

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 ЗАДНЕЙ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ
КРЕПИ МКЮ4У.56**

УДК 622.285:621.86.06:621.757

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А62	Курбонов Р. Т		

Руководитель / Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ / Старший преподаватель ЮТИ	Крюков А.В. / Кузнецов М.А.	к.т.н. / 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.		

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.

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	Курбонов Рамазон Таваралиевич

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки траверсы задней механизированной крепи МКЮ4У.56

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

31.01.2020 г. № 7/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Материалы преддипломной практики

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов

(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).

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, ресурсо-эффективность и ресурсосбережение
7. Социальная ответственность

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. ФЮРА.МКЮ4У.56.034.00.000 СБ Траверса Задняя 1 лист (А1) 2. ФЮРА.000001.034.00.000. ЛП Схема сборки сварки 1 лист (А1) 3. ФЮРА.000002.034.00.000. ЛП План участка 1 лист (А1) 4. ФЮРА.000003.034.00.000. СБ Приспособление сборочно-сварочное 2 листа (А1) 5. ФЮРА.000004.034.00.000. ЛП, Карта организации труда 1 лист (А1) 6. ФЮРА.000005.034.00.000. ЛП, Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 1 лист (А1)
---	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Крюков А. В. / Кузнецов М.А.
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	Курбонов Рамазон Таваралиевич		

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)
31.01.20	Обзор литературы	20
20.02.20	Объект и методы исследования	20
31.03.20	Расчет и аналитика	20
30.04.20	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
28.05.20	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	К.Т.Н.		

Юрга – 2020 г

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А62	Плотникову Владиславу Валерьевичу

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление/специальность	150301 «Машиностроение» профиль «Оборудование и технология сварочного производства»
Уровень образования	Бакалавриат		

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

Оценка стоимости производства по предлагаемому технологическому процессу Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки траверсы задней механизированной крепи МКЮ4У.56

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. *Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления и удельных капитальных вложений в здание*

2. *Производство затрат на основные материалы и вспомогательные материалы*

3. *Определение затрат на заработную плату и затрат на силовую энергию*

4. *Определение затрат на амортизацию и ремонт оборудования и приспособлению*

5. *Расчет прибыли, технико-экономическое обоснование себестоимости и экономическая оценка проекта*

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	06.02.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Лизунков В.Г.	К.П.Н. ДОЦЕНТ		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А62	Курбонов Рамазон Таваралиевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А62	Курбонову Рамазону Таваралиевичу

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 бесстыкового пути на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) <p>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</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).
<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"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты <p>(сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные)</p>	<p>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); <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><i>Вредные выбросы в атмосферу</i></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><i>Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.</i></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><i>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</i></p>
<p>Перечень графического материала</p>	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров</p>	<p><i>Система вентиляции участка</i></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>Курбонов Рамазон Таваралиевич</p>		

Содержание

Введение.....	14
1 Обзор и анализ литературы.....	16
1.1 Особенности зажигания и горения дуги при сварке в углекислом газе.....	16
1.2 Перенос электродного металла при механизированной сварке в среде защитных газов	16
1.3 Заключение	18
2 Объект и методы исследования	19
2.1 Описание сварной конструкции	19
2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции	19
2.2.1 Требования к сборке конструкции под сварку	19
2.2.2 Требования к сварке.....	21
2.2.3 Требования к контролю	22
2.2.4 Требования к обработке.....	24
2.3 Методы проектирования.....	25
2.4 Постановка задачи.....	28
3 Разработка технологического процесса	29
3.1 Анализ исходных данных	29
3.1.1 Основные материалы	29
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки.....	31
3.1.3 Выбор сварочных материалов.....	32
3.2 Расчет технологических режимов	34
3.3 Выбор основного оборудования	38
3.4 Выбор оснастки	40
3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной степени разбиения конструкции на сборочные единицы.....	40
3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование	44
3.6.1 Визуальный и измерительный контроль.....	45
3.6.2 Требования к выполнению визуального и измерительного контроля	45
3.6.3 Порядок выполнения визуального и измерительного контроля сварных соединений	47
3.6.4 Ультразвуковой контроль	49
3.7 Разработка технологической документации.....	51
3.8 Техническое нормирование операций.....	53
3.9 Материальное нормирование	57
3.9.1 Расход металла	57
3.9.2 Расход сварочной проволоки	57
3.9.3 Расход защитного газа	58
3.9.4 Расход электроэнергии	58
4 Конструкторский раздел.....	59
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	59
4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	59
5 Проектирование участка сборки – сварки	62

5.1 Состав сборочно-сварочного цеха.....	62
5.2 Расчет основных элементов производства.....	63
5.2.1 Определение требуемого количества оборудования и приспособлений.....	63
5.2.2 Определение состава и численности работающих.....	65
5.3 Пространственное расположение производственного процесса.....	66
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	68
6.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления.....	69
6.2 Определение удельных капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями.....	71
6.3 Определение затрат на основной материал.....	72
6.4 Определение затрат на вспомогательные материалы.....	73
6.5 Определение затрат на заработную плату.....	73
6.6 Определение затрат на силовую электроэнергию.....	74
6.7 Определение затрат на амортизацию оборудования.....	74
6.7.1 Определение затрат на амортизацию приспособления.....	75
6.7.2 Определение затрат на ремонт оборудования.....	75
6.8 Расчет технико-экономической эффективности.....	76
6.9 Основные технико-экономические показатели участка.....	77
7 Социальная ответственность.....	78
7.1 Описание рабочего места.....	78
7.2 Законодательные и нормативные документы.....	79
7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды.....	81
7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке.....	87
7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды.....	89
7.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов.....	91
7.5 Охрана окружающей среды.....	92
7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях.....	94
7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	95
Заключение.....	98
Список использованных источников.....	99

Реферат

Выпускная квалификационная работа 100 с., 4 рисунка, 23 таблицы, 22 источников, 7 л. графического материала.

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

Актуальность работы: в данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки-сварки траверсы задней крепи механизированной крепи МКЮ4У.56

Объектом исследования является процесс изготовления траверсы.

Цели и задачи исследования (работы). В результате данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации повышающей производительность труда.

Работа представлена введением, семи разделами (главами) и заключением, приведен список использованных источников.

