С относится к 1 группе свариваемости (Хорошая). Сварка производится без особых приемов.

3.1.2. Обоснование и выбор способа сварки

Способы сварки при разработке технологии необходимо выбирать так, что бы они соответствовали требованиям установленными исходными данными а так же что бы выбранный способ сварки наиболее соответствовал современным требованиям, был эффективным и перспективным.

В случае если в результате выбора предполагается несколько способов, то окончательный выбор производится по результатам экономической эффективности.

Сварка в среде защитных газов - это общеизвестное название дуговой сварки, во время которой через сопло горелки подается струя защитного газа в зону горения дуги. В качестве защитных газов применяются: инертные газы, такие как гелий и аргон; либо активные газы, такие как O₂(кислород), N₂(азот), CO₂ (углекислый газ), или H(водород); либо смеси газов (Ar + CO₂ + O₂; Ar + O₂; Ar + CO₂ и другие). Для того, чтобы понять какой именно защитный газ

необходимо применять, нужно определить химический состав свариваемого металла, ознакомиться с требованиями, предъявляемыми к свойствам сварного соединения; а также рассчитать экономическую составляющую процесса сварки и другие факторы. Применяемые смеси защитных газов в обязательном порядке должны соответствовать требованиям ТУ.

Для сталей 14ХГ2САФД, 10ХСНД, 09Г2С применяются следующие способы сварки: автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами; механизированная и автоматическая сварка в среде защитных газов Ar+CO₂ электродной проволокой диаметром 0,8...2,0 мм; [11].

Выбираем сварку плавящимся электродом в среде защитных газов Ar и CO₂, (Ar-80%, CO₂-20%).

3.1.3. Выбор сварочных материалов

Для сварки в среде защитных газов выберем сварочную проволоку Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70. Химический состав проволоки Св-08Г2С-О представлен в таблице 3.9.

Таблица 3.7– Химический состав проволоки Св-08Г2С-О[12]

С, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	Ni, не>%	S, не>%	P, не>%
0,05-0,11	1,8-2,1	0,70-0,95	0,2	0,25	0,025	0,03

Таблица 3.8 - Механические свойства металла шва [12]

Марка проволоки	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	КСУ, Дж/см ²	
				20°С	0°С
Св-	51	40	24	120	60

Для стабилизации сварочной дуги и сварочной ванны используем смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80%

аргона.

Смесь изготавливают непосредственно на ООО «Юргинский машзавод» согласно требованиям ТУ 2114-004-00204760-99. Затем смесь перемещается в баллонах в цех к рабочим местам.

Двуокись углерода поставляется по ГОСТ 8050-85 трёх сортов. Состав приведён в таблице 3.10.

Таблица 3.9 – Состав CO₂, в % [13]

Содержание	Сорт		
	Высший сорт	1 сорт	2 сорт
CO ₂ (не менее)	99,8	99,5	98,8
CO (не более)	0	0	0,05
Водяных паров при 760мм.рт.ст. и 20 °С (не более), г/см ³ .	0,178	0,515	Не проверяют

В качестве инертного газа в смесь входит аргон по ГОСТ 10157-79. Состав приведён в таблице 3.11.

Таблица 3.10 – Состав Ar, в % [13]

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

3.2. Расчет технологических режимов

Сварка в среде углекислого газа широко применяется при изготовлении конструкций из углеродистых, низколегированных, теплоустойчивых сталей, среднелегированных, хромоникелевых и аустенитных сталей.

Основные типы соединений, выполняемые в среде углекислого газа, регламентированы ГОСТ 14771-76.

Основными параметрами режима сварки в среде углекислого газа являются:

1. Диаметр электродной проволоки, $d_{эл}$, мм.
2. Сила сварочного тока, $I_{св}$, А.
3. Напряжение на дуге, $U_{д}$, В.
4. Скорость сварки, $V_{св}$, м/ч.
5. Расход защитного газа, q_r .

Сварка механизированная, выполняется проволокой Св-08Г2С-О, в нижнем положении. Соединение тавровое типа Т1 с катетом 10 мм. показано на рисунке 3.1.

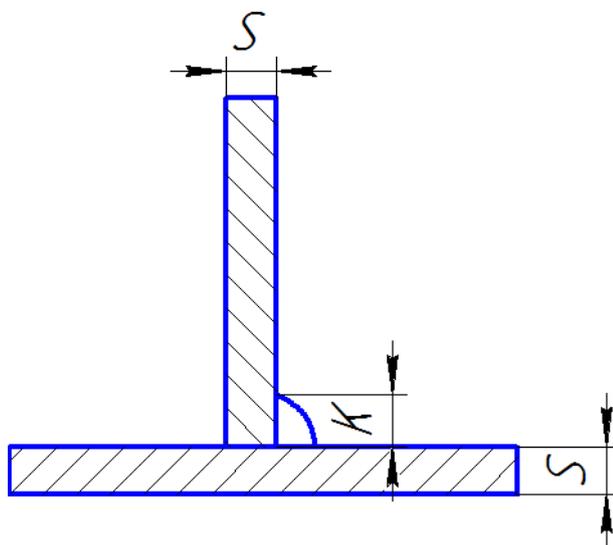


Рисунок 3.1 Соединение Т1- $\nabla 10$ по ГОСТ 14771 – 76 (S – толщина листа, K –катет)

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по формуле [9]:

$$d_{эпi} = K_d \cdot F_{Hi}^{0,625} \quad d_{эпi} = K_d \cdot F_{Hi}^{625} \quad (3.2)$$

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

Ориентировочно площадь корневого и заполняющего проходов при положении шва принимаем $F_{HK}=20 \text{ мм}^2$ и $F_{HЗ}=40 \text{ мм}^2$.

Чтобы определить общее количество проходов, необходимо найти общую площадь наплавленного металла.

Определим общее количество проходов [9]:

$$n_{\text{по}} = \frac{F_{\text{НО}} - F_{\text{НК}}}{F_{\text{НЗ}}} + 1 = \frac{65,8 - 20}{40} + 1 = 2,145. \quad (3.3)$$

Примем $n_{\text{пр}} = 2$.

Уточним площадь $F_{\text{НЗ}}$ с учетом количества проходов:

$$F'_{\text{НЗ}} = \frac{F_{\text{НО}} - F_{\text{НК}}}{n_{\text{по}} - n_{\text{пк}}} = \frac{65,8 - 20}{2 - 1} = 45,8 \text{ мм}^2, F'_{\text{НЗ}} = \frac{F_{\text{НО}} - F_{\text{НК}}}{n_{\text{по}} - n_{\text{пк}}} = \frac{91 - 10}{5 - 1} = 20,05 \text{ мм}^2 \quad (3.4)$$

Рассчитаем диаметр электродной проволоки для корневого $d_{\text{ЭПК}}$ и заполняющих $d_{\text{ЭПЗ}}$, при сварке $K_d = 0,149 \dots 0,409$:

$$\begin{aligned} d_{\text{ЭПК}} &= (0,149 \dots 0,409) \cdot F_{\text{НК}}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 20^{0,625} = 0,97 \dots 2,66 \text{ мм} \\ &= (0,63 \dots 1,72) \text{ мм} \end{aligned} \quad (3.5)$$

$$\begin{aligned} d_{\text{ЭПЗ}} &= (0,149 \dots 0,409) \cdot F'_{\text{НЗ}}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 45,8^{0,625} = 1,63 \dots 4,46 \text{ мм} = \\ &= (0,63 \dots 1,72) \text{ мм} \end{aligned} \quad (3.6)$$

Примем стандартные значения диаметра сварочной проволоки: $d_{\text{ЭПК}} = 1,6$ мм. и $d_{\text{ЭПЗ}} = 1,6$ мм.

Рассчитаем скорость сварки для корневого, заполняющего проходов [9]:

$$\begin{aligned} V_{\text{СК}} &= \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭПК}}^2 + 50,6 \cdot d_{\text{ЭПК}}^{1,5}}{F_{\text{НК}}} = \frac{8,9 \cdot 1,6^2 + 50,6 \cdot 1,6^{1,5}}{20} = 6,26 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \\ V_{\text{СК}} &= \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭПК}}^2 + 50,6 \cdot d_{\text{ЭПК}}^{1,5}}{F_{\text{НК}}} = \frac{8,9 \cdot 1,6^2 + 50,6 \cdot 1,6^{1,5}}{10} = 12,5 \frac{\text{мм}}{\text{с}} \end{aligned} \quad (3.7)$$

$$V_{\text{СЗ}} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^2 + 50,6 \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^{1,5}}{F'_{\text{НЗ}}} = \frac{8,9 \cdot 1,6^2 + 50,6 \cdot 1,6^{1,5}}{45,8} = 2,7 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.8)$$

$$\text{Принимаем } V_{\text{СК}} = 6 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 21,6 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, V_{\text{СЗ}} = 3 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 10,8 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

При известных площадях наплавленного металла, диаметрах электродных проволок и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле [9]:

$$V_{\text{ЭПК}} = \frac{4 \cdot V_{\text{СК}} \cdot F_{\text{НК}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭПК}}^2 \cdot (1 - \psi_{\text{P}})} = \frac{4 \cdot 6 \cdot 2}{\pi \cdot 1,6^2 \cdot (1 - 0,1)} = 66,3 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 239 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.9)$$

$$V_{\text{ЭПЗ}} = \frac{4 \cdot V_{\text{СЗ}} \cdot F_{\text{НЗ}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^2 \cdot (1 - \psi_{\text{P}})} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 45,8}{\pi \cdot 1,6^2 \cdot (1 - 0,1)} = 75,9 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 273 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.10)$$

Рассчитаем сварочный ток для корневого, заполняющего и подварочного проходов при сварке на обратной полярности [9]:

$$\begin{aligned} I_{\text{СК}}^{0(+)} &= d_{\text{ЭПК}} \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_{\text{ЭПК}} \cdot V_{\text{ЭПК}} + 145150} - 382 \right) = \\ &= 1,6 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,6 \cdot 66,3 + 145150} - 382 \right) = 264 \text{ А}, \\ &= 1,6 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,6 \cdot 66,3 + 145150} - 382 \right) = 263,6 \text{ А} \end{aligned} \quad (3.11)$$

$$\begin{aligned} I_{\text{СЗ}}^{0(+)} &= d_{\text{ЭПЗ}} \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_{\text{ЭПЗ}} \cdot V_{\text{ЭПЗ}} + 145150} - 382 \right) = \\ &= 1,6 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,6 \cdot 75,9 + 145150} - 382 \right) = 296 \text{ А}, \\ &= 1,6 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,6 \cdot 75,9 + 145150} - 382 \right) = 266,5 \text{ А} \end{aligned} \quad (3.12)$$

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

При расчете режимов для смеси газов $\text{Ar} + \text{CO}_2$ необходимо вводить поправочный коэффициент $k_{\text{см}}$, $k_{\text{см}} = 1,1 \dots 1,15$.

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_{\text{СК}} = 264 \cdot 1,12 = 295 \text{ А}.$$

$$I_{\text{СЗ}} = 238 \cdot 1,15 = 274 \text{ А}.$$

Принимаем $I_{\text{C}} = 280 - 300 \text{ А}$.

Определим напряжение сварки корневого и заполняющего проходов [9]:

$$U_{\text{C}} = 14 + 0,05 \cdot I_{\text{C}}, \quad (3.13)$$

$$U_{\text{СК}} = 14 + 0,05 \cdot 280 = 28 \text{ В},$$

$$U_{\text{СЗ}} = 14 + 0,05 \cdot 300 = 29 \text{ В}.$$

Расход защитного газа $\text{Ar} + \text{CO}_2$ для соответствующих проходов [9]:

$$q_{\text{зг}} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_{\text{C}}^{0,75}, \quad (3.14)$$

$$q_{згк} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 280^{0,75} = 0,209 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 12 \frac{\text{л}}{\text{мин}},$$

$$q_{згз} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 300^{0,75} = 0,216 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 13 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$

Полученные результаты сведем в таблицу 3.11.

Таблица 3.11 Режимы сварки в CO₂ стали С345-1

Толщина металла, мм.	Диаметр проволоки, мм.	Сварочный ток, А	U, В.	Скорость сварки, м/ч.	Расход CO ₂ , $\frac{\text{л}}{\text{мин}}$.	n _{пр}
10	1,6	280-300	28-29	3-6	12-13	2

Аналогично провели расчёт режимов сварки остальных швов, полученные результаты сводим в таблицу 3.12.

Таблица 3.12 - Режимы сварки траверсы задней в смеси Ar + CO₂

№ шва	Тип шва	d _{эп} , мм	V _с , м/ч	I _с , А	U _с , В	l _в , мм	Расход газа, л/мин	N
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	T1 - $\nabla 0$	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	16-18	2
2	T1 - $\nabla 5$	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	16-18	5
3	T1 - $\nabla 20$	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	16-18	8
4	T3 - $\nabla 0$	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	16-18	2
5	T3 - $\nabla 5$	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	16-18	5
6	H1 $\nabla 3$	1,2	10-20	100-140	22-24	19,2	14-16	1
7	H1 - $\nabla 20$	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	16-18	8
8	У6	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	16-18	5
9	Нест.	1,2	10-20	280-300	28-29	19,2	16-18	4

3.3. Выбор основного оборудования

Выбираем источники сварочного тока и сварочный аппарат для механизированной сварки.

Для сварки в среде защитного газа плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки $I_c = 280 - 300$ А, напряжение сварки $U=28 - 30$ В. Согласно требуемым условиям выбираем сварочный полуавтомат ПДГО-510 с выпрямителем Пионер-5000 (НАКС) [14], его характеристики приведены в таблице 3.14.

Таблица 3.12 –Технические характеристики сварочного полуавтомата ПДГО-510 с выпрямителем Пионер-5000 (НАКС)

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания, 50Гц, В	380 (⁺⁵ ₋₁₀ %)
Потребляемая мощность, кВА	25,0
Номинальный сварочный ток, А, при ПН=60%	500
Диапазон регулирования сварочного тока, А,	50-500
Диапазон регулирования рабочего напряжения, В,	16-39
Напряжение холостого хода, В	80,0
Диаметр сплошной сварочной проволоки, мм	1,0-1,6
Диаметр порошковой сварочной проволоки, мм	1,2-2,0
Скорость подачи электродной проволоки, м\ч	120-1100
Пределы регулирования времени продувки «Газ до сварки», сек, (только в режиме "Длинные швы")	0,2-1,2
Пределы регулирования времени продувки «Газ после сварки» (защита сварочной ванны), сек, (только в режиме "Длинные швы")	0,2-2,0
Пределы регулирования времени задержки отключения выпрямителя (вылет проволоки), сек	0,2-1,2
Пределы регулирования времени нарастания скорости подачи электродной проволоки от минимального до установленного значения (мягкий старт), сек	0,2-2,0
Масса проволоки на кассете, кг	15
Род сварочного тока	постоянный
Охлаждение	принудительное
Габаритные размеры источника питания, мм	636x322x584
Габаритные размеры механизма подачи, мм	620x255x425
Масса источника питания, кг	56,0
Масса механизма подачи, кг	18,0

3.4. Выбор оснастки

Оснастка технологическая – это совокупность приспособлений для установки и закрепления заготовок и инструмента, выполнения сборочных операций, деталей или изделий. Использование оснастки позволяет осуществить дополнительную или специальную обработку и/или доработку выпускаемых изделий.