Abstract

Final qualifying work 100 p., 4 figures, 23 tables, 22 source, 7 l. graphic material.

Keywords: fusion welding technology, welding conditions, the welding current, welding equipment, performance, site plan, device, industrial safety, the cost price.

Relevance of the work: in the final qualifying work is done tooling design and site assembly welding traverses back mechanized lining MKY 4U.56.

The object of research is the process of making the traverse.

The aims and objectives of the study (work). As a result of this work should be obtained from producing the greatest degree of mechanization and automation increases productivity.

The work provides an introduction, five sections (chapters) and conclusion, a list of sources used.

Введение

Широкое использование сварки в производстве позволяет резко сокращать расход металла, а также сроки выполнения работ и трудоёмкость производственных процессов. Успехи, достигнутые в сфере автоматизации и механизации сварочных процессов, приводят к уменьшению затрат на единицу продукции, сокращению продолжительности производственного цикла, улучшению качества изделия.

В настоящее время сварка считается одним из основных и прогрессирующих процессов соединения металлов. Существует множество различных видов сварки: ручная дуговая сварка; сварка в среде защитных газов (инертные, активные газы и их смеси); сварка под флюсом; электрошлаковая сварка и т.д.

Наибольшее распространение получила механизированная сварка в смеси газов $Ar + CO_2$, так как она имеет простой и эффективный технологический процесс, отличающийся гибкостью и универсальностью. Она имеет высокие технико-экономические показатели. Преимущества этого вида сварки заключается в следующем:

- высокая тепловая мощность дуги;
- минимальное разбрызгивание расплавленного электродного металла.

В этой выпускной квалификационной работе производится разработка технологии и проектирование участка Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки траверсы задней механизированной крепи МКЮ4У.56 являющейся частью крепи механизированной Целью данной работы является разработка технологии сборки-сварки траверсы задней с наибольшей степенью механизации, увеличивающей производительность труда, без ухудшения качеств изделия и условий труда, а также проектирование участка сборки-сварки траверсы задней.

Перед сварочным производством ставятся задачи, направленные на повышение эффективности производства. Это, прежде всего переход к

массовому применению высокоэффективных систем, машин, оборудования и технологических процессов, которые могут обеспечить высокую механизацию и автоматизацию производства, рост производительности труда и связанное с этим высвобождение рабочих. В современных условиях сварочного производства первостепенное значение имеет повышение производительности труда и снижение себестоимости изделия. Это обеспечивает качественно лучшее использование рабочей силы в процессе производства и повышение конкурентоспособности изделия на потребительском рынке.

1 Обзор и анализ литературы

1.1 Особенности зажигания и горения дуги при сварке в углекислом газе

Ответственным этапом любого технологического процесса механизированной сварки в среде защитных газов является зажигание сварочной дуги и установление стабильного процесса сварки. Зажигание дуги при механизированной сварке в защитных газах проволоками диаметром 0,8-2,5 мм происходит после нескольких соприкосновений электрода с изделием. Перед началом зажигания необходимо контролировать вылет электрода из горелки, он не должен превышать 10-12 мм. Большой вылет электрода при зажигании дуги может привести к плохому формированию начала шва и появлению в нем пор. Неоднократные соприкосновения электрода с изделием приводят к ухудшению качества начальных участков шва и к значительному увеличению вспомогательного времени, сварочных материалов и электроэнергии.

Согласно ГОСТ 25616-83, возбуждение дуги допускается после трех соприкосновений электрода с изделием. Способ бесконтактного зажигания дуги имеет недостатки: диаметр застывшей капли на конце вылета электродной проволоки не должен превышать полутора-двух диаметров электрода, надежность зажигания зависит от угла подхода электрода к поверхности изделия, с увеличением диаметра проволоки и скорости ее подачи зажигание ухудшается [1].

1.2 Перенос электродного металла при механизированной сварке в среде защитных газов

Известно, что при расплавлении электродного металла он не весь переходит в шов: его часть в виде брызг вылетает из зоны сварки и образует потери на разбрызгивание. Потери уменьшают производительность процесса сварки, увеличивают расход сварочных материалов, электроэнергии и требует

дополнительного времени и сил на очистку изделий от брызг. Поэтому перенос электродного металла с торца электродной проволоки в сварочную ванну оказывает влияние на получение высококачественного сварного соединения при сварке плавящимся электродом в CO_2 . Существуют различные способы снижения разбрызгивания, а именно: контролируемый перенос электродного металла, создание особых систем, которые обеспечивают кратковременное понижение мощностей взрыва жидкой перемычки между каплей и электродом в начальный период горения дуги в последствии короткого замыкания, применение смесей газов, процессы окисления поверхностей брызг защитными газами. Разбрызгивание непосредственно связано с величиной каплей электродного металла, переносимых сварочную ванну, следовательно, для уменьшения разбрызгивания при сварке в активных газах нужно снижать их объем [2].

Совершенствование процессов механизированной дуговой сварки плавящимся электродом – актуальная задача, нацеленная на снижение потерь электродного металла, совершенствование формы сварного соединения, повышение качества металла шва и ОШЗ, включая их служебные характеристики (механические свойства, плотность металла шва и др.). Последние годы наибольшее значение приобретают экономические аспекты данной проблемы.

Механизированная сварка в среде защитных газов (смеси $\text{Ar} + \text{CO}_2$) является одним из ведущих технологических процессов соединения различных металлов. Достоинства процесса сварки в газовых смесях на основе аргона проявляется в том, что наличие аргона способствует к значительному снижению разбрызгивания и приводит к струйному и управляемому процессу переноса электродного металла. Эти изменения сварочной дуги – действенный способ управления ее технологическими характеристиками: производительности, величиной потерь электродного металла на разбрызгивание, формой и механическими свойствами металла шва, а также величиной проплавления основного металла [3].

1.3 Заключение

Состав защитной среды является наиболее важным фактором, влияющим на разбрызгивание электродного расплавленного металла. Использование чистого CO₂ приводит к повышенному разбрызгиванию, поэтому и были разработаны различные газовые смеси на основе аргона и углекислого газа. Чем больше углекислого газа в смеси с аргоном, тем больше брызг образуется в процессе механизированной сварки и тем больше их размер. Помимо разбрызгивания, которое влечет к увеличению расхода сварочных материалов, существует и набрызгивание капель расплавленного электродного металла на изделие, что требует дополнительного времени и сил на очистку изделий от брызг.