При изготовлении рештака применяются: Линейка ГОСТ 427-75, угольник УП-1, набор щупов.

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

В современном серийном сварочном производстве, существуют определенные принципы построения маршрута выпуска изделия. Так, при изготовлении продукции, включающей в себя некоторое количество деталей, на первом этапе из соответствующих элементов изготавливают сборочные единицы. Затем из сборочных единиц производят полную сборку изделия.

Заготовительную операцию следует разбить как бы на две подоперации: начальную обработку проката и изготовление деталей. Предварительная обработка металла включает зачистку, правку, вырезку заготовок из проката. Металл, прошедший предварительную обработку, поступает в заготовительное отделение цеха, где последовательно проходит ряд производственных операций по изготовлению деталей.

Сборка должна обеспечить точное взаимное расположение деталей и минимальные зазоры между ними.

С учетом принятого способа сварки, максимальные сборочные зазоры для разных узлов, составляют 0-1 мм.

Сварка является одной из основных операций изготовления сварочного изделия. Она осуществляется в соответствии с технической документации и

техническими условиями на сварку. Качество сварного изделия зависит от целого ряда факторов: правильности выбора сварочных материалов, оборудования, материала изделия, пространственного положения швов, квалификации сварщика и многих других.

Слесарная операция необходима для зачистки сварочного изделия от брызг расплавленного металла, правки изделия, если это необходимо.

Транспортная операция обеспечивает связь между отдельными рабочими местами, осуществляет перемещение материалов, деталей, сборочных единиц. Она осуществляется как при помощи межоперационного, так и внутрицехового, напольного транспорта.

Важное место в процессе производства изделия занимает операция контроля качества. Управление качеством сварки должно предусматривать контроль всех факторов, от которых зависит качество продукции. Основные из них можно условно сгруппировать как технологические и конструктивные. Служба и система контроля в сварочном производстве должна предусматривать проверку основных технологических факторов, исходных материалов, оборудования, квалификации рабочих, технологического процесса и т. п.

Технологический процесс сборки и сварки траверсы начинается с подбора деталей, входящих в сборочную единицу, согласно комплектовочной карте.

На рисунке 3.2 показана схема изготовления траверсы.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА СБОРКИ-СВАРКИ ИЗДЕЛИ

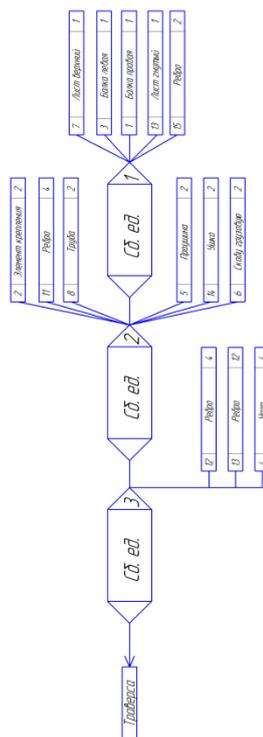


Рисунок 3.2 Схема изготовления траверсы.

3.6. Выбор методов контроля, регламент, оборудование

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

Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции [15].

Под дефектом понимают каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям.

Дефекты в сварных соединениях по происхождению можно разделить на металлургические и технологические.

Металлургические дефекты возникают при изготовлении отливок и дальнейшей их прокатке или прессовании.

К технологическим дефектам относят дефекты, полученные при механической и термической обработке материалов, а также формообразовании свариваемых элементов методами гибки, штамповки и т.д.

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

Дефекты бывают наружные, внутренние и сквозные.

Дефекты формы и размеров шва:

- не равномерность швов;
- неравномерность шва;
- несимметричность шва;
- бугристость шва;
- грибовидность;
- боковые выплески металла;
- подрезы шва;
- наплывы;
- прожоги.

Дефекты, нарушающие с плоскость сварных соединений:

- не провары;
- трещины;
- поры;
- шлаковые включения.

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

Проверка качества сварки в готовом изделии производится визуальным и измерительным контролем (РД 03-606-03). Визуально выявляют несоответствие шва геометрическим размерам и наружные дефекты, отмечают места дефектов. Далее происходит замер геометрических параметров сварного шва и определение размеров наружных дефектов универсальным шаблоном сварщика (УШС-3), шаблоном сварщика (ШС-2) [15].

Визуальный и измерительный контроль является первой контрольной операцией по приемке готового сырья узла или изделия. Им подвергают все сварные швы независимо от того, как они будут испытаны в дальнейшем.

Перед осмотром сварной шов и прилегающую к нему поверхность основного металла по обе стороны очищают от шлака, застывших брызг металла, окалины и других загрязнений. Швы осматривают невооруженным глазом или применяя лупу с увеличением до 10 раз по всей их протяженности и (в случае доступности) обязательно с двух сторон. При недостаточном освещении используют карманные фонари или переносные электрические лампочки.

Результаты внешнего осмотра позволяют предположительно судить о местах расположения внутренних дефектов и их характере.

Качество сварного соединения в значительной мере характеризуется размерами сварных швов.

Для проверки размеров сечения у стыковых швов замеряют их ширину, высоту усиления и размер обратной подварки; в угловых швах, соединениях внахлестку и втавр,— катет шва. Значения этих величин, а также допускаемые отклонения устанавливаются техническими условиями или ГОСТами.

При изготовлении траверсы применяется визуально измерительный контроль сварных швов. Данным способом контролируют исходные детали и готовую продукцию, обнаруживают отклонения формы деталей и изделий, изъяны металла, обработки поверхности и видимые дефекты сварных швов.

Преимущества визуального контроля:

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

Для ВИК применяются, лупа, линейка и УШС-4.

3.7. Разработка технической документации

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

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

Разработка технологических процессов включает:

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

В результате должны быть достигнуты:

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

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

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

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- 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 [16].

Изготовление траверсы начинается на сборочно-сварочном приспособлении, на котором собираются и свариваются лист верхний поз.7, балка правая поз.1, балка левая поз.3, лист гнутый поз.9. Зажимаются пневмоприжимы, собираются и свариваются ребро поз.13 (операция 010-015). Затем собираются и свариваются труба поз.8, ушко поз.14, скоба грузовая поз.6, элемент крепления поз.2, бирка поз.15, ребро поз. 11 (операция 015-020). Затем собираются и свариваются ребро поз.10, ребро поз.12, (операция 020-025). Отжимаются пневмоприжимы, устанавливается и свариваются упор поз.4 (025-030). Там же производится слесарная обработка и контроль (операции 030-035).