Учитывая все недостатки сварки плавящимся электродом в среде углекислого газа и основываясь на приведенных выше статьях, выбираем механизированную сварку в смеси газов (Ar + CO₂) в процентном соотношении 80% аргона и 20% углекислого газа. Это процентное соотношение достигнуто экспериментальным путем и включает в себя все преимущества сварки в углекислом газе (повышенная глубина проплавления) и преимущества сварки в аргоне (минимальное разбрызгивание электродного металла).

2 Объект и методы исследования

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы необходимо разработать технологию и спроектировать участок Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки траверсы задней механизированной крепи МКЮ4У.56, включающий выбор наиболее эффективного способа сварки и сварочных материалов, расчёт режимов сварки и выбор необходимого сварочного оборудования, техническое нормирование операций, определение потребного состава всех необходимых элементов производства, расчёт и конструирование оснастки, планировку участка сборки и сварки.

В результате разработанная технология и спроектированный участок сборки-сварки траверсы задней позволит существенно улучшить технические и экономические показатели, снизить себестоимость изделия, что в свою очередь приведет к повышению конкурентоспособности изделия на рынке производства, сбыта и потребления, а, следовательно, к рентабельности производства данного изделия.

2.1 Описание сварной конструкции

Изготавливаемое изделие – Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки траверсы задней механизированной крепи МКЮ4У.56 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.

2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции

2.2.1 Требования к сборке конструкции под сварку

2.2.1.1 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.

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

2.2.1.3 Зазор и смещение кромок деталей, собранных под сварку, должны соответствовать требованиям ГОСТ 14771-76. [4]

2.2.1.4 Сборку конструкций следует выполнять по разметке, по копирам, в кондукторах, в сборочно-сварочных приспособлениях или в УССП.

2.2.1.5 Закрепление деталей при сборке следует осуществлять прихватками. При выполнении прихваток необходимо соблюдать следующие требования:

- прихватки собираемых деталей в конструкции необходимо располагать только в местах наложения сварных швов;
- катет шва прихваток назначают минимальным в зависимости от толщины соединяемых элементов;
- длина сварного шва прихватки должна быть не менее 30 мм, расстояние между прихватками - не более 500 мм, количество прихваток на каждой детали не менее двух;
- сварочные материалы для прихваток должны обеспечивать качество наплавленного металла, соответствующее качеству металла сварных швов по проектной документации;
- прихватки выполняют рабочие, имеющие право доступа к сварочным работам;
- при сборке конструкций большой массы размеры и расстановку прихваток определяет технологическая документация с учетом усилий, возникающих при кантовке и транспортировании.

2.2.1.6 Перед подачей конструкции на сварку следует произвести контроль качества сборки и при необходимости исправить имеющиеся дефекты. [4]

2.2.2 Требования к сварке

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

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

2.2.2.3 Оборудование для сварки должно обеспечивать возможность эффективного выполнения сварных соединений по технологическому регламенту, разработанному на предприятии.

2.2.2.4 Детальные требования к технологии и технике сварки, обеспечивающие повышение качества и снижение трудоемкости работ должны быть изложены в технологических инструкциях предприятий.

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

2.2.2.6 Свариваемые кромки и прилегающая к ним зона металла шириной не менее 20 мм, должны быть очищены от влаги, масла, грата и загрязнений до чистого металла.

2.2.2.7 Сварку следует производить, как правило, в пространственном положении, удобном для сварщика и благоприятном для формирования шва (нижнее, "в лодочку").

2.2.2.8 Для сокращения непроизводительного расходования наплавленного металла и обеспечения технологической возможности выполнения швов, у которых отклонения размеров от проектных значений

удовлетворяют требованиям стандартов, не следует использовать форсированные режимы сварки.

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

2.2.2.10 При двухсторонней сварке швов стыковых соединений, а также угловых и тавровых соединений со сквозным проплавлением необходимо перед выполнением шва с обратной стороны зачистить корень шва до чистого металла.

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

2.2.2.12 Отклонения размеров швов от проектных не должно превышать значений, указанных в ГОСТ 14771-76. [4]

2.2.2.13 В качестве эффективного метода предотвращения или снижения опасности образования горячих, холодных и слоистых трещин в сварных соединениях необходимо использовать предварительный подогрев свариваемых элементов до температуры 120-160 °С.

2.2.2.14 Швы сварных соединений и конструкции по окончании сварки должны быть очищены от шлака, брызг и натеков металла.

2.2.2.15 Около шва сварного соединения должен быть поставлен номер или знак сварщика, выполнившего этот шов. При сварке сборочной единицы одним сварщиком допускается производить маркировку в целом. [4]

2.2.3 Требования к контролю

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

2.2.3.2 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.

2.2.3.3 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. [4]

2.2.3.4 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.

2.2.3.5 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.

2.2.3.6 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.

2.2.3.7 Сварные швы, для которых требуется контроль с использованием физических методов (ультразвукового, капиллярного,

механических испытаний и др.), и объем такого контроля должны быть отмечены в проектной документации в соответствии с требованиями стандарта предприятия, разрабатывающего чертежи.

2.2.3.8 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 перепварки дефектных участков, путем частичного или полного их удаления с последующей перепваркой.

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

2.2.3.10 Исправленные участки швов должны быть подвергнуты повторному контролю.

Результаты приемочного контроля должны быть оформлены в виде протоколов.

2.2.4 Требования к обработке

2.2.4.1 Остаточные деформации конструкций, возникшие после сварки и превышающие величины, 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.

2.2.4.2 Механическую правку после сварки следует осуществлять в валках (правка сварных полотниц или стержней), станах для правки грибовидности полок (правка сварных двутавров) и тому подобных устройствах.

2.2.4.3 Термическую и термомеханическую правку производят путем местного нагрева металла до температуры, не превышающей 700 °С (во избежание разупрочнения термообработанного проката). Для горячекатаного проката допускается нагрев до температуры 900 °С.

Термомеханическую правку сложных форм деформаций с применением статических нагрузок (перегрузом, домкратами, распорками) надлежит производить при температуре зон нагрева 650-700 °С. При этом остывание металла ниже 600 °С не допускается. [4]

Запрещается охлаждать нагретый металл водой.

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. Решение, которое будет обладать отличными

характеристиками и высокой эффективностью, часто называют сильным решением. В настоящее время известно множество методов, как универсальных, так и предназначенных для решения узкого круга задач. Ниже приведена классификация методов, используемых в проектировании, и даны ссылки на источники, содержащих сведения о наиболее распространённых из них. Основные группы методов.

В процессе проектирования вид разрабатываемой системы (устройства, процесса, явления и т. д.) проходит развитие от первоначально нечётких словесных описаний, приведённых в техническом задании, до детальных чертежей и опытных образцов. Этот процесс сопровождается решением отдельных взаимосвязанных задач, применением тех или иных моделей. В зависимости от объёма и вида сведений о решаемой задаче методы можно подразделить на эвристические, экспериментальные и формализованные. Методы конструирования.

Эвристические методы позволяют найти оригинальные или неожиданные идею, техническое решение, образ объекта. Однако на практике такое требуется примерно в 10% решаемых задач, когда важны существенные прорыв в новое или отрыв от конкурентов. Чаще необходимо усовершенствовать уже известное решение. Это объясняется тем, что инженерное решение всегда должно увязываться с его практической реализуемостью, с возможностью «воплощения в металле», то есть быть, прежде всего, технологичным, экономичным и не требовать длительных по времени работ. А потому новое решение обычно получают путем постепенного внесения малых изменений в прежнюю, уже существующую конструкцию, используя разные методы и подходы, условно называемые методами 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.

Ещё до решения любой по сложности задачи инженер должен представлять порядок получаемого результата или возможный вид решения [7, 8, 9].

2.4 Постановка задачи

Целью работы является Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки траверсы задней механизированной крепи МКЮ4У.56.

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

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Материал деталей, из которых изготавливается траверса задняя, сталь 14ХГ2САФД, (свариваемость хорошая, сварные соединения высокого качества, сварка выполняется без применения особых приемов) [5]. Выбор этих сталей обусловлен необходимостью очень высокой надежности и прочности. Химический состав и механические свойства стали приведены в таблицах 3.1.1.1 и 3.1.1.2

Таблица 3.1.1.1 - Химический состав сталей в процентах [6]

Сталь	C	Mn	Si	S	P	Ni	V
14ХГ2САФД	0,11-0,17	1,2-1,6	<0,05	<0,04	<0,035	<0,8	0,2

Таблица 3.1.1.2 - Механические свойства сталей [6]

Сталь	σ_b , МПа	σ_t , МПа	δ , %
14ХГ2САФД	550-590	390-430	18

При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Следовательно, под свариваемостью понимается отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [7].

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

При различных способах сварки наблюдается заметное окисление компонентов сплавов. В стали, например, выгорает углерод, кремний,

марганец, окисляется железо. В связи с этим в определение технологической свариваемости должно входить:

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

- оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;

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

- оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

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

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы:

- первая группа – хорошо сваривающиеся стали;

- вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;

- третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;

- четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

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

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле [10]:

$$C_{\text{экв}}=C+(Mn/6)+(Si/24)+(Ni/10)+(Cr/5)+(Mo/4)+(V/14), \quad (3.1)$$

где, символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах. Если углеродный эквивалент $C_{\text{экв}}$ больше 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14ХГ2САФД:

$$C_{\text{экв}}=0,14+(1,4/6)+(0,05/24)+ (0,8/10)+ (0,2/14) = 0,33\%.$$

Как показывает опыт практического применения стали 14ХГ2САФД, при сварке, данной стали подогрев не требуется (при условии четкого соблюдения режимов сварки, температуры окружающего воздуха не ниже +5°C). Все перечисленные условия в предлагаемом проекте соблюдены, поэтому сварку стали 14ХГ2САФД ведем без предварительного подогрева. [5]. Эта сталь относится к первой группе свариваемости и обладает хорошей свариваемостью. Таким образом, можно сделать вывод, что применяемый при изготовлении траверсы задней, сталь удовлетворяет требованиям, применяемым при механизированной сварке в смеси Ar и CO₂, (Ar – 80%, CO₂ -20%).

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Способ сварки при разработке технологии следует подбирать таким образом, чтобы он удовлетворял всем требованиям, установленным исходными данными. В случае если возможно использовать несколько способов, то окончательный выбор производится по результатам экономической оценки (минимальные затраты или максимальная производительность при требуемом качестве) [5].

Для изготовления траверсы задней применяется сварка плавящимся электродом в среде защитных газов [5].

Выбор данного способа сварки обусловлен тем, что в данном изделии нет прямолинейных швов большой длины, поэтому нет необходимости использовать автоматическую сварку в среде защитных газов и автоматическую сварку под слоем флюса. Также данный способ обладает повышенной производительностью по сравнению с ручной дуговой сваркой. Применение каких-либо специализированных способов сварки тоже является не целесообразным, потому что сталь 14ХГ2АФД хорошо сваривается традиционными способами сварки. Данный способ сварки также обеспечивает необходимые механические свойства сварных соединений в соответствии ГОСТ 6996-66.

3.1.3 Выбор сварочных материалов

При сварке в защитных газах сварочными материалами являются сварочная электродная проволока и защитный газ. Сварочная проволока является материалом, через который можно легировать металл шва, изменяя его химический состав и свойства. Состав сварочной проволоки выбирают близким к составу основного металла, для того чтобы получить необходимые механические свойства сварного соединения. Для того чтобы защитить сварочную ванну от влияния кислорода необходимо сварку в среде защитных газов производить сварочной проволокой с повышенным содержанием элементов - раскислителей. Поэтому выбирать сварочную проволоку необходимо такую, в химический состав, которой входят элементы-раскислители (кремний и марганец).

На сегодняшний день в Российской Федерации основным руководящим документом на сварочную проволоку является ГОСТ 2246-70 «Проволока стальная сварочная».

Данный ГОСТ регламентирует 76 видов сварочных проволок диаметром от 0,3 до 12 мм. Проволока поставляется в мотках, упакованных в

парафинированную бумагу или полиэтилен. К каждому мотку прикреплена бирка с названием завода-изготовителя, марка, диаметр, ГОСТ.