Технологическая схема сборки траверсы приведена в приложении В.

3.8. Техническое нормирование операций

Цель технического нормирования – установление для конкретных организационно-технических условий затрат времени необходимого для выполнения заданной работы.

Техническое нормирование имеет большое значение, так как является

основой всех расчетов при организации и планировании производства.

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [17]:

$$T_{\text{ш}} = T_{\text{н.ш-к}} \cdot L + t_{\text{в.и}} \cdot T_{\text{ш}} = T_{\text{н.ш-к}} \cdot L + t_{\text{в.и}} \quad (3.15)$$

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

L – длина сварного шва по чертежу;

$t_{\text{в.и}}$ $t_{\text{в.и}}$ – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования.

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва:

$$T_{\text{н.ш-к}} = (T_{\text{о}} + t_{\text{в.ш}}) \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{обс.}} + a_{\text{отл.}} + a_{\text{п-з}}}{100}\right), \quad (3.16)$$

где, $T_{\text{о}}$ $T_{\text{о}}$ – основное время сварки;

$t_{\text{в.ш}}$ $t_{\text{в.ш}}$ – вспомогательное время, зависящее от длины сварного шва.

$$T_{\text{о}} = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot \alpha} + \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot \alpha} \cdot n, \quad T_{\text{о}} = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot \alpha} + \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot \alpha} \quad (3.17)$$

Время сварки для шва №5 ТЗ- \triangle 15:

$$T_{\text{о}} = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} + \frac{35 \cdot 7,85 \cdot 60}{300 \cdot 15} \cdot 4 = 16,62 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 020

Масса детали поз. 12 (4 шт) $m_1=0,47$ кг; установка изделия вручную на приспособление $t_1=0,26 \cdot 4=1,12$ мин.; масса детали поз. 13 (12 шт.) $m_2=0,47$ кг; установка детали вручную на приспособление $t_2=0,26 \cdot 12= 3,12$ мин.; время на клеймение $t_2=2,1$ мин.

Время на прихватку:

1) $t_{\text{пр}} = 0,15 \cdot 32=4,8$ мин;

2) $t_{\text{в.и}} = 1,12+3,12+4,8+2,1= 11,14$ мин.

3) $T_{\text{н.ш-к}} = (16,62+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 22,06$ мин.,

4) $T_{\text{ш}} = 22,06 \cdot 0,6 \cdot 2 + 11,14 = 37,61$, мин.

Аналогично рассчитаем другие операции. Данные расчетов сводим в таблицу 3.14.

Таблица 3.14 – Нормы штучного времени базового и предлагаемого технологических процессов изготовления секции переходной

	Наименование операции	Тшт, мин
1	2	3
005	Комплектовочная	-
010	Сборочно-сварочная	349,53
015	Сборочно-сварочная	53,2
020	Сборочно-сварочная	37,61
025	Сборочно-сварочная	57,09
030	Слесарная	29,1
035	Контроль	24,5
Итого		558,22

3.9. Материальное нормирование

3.9.1. Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле:

$$m_M = m \cdot k_0, \quad (3.18)$$

где m – вес одного изделия, кг;

k_0 – коэффициент отходов, $k_0 = 1,3$;

$$m_M = 2200 \cdot 1,3 = 2860 \text{ кг},$$

3.9.2. Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки для сварки в CO_2 [9]:

$$M_{ЭП} = K_{р.п.} \cdot (1 + \psi_P) \cdot M_{НО}, \quad (3.19)$$

где $K_{р.п.}$ – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при

наладке сварочного аппарата, $K_{p.п} = 1,02...1,03$; принимаем $K_{p.п} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки,
 $\psi_p = 0,01...0,15$, принимаем $\psi_p = 0,1$;

$M_{н.о.}$ – масса наплавленного металла;

$$M_{ЭП} = 1,03 \cdot (1 + 0,1) \cdot 37,77 = 42,79 \text{ кг.}$$

3.9.3. Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [9]:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \cdot t_c, \quad (3.20)$$

где, $q_{з.г.}$ – расход защитного газа.

$$Q_{з.г.} = 17 \cdot 360,3 = 6125 \text{ л.}$$

3.9.4. Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [9]:

$$W_{ТЭ} = \sum \left(\frac{U_c \cdot I_c \cdot t_c}{\eta_u} \right) + P_x \cdot \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), W_{ТЭ} = \sum \left(\frac{U_c \cdot I_c \cdot t_c}{\eta_u} \right) + P_k \cdot \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right) \quad (3.15)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва;

η_u – КПД источника сварочного тока;

P_x – мощность холостого хода источника;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{ТЭ} = W_{ТЭ} \cdot Ц_{э.э.}, З_{ТЭ} = W_{ТЭ} \cdot Ц_{ээ} \quad (3.21)$$

где $W_{ТЭ}$ – расход технологической электроэнергии; Вт·ч;

$Ц_{э.э.}$ – цена 1 кВт·ч электроэнергии, $Ц_{э.э.} = 1,24$ руб/кВт·ч;

$$W_{ТЭ} = \frac{26 \cdot 260 \cdot 0,6}{0,82} + \frac{28 \cdot 280 \cdot 5,4}{0,82} + 0,4 \cdot \left(\frac{6,005}{0,7} - 6,005 \right) = 206737 \text{ Вт} \cdot \text{ч}, W_{ТЭ} =$$

$$\frac{12 \cdot 150 \cdot 1,49}{0,82} + 0,4 \cdot \left(\frac{0,69}{0,7} - 0,69 \right) = 3270,85$$

$$З_{ТЭ} = 206,7 \cdot 1,24 = 256,35 \text{ руб. } З_{ТЭ} = 3270,85 \cdot 1,39 = 4546,48 \text{ руб.}$$

4. Конструкторский раздел

4.1. Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Важнейшим и наиболее эффективным направлением в развитии технического прогресса является 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% общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходятся на сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования. Следовательно, если оценивать роль механического оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75% всего комплекса цехового оборудования[19].

Приспособление сборочно-сварочное.

При изготовлении рештака используются приспособление сварочное ФЮРА.000001.026.00.000 СБ с пневмоприжимами, которые используются для закрепления в фиксированном положении деталей при сборке и прихватке и для удержания узла от смещения в процессе сварки.

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 разработка чертежей плана и разрезов проектируемого цеха. Для этого, прежде всего, необходимо установить состав последнего.

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

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

Вспомогательные отделения. Цеховой склад металла с разгрузочно-сортировочной площадкой и участком подготовки металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольным и упакованным отделениями и погрузочной площадкой. Кладовые сварные проволоки, баллоны с защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов. Мастерские:

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

Сборочно-сварочный цех траверсы МКЮ.2Ш.26/53 состоит из: места складирования деталей, приспособления сборочно-сварочного ФЮРА.000001.026.00.000 СБ, крана-балки 2 т, выпрямителя Пионер-5000 (НАКС), рельса, сварочного полуавтомата ПДГО-510, промежуточного накопителя, склада готовых изделий, крана-мостового 5 т.

5.2. Расчет основных элементов производства

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

5.2.1. Определение количества необходимого числа оборудования

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

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

Φ_d – действительный фонд рабочего времени, ч.;

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

где, N – годовая программа выпуска продукции, $N = 500$ шт.;

T – длительность одной операции, мин.