При изготовлении траверсы задней выбираем сварочную проволоку марки Св-08Г2С-О диаметром 1,2 мм. Данная сварочная проволока является во-первых не дорогой, во-вторых обеспечивает необходимые механические свойства сварных соединений из стали 14ХГ2АСФД, в-третьих в ее состав входят элементы-раскислители. А омеднение данной сварочной проволоки позволяет ее большей сохранности без проявления коррозии, а также улучшенное зажигание дуги из-за повышенной электропроводности меди. Диаметр сварочной проволоки 1,2 мм является наиболее распространенным для применения при сварке в среде защитных газов, он позволяет обеспечить необходимый коэффициент наплавки по сравнению со сварочной проволокой диаметром 0,8 или 1 мм.

Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.1.3.1 и 3.1.3.2

Таблица 3.1.3.1 - Химический состав проволоки в процентах Св-08Г2С-О по ГОСТ 2246-70 [8]

Марка проволоки	Химический состав							
	С	Мп	Si	Cr	Ni	Al	S	P
							не более	
Св-08Г2С-О	0,05÷0,11	1,8÷2,1	0,70÷0,95	0,2	0,25	0,05	0,025	0,03

Таблица 3.1.3.2- Механические свойства металла шва [8]

Марка проволоки	σ_b , МПа	σ_T , МПа	δ , %	КСУ, Дж/см ²	
				20°С	0°С
Св-08Г2С-О	510	400	24	120	60

В качестве защитной среды для защиты сварочной ванны от окружающей среды используем смесь газов Ar 80% + CO₂ 20% согласно ГОСТ Р ИСО 14175 – 2010 газовая смесь М-21 [9].

Смесь газов на основе аргона (Ar) и углекислоты (CO₂) используется для электродуговой сварки в среде защитных газов. Основная область применения такой смеси полуавтоматическая и автоматическая сварка различных металлоконструкций. Наиболее универсальные двухкомпонентные смеси для сварки углеродистых конструкционных и некоторых легированных сталей. Обоснования выбора данной защитной среды является то, что смесь аргона и углекислого газа в соотношении Ar 80% + CO₂ 20% сохраняет все преимущества сварки в углекислом газе (повышенная глубина проплавления) и все преимущества сварки в аргоне (пониженное разбрызгивание электродного металла). Основным преимуществом по сравнению со сваркой в среде углекислого газа является пониженное разбрызгивание электродного металла, что способствует меньшему его расходу.

Смесь Ar + CO₂ изготавливается из высококачественных компонентов по специальной технологии, основанной на методе определения массы каждого компонента смеси и последовательном взвешивании компонентов в процессе заправки их в баллон на высокоточных весах. Смесь отвечает всем необходимым требованиям ГОСТ Р ИСО 14175 – 2010. Поставляется в баллонах под газовую смесь под давлением (150 ± 5) кгс/см² [9].

Таблица 3.1.3.3- Состав смеси газа Ar+ CO₂ в % [10]

Содержание	Процентное содержание	
	Ar,%	CO ₂
Смесь Ar + CO ₂	80	20

3.2 Расчет технологических режимов

Расчёт режима дуговой сварки.

Параметры режима дуговой сварки в смеси газов плавящимся электродом следующие [11]:

- диаметр электродной проволоки - $d_{ЭП}$;
- скорость сварки V_c ;

- сварочный ток – I_c ;
- напряжение сварки – U_c ;
- вылет электродной проволоки – l_b ;
- скорость подачи электродной проволоки - $V_{эп}$;
- общее количество проходов - $n_{пр}$;
- расход защитной смеси $g_{зг}$.

Расчёт режимов сварки выполняем по размерам шва (ширине l и глубине проплавления h_p) [7].

Сварка механизированная, выполняется проволокой Св-08Г2С-О, в нижнем положении. Соединение тавровое типа Т1 с катетом 2 мм. показано на рисунке 3.2.1.

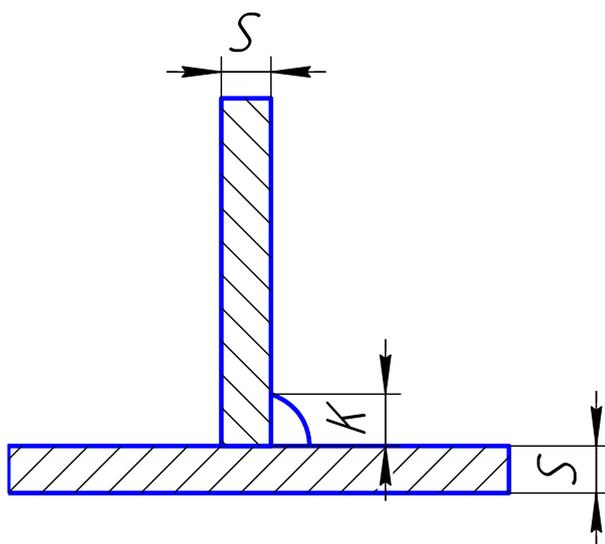


Рисунок 3.2.1 Соединение Т1 ∇ 12 по ГОСТ 14771 – 76 (S – толщина листа, K –катет)

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по известной площади наплавленного металла соответствующего прохода (корневого и заполняющего), мм [5];

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

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 $F_{НК}=20 \text{ мм}^2$ и $F_{НЗ}=40 \text{ мм}^2$.

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

$$F_{\text{НО}} = K_3 \cdot \frac{K}{\sin\left(\frac{\pi}{4}\right)} \cdot g + \frac{K^2}{2} = 0,7 \cdot \frac{12}{\sin\left(\frac{\pi}{4}\right)} \cdot 0,9 + \frac{12^2}{2} = 83 \text{ мм}^2,$$

Определим общее количество проходов [4]:

$$n_{\text{по}} = \frac{F_{\text{НО}} - F_{\text{НК}}}{F_{\text{НЗ}}} + 1 = \frac{83 - 20}{40} + 1 = 2,57. \quad (3.3)$$

Примем $n_{\text{по}} = 3$.

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

$$F'_{\text{НЗ}} = \frac{F_{\text{НО}} - F_{\text{НК}}}{n_{\text{по}} - n_{\text{НК}}} = \frac{83 - 20}{3 - 1} = 31,3 \text{ мм}^2, \quad (3.4)$$

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

$$d_{\text{ЭПК}} = (0,149 \dots 0,409) \cdot F_{\text{НК}}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 20^{0,625} = 0,97 \dots 2,66 \text{ мм}, \quad (3.5)$$

$$d_{\text{ЭПЗ}} = (0,149 \dots 0,409) \cdot F_{\text{НЗ}}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 31,3^{0,625} = 1,28 \dots 3,5 \text{ мм} \quad (3.6)$$

Примем стандартные значения диаметра сварочной проволоки:

$d_{\text{ЭПК}} = 1,2 \text{ мм}$. и $d_{\text{ЭПЗ}} = 1,2 \text{ мм}$.

Рассчитаем скорость сварки для корневого и заполняющего проходов

[9]:

$$V_{\text{СК}} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭПК}}^2 + 50,6 \cdot d_{\text{ЭПК}}^{1,5}}{F_{\text{НК}}} = \frac{8,9 \cdot 1,2^2 + 50,6 \cdot 1,2^{1,5}}{20} = 3,96 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.7)$$

$$V_{\text{СЗ}} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^2 + 50,6 \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^{1,5}}{F'_{\text{НЗ}}} = \frac{8,9 \cdot 1,2^2 + 50,6 \cdot 1,2^{1,5}}{31,3} = 2,53 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.8)$$

Принимаем $V_{\text{СК}} = 4 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 14,4 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$, $V_{\text{СЗ}} = 2,5 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 9 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$.

При известных площадях наплавленного металла, диаметрах электродных проволок и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле [7]:

$$V_{\text{ЭПК}} = \frac{4 \cdot V_{\text{СК}} \cdot F_{\text{НК}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭПК}}^2 \cdot (1 - \psi_{\text{Р}})} = \frac{4 \cdot 4 \cdot 20}{\pi \cdot 1,2^2 \cdot (1 - 0,1)} = 78,8 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 283 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.9)$$

$$V_{\text{ЭПЗ}} = \frac{4 \cdot V_{\text{СЗ}} \cdot F_{\text{НЗ}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭПЗ}}^2 \cdot (1 - \psi_{\text{Р}})} = \frac{4 \cdot 2,5 \cdot 31,3}{\pi \cdot 1,2^2 \cdot (1 - 0,1)} = 77 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 277 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.10)$$

Рассчитаем сварочный ток для корневого и заполняющего проходов при сварке на обратной полярности [7]:

$$I_{\text{СК}}^{0(+)} = d_{\text{ЭПК}} \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_{\text{ЭПК}} \cdot V_{\text{ЭПК}} + 145150 - 382} \right) =$$

$$= 1,2 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 78,8 + 145150 - 382} \right) = 179 \text{ А}, \quad (3.11)$$

$$I_{\text{СЗ}}^{0(+)} = d_{\text{ЭПЗ}} \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_{\text{ЭПЗ}} \cdot V_{\text{ЭПЗ}} + 145150 - 382} \right) =$$

$$= 1,2 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 77 + 145150 - 382} \right) = 176 \text{ А}. \quad (3.12)$$

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

При расчете режимов для смеси газов $\text{Ar} + \text{CO}_2$ необходимо вводить поправочный коэффициент $k_{\text{см}}$, $k_{\text{см}} = 1,1 \dots 1,15$ (по данным отработки режимов в лаборатории сварки ООО «Юргинский машзавод»).

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_{\text{СК}} = 179 \cdot 1,1 = 197 \text{ А}.$$

$$I_{\text{СЗ}} = 176 \cdot 1,1 = 194 \text{ А}.$$

Принимаем $I_{\text{С}} = 197 - 194 \text{ А}$.

Определим напряжение сварки для корневого и заполняющего проходов [9]:

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

$$U_{\text{СК}} = 14 + 0,05 \cdot 197 = 23,5 \text{ В},$$

$$U_{\text{СЗ}} = 14 + 0,05 \cdot 194 = 24 \text{ В}.$$

Расход защитного газа CO_2 для соответствующих проходов [9]:

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

$$q_{згк} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 197^{0,75} = 0,173 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 10,8 \frac{\text{л}}{\text{мин}},$$

$$q_{згз} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 194^{0,75} = 0,171 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 10,3 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$

Аналогично провели расчёт режимов сварки остальных швов, полученные результаты сводим в таблицу 3.2.2

Таблица 3.2.2 - Режимы сварки траверсы задней в смеси Ar + CO₂ [11]

№ шва	Тип шва	Катег шва, мм	Диаметр проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Расход газа, л/мин
1	T1	12	1,2	190...200	22...24	10...12
2	У6	-	1,2	190...200	22...24	10...12
3	H1	3	1,2	190...200	22...24	10...12
4	T3	-	1,2	190...200	22...24	10...12
5	Нест.	-	1,2	190...200	22...24	10...12

3.3 Выбор основного оборудования

Сварочное оборудование, а в частности источник питания необходимо выбирать исходя из режимов сварки, продолжительности работы и экономической эффективности. Также необходимо учитывать требования предъявляемые к источникам питания дуги:

- напряжение холостого хода должно быть достаточным для легкого возбуждения дуги и в то же время не должно превышать норм безопасности. Максимально допустимое напряжение холостого хода установлено для источников постоянного тока 90 В; для источников переменного тока – 80 В;

- напряжение устойчивого горения дуги (рабочее напряжение) должно быстро устанавливаться и изменяться в зависимости от длины дуги. С увеличением длины дуги напряжение должно быстро возрастать, а с уменьшением – быстро падать. Время восстановления рабочего напряжения от 0 до 30 В после каждого короткого замыкания (при капельном переносе металла от электрода к свариваемой детали) должно быть менее 0,05 с; [12]

- ток короткого замыкания не должен превышать сварочный ток более чем на 40–50 %. При этом источник тока должен выдерживать продолжительные короткие замыкания сварочной цепи. Это условие необходимо для предохранения обмоток источника тока от перегрева и повреждения;

- мощность источника тока должна быть достаточной для выполнения сварочных работ. [12]

При изготовлении траверсы задней предлагается использовать следующее сварочное оборудование: сварочный полуавтомат M-Pro 300 фирмы Lorch. Данный сварочный полуавтомат обладает следующими техническими характеристиками:

Таблица 3.3.1 – Технические характеристики сварочных полуавтоматов Lorch M-Pro 300 [12]

п/п	Характеристики	Значение
1	Сварочный ток	30–300А
2	Диаметр сварочной проволоки	1–1,2 мм;
3	Сетевое напряжение	3–400В;
4	Продолжительность включения:	ПВ, 100% - 160А ПВ, 60% - 210А ПВ, при максимальном оке – 30%;
5	Габариты	880x400x775 мм;
6	Вес	80 кг

Серия M-Pro включает универсальные аппараты для сварки листового металла и стали средней и высокой сложности. Современная регулировочная автоматика аппарата предлагает синергетику в чистом виде и делает управление простым как никогда. Нужно только установить параметры для комбинации «материал/проволока/газ» и далее просто осуществлять управление с учетом толщины детали для сварки. Немедленно определяются наилучшие сварочные параметры, а подача проволоки автоматически устанавливается в соответствии с выбранным уровнем напряжения.