– для операций 010-035:

$$T_r = 500 \cdot \frac{349,53 + 53,2 + 37,61 + 57,09 + 29,1 + 24,5}{60} = 4652 \text{ ч.}, T_r = 2378 \cdot \frac{19,38}{60} = 353,5$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени в две смены равен 3952 часа, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_d = \Phi_H - 5\% = 3952 - 5\% = 3754 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{4652}{3754} = 1,24,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p' = 2$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{0,18}{1} = 0,18 \quad K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{1,24}{2} = 0,62.$$

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

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

$$\Sigma T_r = 4652 \text{ ч.}$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени равен 1976 часов, найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 12\% = 1976 - 12\% = 1734 \text{ ч.},$$

Определим количество рабочих явочных:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_r}{\Phi_H} = \frac{4652}{1976} = 2,35. \quad P_{\text{яв}} = \frac{T_r}{\Phi_H} = \frac{5064,5}{2016} = 2,51 (\text{чел.}) \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{яв}} = 3$. В первую смену работает 2 человека, а во вторую смену работает 1 человек.

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{\text{сп}} = \frac{T_r}{\Phi_D} = \frac{4652}{1734} = 2,67. \quad P_{\text{сп}} = \frac{T_r}{\Phi_D} = \frac{5064,5}{1774,08} = 2,82 (\text{чел.}) \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{сп}} = 3$.

Вспомогательных рабочих (30% от количества основных рабочих $P_{\text{сп}}$) – 1;

ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих $P_{\text{сп}}$) – 1;

Счетно-контровская служба (3% от суммы основных и вспомогательных рабочих $P_{\text{сп}}$) – 1;

МОП (2% от суммы основных и вспомогательных рабочих $P_{\text{сп}}$) – 1;

Контроль качества продукции (1% от суммы основных и

вспомогательных рабочих $P_{сп}$) – 1.

5.3. Пространственное расположение производственного процесса

Для проектируемого участка сборки и сварки 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 мостов.

5.3.1. 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 [20].

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

- производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла;
- сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения покрытий и отделки продукции;
- вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации,

межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

- административно-конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [20].

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, административно-конторских и бытовых помещений должно по возможности полностью удовлетворять всем специфическим требованиям процессов, подлежащих выполнению в каждом из этих отделений.

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [20].

Для проектируемого участка сборки и сварки рештака принимаем схему компоновки производственного процесса с продольным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран – балкой, а поперечное (на складах) – автокарами либо краном мостовым.

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.

6.2. Экономический анализ техпроцесса

Разработка технологического процесса изготовления рамы траверсы допускает различные варианты решения.

Траверса – это жесткий строп в виде монолитной металлической балки или сварной фермы, который с помощью шарнирного соединения крепится к крюку подъемно-транспортных средств. 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 [21]:

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

где C –себестоимость единицы продукции, руб/изд;

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

K –капиталовложения, руб/ед.год.

В предлагаемом технологическом процессе применим сборочно-сварочное приспособление, на котором имеются пневмоприжимы, упоры, рычажные фиксаторы и винтовые прижимы для фиксации свариваемых сборочной единицы.

Применим российское сварочное оборудование сварочный полуавтомат ПДГО-510 с выпрямителем Пионер-5000 (НАКС).

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления рештака приведены в таблице 3.13.

6.2.1. Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [21]:

$$K_{co} = \sum_{i=1}^n C_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi}, \quad (6.2)$$

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

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

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

Цены на оборудование берутся за 01.01.2020 (смотри таблицу 6.1).

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

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [21]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{O_i} \cdot h \cdot C_{зд}, \text{ руб.}, \quad (6.4)$$

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

Для предлагаемого технологического процесса: $S = 240,47m^2$,

h – высота производственного здания, m , $h = 12m$;

$C_{зд}$ – стоимость $1m^3$ здания на 01.01.2020 составляет, $C_{зд}=94 \text{ руб}/m^3$.

$$K_{зд} = 79,12 \cdot 12 \cdot 94 = 89247,36$$

Определяем капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	$K_{зд}$, руб.
ПДГО-510	243964
Пионер-5000	

6.2.3. Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [21]:

$$C_m = m_m \cdot k_{т.з.} \cdot C_m - H_o \cdot C_o \text{ руб./изд.}, \quad (6.5)$$

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

C_m – средняя оптовая цена стали 14ХГ2САФД, на 01.01.2020, $руб./кг$:

для стали 14ХГ2САФД = 40,63 $руб./кг$, при $m_m = 1397,3 \cdot 1,3 = 1816,49 \text{ кг.}$;

для стали 10ХСНД = 33 $руб./кг$, при $m_m = 535,3 \cdot 1,3 = 695,89 \text{ кг.}$;

для стали 09Г2С = 33 $руб./кг$, при $m_m = 153,6 \cdot 1,3 = 199,7 \text{ кг.}$;

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

H_0 – норма возвратных отходов, $H_0 = m_m \cdot 0,3 = 2200 \cdot 0,3 = 660$ кг/шт;

C_0 – цена возвратных отходов, $C_0 = 20$ руб/кг;

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3.

$$C_M = 1,04 \cdot (1816,49 \cdot 40,63 + 695,89 \cdot 33 + 199,7 \cdot 33) - 660 \cdot 20 = \\ = 94292,8 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [35]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{nd} \cdot \psi_p \cdot C_{п.с.}, \text{ руб/изд.}, \quad (6.6)$$

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:
 $G_d = 42,79$ кг – для проволоки Св-08Г2С-О для предлагаемого технологического процесса;

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [20], $k_{п.с.} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки, $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$, принимаем $\psi_p = 1,1$;

$C_{п.с.} = 78,8$ – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг на 01.01.2020.

$$C_{п.средл.} = (42,79 \cdot 78,8) \cdot 1,03 \cdot 1,1 = 3820,3 \text{ руб.}$$

6.2.4. Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [21]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot k_{т.п.} \cdot C_{г.з.} \cdot T_0, \text{ руб./изд.}, \quad (6.7)$$

где $g_{з.г.}$ – расход смеси, $g_{з.г.} = 17,3$ м³/ч.

$k_{т.п.}$ – коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{т.п.} = 1,15$ [21];

$C_{г.з.}$ – стоимость смеси, м³, $C_{г.з.} = 62,52$ руб./ м³;

T_0 – основное время сварки в смеси газов, ч., $T_0 = 14,8$ ч.

$$C_{з.г.} = 17,3 \cdot 1,15 \cdot 62,52 \cdot 14,8 = 18408,7 \text{ руб/изд.}$$

6.2.5. Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.сд} = TC \cdot \sum_{i=1}^m \frac{T_{шт}}{60} \cdot K_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100} \right), \quad (6.8)$$

где TC – тарифная ставка на 01.01.2020, руб., TC – 62,01 руб.;

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

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

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

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

$$C_{з.п.сд} = 62,01 \cdot \frac{2279,14}{60} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100} \right) = 7014,74 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}$$

6.2.6. Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.всп} = \sum_{j=1}^k TC_j \cdot Ч_{врj} \cdot \frac{F_{д}}{12} \cdot K_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100} \right), \quad (6.9)$$

где TC – тарифная ставка вспомогательного рабочего соответствующего разряда на 01.01.2020, руб.:

- для слесарей TC – 61,58 руб.;
- для контролеров ОТК TC – 156 руб.;
- для МОП TC – 56,76 руб.;

k – количество профессий вспомогательных рабочих;

Ч_{врj}– численность рабочих по соответствующей профессии;

FD– действительный фонд рабочего времени, FD= 1769 ч;

K_д– коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, K_д=1,15;

K_{пр}– коэффициент, учитывающий процент премии и доплаты, K_{пр}=1,3;

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

a₁, a₂, a₃, a₄– страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая-32,8.

Затраты на заработную плату слесарей:

$$C_{з.п.слесарей} = 61,58 \cdot 3 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 81103,21 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК:

$$C_{з.п.отк} = 156 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 68485,99 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату МОП:

$$C_{з.п.моп} = 56,78 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 24918,36 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}.$$

$$C_{зп.вс.р} = C_{зп.слесарей} + C_{зп.отк} + C_{зп.моп} = 81103,21 + 68485,99 + 24918,36 = 174507,56 \text{ руб.} \quad (6.10)$$

6.2.7. Заработная плата административно-управленческого персонала

Затраты на заработную плату административно-управленческого рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.ауп} = C_{зуп} \cdot Ч_{ауп} \cdot 12 \cdot K_{д} \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100}\right), \quad (6.11)$$

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

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

$$C_{3.п.АУП} = 28865 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 2063066,99 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

6.2.8. Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [21]:

$$W_{тэ} = \sum \frac{U_{ci} \cdot I_{ci} \cdot t_{ci}}{\eta_u} + P_x \cdot \left(\frac{T_o}{K_u} - T_o \right), \quad (6.12)$$

где U_C и I_C – электрические параметры режима сварки;

T_o – основное время сварки;

η_u – КПД оборудования, $\eta = 0,82$;

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 найдем по формуле [21]:

$$C_{э.с.} = W_{тэ} \cdot Ц_э, \quad (6.13)$$

где $Ц_э$ – средняя стоимость электроэнергии, $Ц_э = 5,63$ руб.

Затраты на электроэнергию: $C_{э.с.} = 1163,7$ руб.

6.2.9. Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [21]:

$$C_{возд} = g_{возд}^{ЭН} \cdot k_{тп} \cdot Ц_{возд}, \text{ руб./изд}, \quad (6.14)$$

где $g_{возд}^{ЭН}$ – расход воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$.

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

Для изготовления одного корпуса расход воздуха составляет:

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

$Ц_{возд} = 0,184295 \text{ руб}/\text{м}^3$, стоимость воздуха на 01.01.2020 г.;

$$C_{воздпр} = 1,2 \cdot 1,15 \cdot 0,18429 = 0,35 \text{ руб./изд}.$$

6.2.10. Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле [21]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{\Pi_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi} \cdot a_i \cdot r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.15)$$

где a_i – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, % [21];

$$a_{hi} = \frac{1}{T_{co}} \cdot 100\%, \text{ руб.}, \quad (6.16)$$

где T_{co} – срок службы оборудования ($T_{co}=3 \div 12$ лет);

$$a_{hi} = \frac{1}{7} \cdot 100\% = 14,3 \text{ руб.},$$

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

Амортизация оборудования приведена в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	$a_i, \%$	$C_3, \text{руб/изд.}$
ПДГО-510 Пионер-5000	14,3	271,65

6.2.11. Определение затрат на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [21]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{npj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{nj} \cdot a_j}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.17)$$

где a_j – норма амортизационных отчислений для оснастки j -го типоразмера, $a_j=0,15$ [21];

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.6.

Таблица 6.6 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	$\Pi_{np}, \text{руб}$	$C_{np}, \text{шт.}$	$C_{ап}, \text{руб/ед. год}$
---------------------------	------------------------	----------------------	------------------------------

Приспособление сборочно-сварочное	324600	1	73,39
Приспособление ФЮРА.000001.031.00.000 СБ	132810	4	87,06
Плита сборочная	94000	2	56,2
ИТОГО			216,65

6.2.12. Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [21]:

$$C_p = \frac{R_M \cdot \omega_M + R_{Э} \cdot \omega_{Э}}{T_{рц}} \cdot \sum \frac{T_{ш}}{K_{вн} \cdot 60}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.18)$$

где R_M $R_{Э}$ – группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части $R_M = 0$ [21];

ω – затраты на все виды ремонта;

$T_{рц}$ – длительность ремонтного цикла, $T_{рц} = 8000$ ч. [21].

Определение затраты на ремонт сводятся в таблицу 6.7.

Таблица 6.7 – Затраты на ремонт оборудования

Наименование оборудования	$R_{Э}$	$\omega_{Э}$	T , ч	C_p , руб/год.
ПДГО-510	7	1096	37,99	0,98
Пионер-5000				
Итого:				0,98

6.2.13. Определение затрат на содержание помещения

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [35]:

$$C_{п} = \frac{S \cdot \mu_{oi} \cdot Ц_{ср.зд}}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.19)$$

где S – площадь сварочного участка, m^2 , $S = 79,12m^2$;

$Ц_{ср.зд}$ – среднегодовые расходы на содержание 1 m^2 рабочей площади,

руб./год.м, $C_{\text{ср.зд}} = 250$ руб./год м.

$$C_{\text{п}} = \frac{79,12 \cdot 250}{500} = 39,56 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

6.3. Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$Z_{\text{п}} = C + \epsilon_{\text{н}} \cdot K, \quad (6.20)$$

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

$\epsilon_{\text{н}}$ – норма эффективности дополнительных капитальных затрат,
 $\epsilon_{\text{н}} = 0,15$ (руб./ед)/руб. [21];

$K_{\text{у}}$ – удельные капитальные вложения, руб./ ед.год.

Определим себестоимость продукции по формуле:

$$C = N_{\text{г}} \cdot (C_{\text{м}} + C_{\text{в.м.}} + C_{\text{зп.сд.}} + C_{\text{эс}} + C_{\text{возд}} + C_{\text{з}} + C_{\text{у}} + C_{\text{р}} + C_{\text{п}}) + C_{\text{зп.вс.р}} \cdot 6 + C_{\text{зп.АУП}}, \quad (6.21)$$

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;

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

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

$C_{\text{у}}$ – затраты на амортизацию приспособлений, руб;

$C_{\text{р}}$ – затраты на ремонт оборудования, руб;

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

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K = K_{\text{со}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{зд}}. \quad (6.22)$$

Определим количество приведенных затрат:

$$K = 792317 + 963859 + 243964 = 2000140 \text{ руб/изд. год,}$$

$$C=500 \cdot (94292,8+18408,7+7014,74+1163,7+0,35+271,65+216,65+0,98+39,56)+174507,56 \cdot 6 +2063066,99= 63814676,36/\text{изд. год},$$

$$З_{п}^2 =63814676,36+0,15 \cdot 2000140= 64114697,36 \text{ руб/изд. год.}$$

6.4. Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.8.

Таблица 6.8 –Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Средний коэффициент загрузки оборудования	62
3	Производственная площадь участка, м ²	79,12
4	Количество оборудования, шт.	2
5	Списочное количество рабочих, чел.	6
6	Явочное количество рабочих, чел	3
7	Количество рабочих в первую смену, чел	2
8	Количество вспомогательных рабочих	1
9	Количество ИТР	1
10	Количество МОП	1
11	Количество контролеров	1
12	Разряд основных производственных рабочих	4
13	Количество приведенных затрат, руб./изд. · год	64114697,36

Вывод. На основе приведенных технико-экономических расчетов обоснованы необходимые инвестиции для разработки и внедрения ИР, произведен расчет вложений в основные и оборотные фонды, определены капитальные вложения, произведен расчет составляющих себестоимости рамы траверсы и определена стоимость затрат для изготовления одной рамы траверсы.