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 траверсы задней применяется: приспособление сборочно-сварочное (оно служит для легкой установки и фиксации деталей).

3.5 Составление схемы общей сборки. Определение рациональной степени разбиения 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.

Производственный процесс изготовления рештака состоит из операций: заготовительной, комплектовочной, сборочных, сварочных, слесарной, контрольной, транспортной.

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.

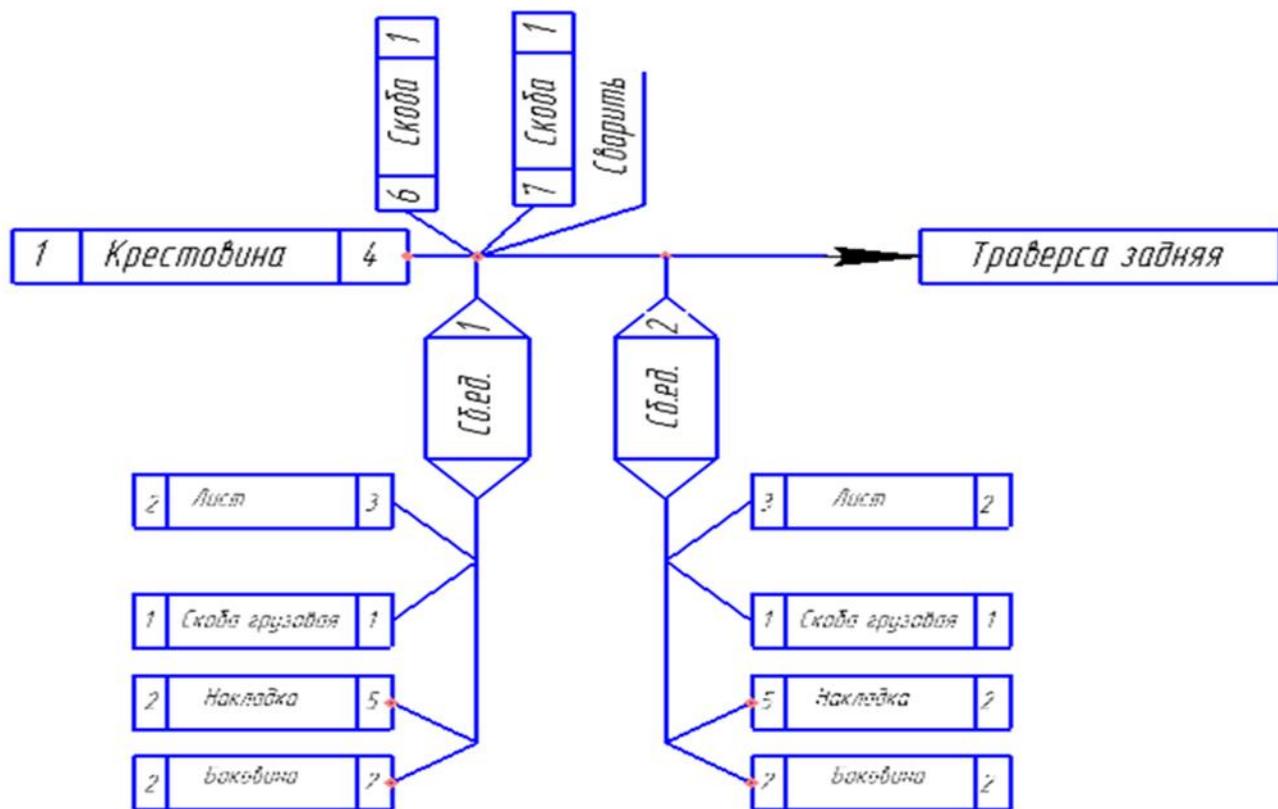
Сварка является одной из основных операций изготовления сварочного изделия. Она осуществляется в соответствии с технической документацией и техническими условиями на сварку. Качество сварного изделия зависит от целого ряда факторов: правильности выбора сварочных материалов, оборудования, материала изделия, пространственного положения швов, квалификации сварщика и многих других.