7. Социальная ответственность

7.1. Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка траверсы. При изготовлении траверсы осуществляются следующие операции: сборка и сварка плавящимся электром в среде защитных газв, слесарные операции.

При изготовлении рамы траверсы на участке используется следующее оборудование:

- | | |
|-------------------------------------|-------|
| - ПДГО-510 | 2 шт. |
| - Пионер-5000 (НАКС) | 2 шт. |
| - Приспособление сборочно-сварочное | 1 шт. |

ФЮРА.000001.219.00.000 СБ

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5 т.

Изготавливаемое изделие, траверсы, является частью крепи механизированной "МКЮ 2Ш-26/53". Крепь механизированная "МКЮ 2Ш-26/53" поддерживающе-оградительного типа предназначена для механизации крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей, включая тяжелые по проявлению горного давления, передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пологих и наклонных пластах. Крепь оснащена устройствами якорения, правки, а также корректировки трассы и удержания лавного конвейера, секция оснащена выдвижным шибером, который позволяет подхватывать кровлю в выработанном пространстве и одновременно удерживать грудь забоя. Масса рамы траверсы составляет 2200 кг.

Детали изготавливаются из сталей: 14ХГ2САФД, 10ХСНД, 09Г2С. Сварка производится в смеси Ar (80 %) + CO₂ (20 %) сварочной проволокой Св-08Г2С-О диаметром 1,2 мм.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а

также шестью светильниками, расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.

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 $S = 798,12 \text{ м}^2$.

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 профдеятельностью 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. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.
5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
8. 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.
9. 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.
10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

7.3. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

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

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

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%; CO до 160 мг/м^3 ; окислов азота до 8,0 мг/м^3 ; озона до 0,36 мг/м^3 (ПДК 0,1 мг/м^3); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала

(ПДК 1 мг/м³) [21, 22].

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

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

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

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

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

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

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (известь, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [22].

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

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет $0,3 \div 3$ метров в секунду [23].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [24]:

$$L_M = S \cdot V_{\text{эф}}, \text{ м}^3 \cdot \text{ч}, \quad (7.1)$$

где S – площадь, через которую поступает воздух, м^2 ;

$V_{\text{эф}}$ – скорость воздуха в проеме, при которой происходит эффективное удаление вредностей, согласно ГОСТ 12.3.003-86 $V_{\text{эф}} = 0,2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$.

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

$$S = A \cdot B \cdot n,$$

где A и B – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [25];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [25]:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_{\text{и}} + t_{\text{в}}}, \quad (7.2)$$

где $t_{\text{и}}$ и $t_{\text{в}}$ – 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 источника тепловыделений определяется по формуле:

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{F} = 1,5 \cdot \sqrt{1,62 \cdot 1,68} = 2,47 \text{ м}. \quad (7.3)$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

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

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

$$S = 3,6 \cdot 3,66 \cdot 2 = 26,35 \text{ м}^2,$$

$$L_M = 26,35 \cdot 0,2 = 5,28 \text{ м}^3 \cdot \text{с},$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L_M = 18973 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВР 300-45-8 с двигателем АИР250М8 37 кВт 740 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

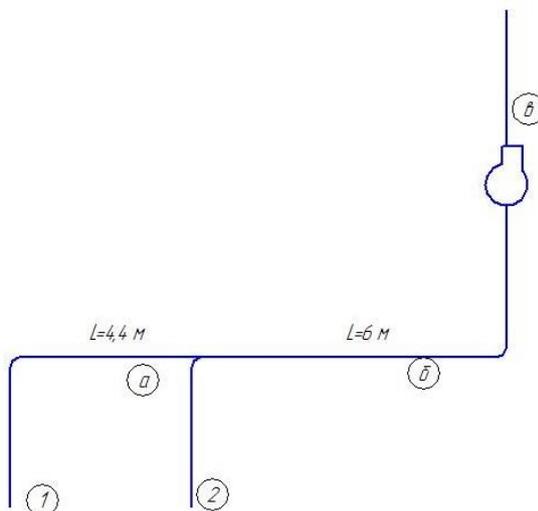


Рисунок 7.1 Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Определим диаметр воздуховода по формуле [21]:

$$Q = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{18973}{0,2} \right)^{1/2} = 348 \text{ мм}, \quad (7.6)$$

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- ПДГО-510;
- Пионер-5000 (НАКС);
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2 \text{ кг}$) ГОСТ 2310-77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364-80, молоток рубильный МР – 22.

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

по месту с помощью кувалды и молотка.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [28].

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].

Таблица 7.1 – 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	-	-	-

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения изготовленные из пемзобетонной панели. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие пружинные 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.

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [23].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Для снижения нагрузки применяется подвесная сварочная головка [28].

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

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. 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.

5. Вибрация.

Вибрация представляет собой механическое колебательное движение, простейшим видом которого является гармоническое (синусоидальное) колебание.

По способу передачи принято различать вибрацию локальную, передаваемую через руки (при работе с ручными машинами, органами управления), и общую передаваемую через опорные поверхности или стоящего человека.

Местная вибрация.

По источнику возникновения локальные вибрации подразделяются на передающиеся от:

- ручных машин с двигателями (или ручного механизированного инструмента), органов ручного управления машинами и оборудованием;
- ручных инструментов без двигателей (например, рихтовочные молотки разных моделей) и обрабатываемых деталей.

Вибрацию создают пневматические шлифмашинки.

7.3.1. 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 устанавливаются в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 6 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 2 ряда по 3 светильника.

7.4. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

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

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

Прихватки выполняются ручной дуговой сваркой. 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 [29].

2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

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

Спецодежда по ГОСТ 12.4.250-2013 – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключаяющие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

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
Циток 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.

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

3. Электрический ток.

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

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003-81. В них определены требования к основным

элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

4. Электробезопасность.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы (4 шт.) длиной 2,5 м. и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители.

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

7.4.1. 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 м.;

- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;

- правильная фиксация траверсы на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;

- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

7.5. Охрана окружающей среды

1. Защита селитебной зоны

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки 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, 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 [30].

Промышленные объекты являются основным источником загрязнения окружающей среды. 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.

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. Для этого на участке сборки и сварки траверса МКЮ.2Ш.41.10.100.000 СБ используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. 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 [31].

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.

4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки траверсы предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [31].

7.6. 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 ОП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов

возгорания).

7.7. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

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

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

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

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Заключение

В выпускной квалификационной работе произведен проектный расчет участка сборочно-сварочного цеха для изготовления траверсы. Исходя из особенностей материала изделия, условий технологичности сборки, пространственного положения сварных швов были подобраны оптимальные режимы сварки, сварочные материалы, сварочное оборудование.

В проекте пронормированы сборочно-сварочные операции по времени для изготовления изделия в целом, а также сборочных единиц по операциям. Рассчитано количество оборудования на каждой операции, исходя из этого определены коэффициенты загрузки оборудования. Составлен технологический процесс изготовления рештака.

В проекте произведен расчет и планировка участка сборочно-сварочного цеха. Разработанный участок имеет следующие технические характеристики:

1. Площадь участка, м ²	79,12
2. Количество приспособлений, шт.	
Приспособление сборочно-сварочное	1
Плита сборочная	1
3. Количество смен	2
4. Количество рабочих явочных	3
Количество рабочих списочных	6
5. Оборудование:	
Сварочный полуавтомат ПДГО-510 с выпрямителем Пионер-5000 (НАКС)	6

Список использованных источников

1. Белоконь В.М., Лукьянчиков И.А., Дондо Д.А. – Движение капель расплавленного металла при сварке в CO₂ // Вестник Белорусско-Российского университета – №2 – 2011 – С. 6
2. Шолохов М.А., Бузорина Д.С. – Расчет параметров режима наплавки пристеночного валика при многопроходной сварке в защитных газах. // Автоматическая сварка – №7 – 2013 – С. 63-64
3. Патон Б.Е., Сараев Ю.Н., Лебедев В.А. Совершенствование технологических процессов сварки и наплавки на основе методов управляемого высокоэнергетического воздействия на характеристики плавления и переноса электродного металла // Инновационные технологии и экономика в машиностроении. Юрга: Томский политехнический университет, 2010. 577 с.
4. Сараев Ю.Н. Импульсные технологические процессы сварки и наплавки. Новосибирск: Наука, 1994.107 с.
5. Жерносеков А.М., Андреев В.В. Импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом (обзор) // Автоматическая сварка. 2007. № 10. С. 48-52.
6. Лебедев В.А., Максимов С.Ю., Жерносеков А.М., Сараев Ю.Н. / Управление геометрией сварного шва аппаратными средствами при механизированной и автоматической дуговой сварке плавящимся электродом // Сварочное Производство – №5 – 2014 – С. 10-16.
7. СП 53-101-98 Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций.
8. Методы проектирования [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: [http:// science.wikia.org/ru/wiki/Методы_проектирования](http://science.wikia.org/ru/wiki/Методы_проектирования)
9. Марочник сталей и сплавов / Ю. Г. Драгунов, Ю. В. Каширский и др.; под общей ред. А.С Зубченко – М.: Машиностроение, 2015. 1216с.: ИЛЛ.
10. Марочник сталей и сплавов. 4-е изд., переработ. и доп. / Ю.Г. Драгунов, А.С. Зубченко, Ю.В. Каширский и др. Под общей ред. Ю.Г. Драгунова и А.С. Зубченко – М.: 2014. 1216 с.: илл.

11. Технические газы и смеси - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.tdavtogen.ru/catalog/element.php>
12. Проволока стальная сварочная. технические условия. ГОСТ 2246-70 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: http://www.standartov.ru/norma_doc/3/3903/index.htm
13. ГОСТ 8050-85 Двуокись углерода газообразная и жидкая.
14. Сварочный полуавтомат ПДГО-510 с выпрямителем Пионер-5000 (НАКС)[Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.seveko.ru/catalog/elektro-svarochnoe-oborudovanie/poluavtomaticheskaya-svarka/poluavtomaty-perenosnoj-mpp/pdgo-510-s-pioner-5000-naks/>
15. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.
16. Технологическая инстр. по изготовлен. сварных конструкций изделий горношахтного оборудования ТИ 406.25090.00054 инв. №2815.
17. 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.
18. Ахумов В.А. Справочник нормировщика. М.: Машиностроение, 1986. 240 с.
19. Крампит Н. Ю. Сварочные приспособления. Эл. учебное пособие для ст. спец. «Оборудование и технология сварочного производства» ДО, 2008 г.
20. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40с.
21. 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.
22. 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. – 32 с.П

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

24. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

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

26. О. Н. Русак, доктор технических наук, профессор. Промышленная вентиляция Учебное пособие по лабораторным, практическим и дипломным работам бакалавров и магистерским диссертациям. Санкт-Петербург 2011.

27. В.М. Гришагин, В.Я. Фарберов "Расчеты комфорта и безопасности". – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2012. – 96 с.

28. 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.

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

30. Брауде М.З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. – 141 с.

31. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-cto-selitebnaya-territoriya>

Приложение А (Спецификация траверсы)

Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
А3			<u>Документация</u>		
		МКЮ.2Ш.26/53.00.00.026СБ	Сборочный чертеж		
			<u>Сборочные единицы</u>		
Справ. №	1	МКЮ.2Ш.26/53.10.00.026	Балка правая	1	
	2	МКЮ.2Ш.26/53.15.00.026	Элементы крепления коммуникаций	2	
	3	МКЮ.2Ш.26/53.20.00.026	Балка левая	1	
	4	МКЮ.2Ш.26/53.30.00.026	Упор	4	
	5	МКЮ.2Ш.26/53.40.00.026	Проушина	2	
	6	МКЮ.2Ш.26/53.50.00.026	Скоба грузовая	2	
			<u>Детали</u>		
Взам. инв. №	7	МКЮ.2Ш.26/53.026.001	Лист верхний	1	
	8	МКЮ.2Ш.26/53.026.002	Труба	2	
	9	МКЮ.2Ш.26/53.026.003	Лист гнутый	2	
	10	МКЮ.2Ш.26/53.026.004	Ребро	2	
	11	МКЮ.2Ш.26/53.026.005	Ребро	4	
	12	МКЮ.2Ш.26/53.026.006	Ребро	4	
	13	МКЮ.2Ш.26/53.026.007	Ребро	12	
	14	МКЮ.2Ш.26/53.026.008	Ушко	2	
	15	МКЮ.2Ш.26/53.026.009	Бирка	1	
МКЮ.2Ш.26/53					
Изм. / лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб. Проб.	Эильдернагель ММ Крюков А.В.			Лит.	Лист
И.контр. Чтв.				У	1
Рама траверсы				ЮТИТПУ Группа 10А62	
Копировал				Формат А4	

Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание											
Перв. примен.				<u>Документация</u>													
	A1		ФЮРА.000001.000.00.000 СБ	Сборочный чертеж													
Справ. №				<u>Сборочные единицы</u>													
		1	ФЮРА.000001.000.01.000	Рама	1												
		2	ФЮРА.000001.000.02.000	Упор	2												
		3	ФЮРА.000001.000.03.000	Пневмоприжим	2												
Подп. и дата				<u>Детали</u>													
		4	ФЮРА.000001.000.00.001	Штырь	3												
				<u>Стандартные изделия</u>													
Взам. инв. №		5		Болт М12 х 45 ГОСТ 7798-70	16												
		6		Гайка М12 ГОСТ 5915-70	16												
		7		Шайба 12 ГОСТ 11371-78	16												
Инв. № подл.	Изм. Лист			№ докум.			Подп.			Дата			ФЮРА.000001.000.00.000				
	Разраб. Барков			Пров. Ильященко			Н.контр. Крюков			Утв.			Приспособление сборочно-сварочное			Лит. ч	Лист
												ЮТИ ТПУ			зр. 10А62		
												Копировал			Формат А4		

Приложение В (Технологический процесс)

Приложение В
(обязательное)
Технологический процесс

Додл.									
Взам.									
Подл.									
		Изм.		Лист	№ докум	Подп.	Дата		
				Листов					
				ФЮРА.МКЮ.2Ш.2.026.00.000					
				Рама траверсы					
<p>Комплект документов на технологический процесс <u>Сборки и сварки</u></p>									
				Разраб.		М.М. Зильбернагель			
				Проб.		А.В. Крюков			
				Н. контр.		А.В. Крюков			