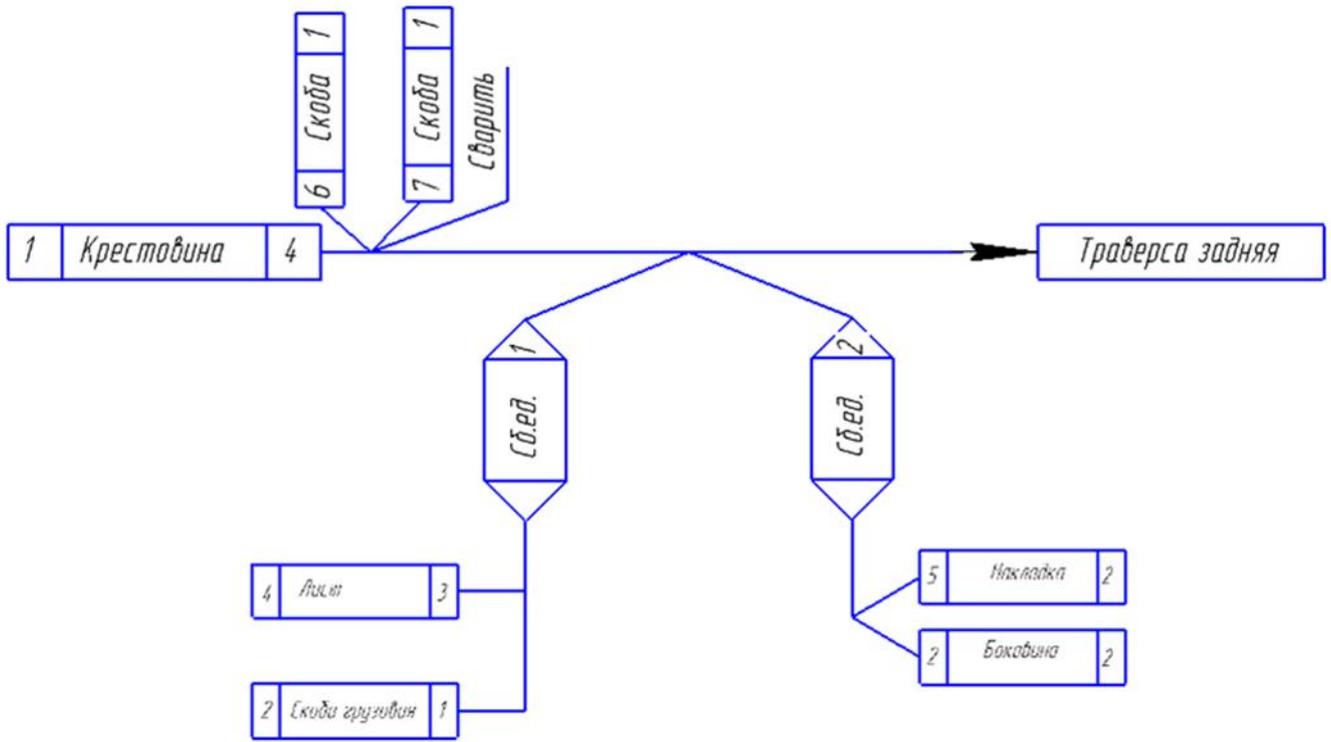
Слесарная операция необходима для зачистки сварочного изделия от брызг расплавленного металла, правки изделия, если это необходимо.

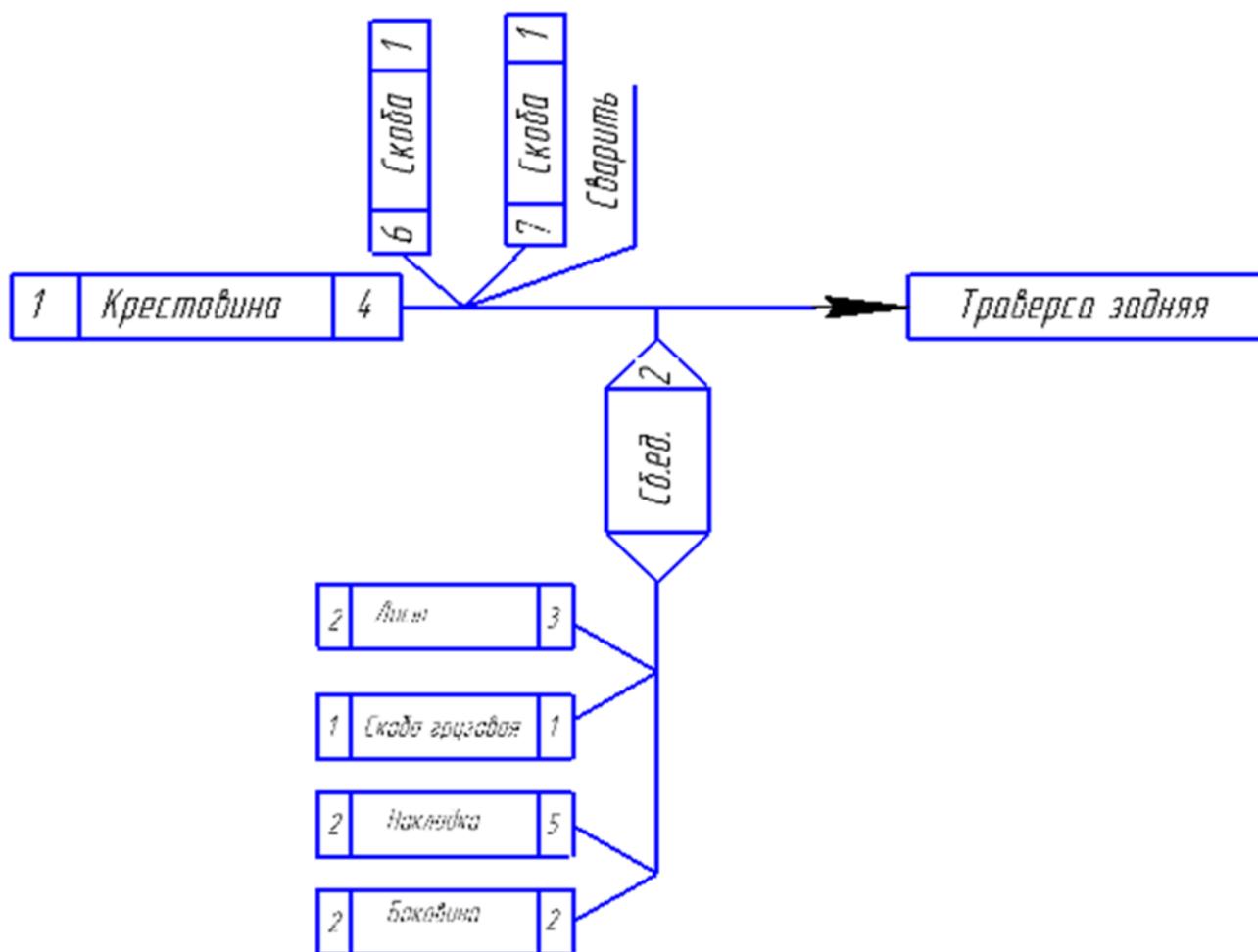
Транспортная операция обеспечивает связь между отдельными рабочими местами, осуществляет перемещение материалов, деталей, сборочных единиц. Она осуществляется как при помощи межоперационного, так и внутрицехового, напольного транспорта.

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 рештака конвейера начинается с подбора деталей, входящих в сборочную единицу, согласно комплектовочной карте.







Риснок 3.5.1 Схема сборки-сварки.

При изготовлении траверсы задней выбираем схему под номером 2. Так как в ней наиболее логичная последовательность сборки. Выбираем основным элементом крестовину, на которую устанавливаем две скобы. Далее собираем сборочную единицу 1 и 2. После сборки сборочных единиц 1 и 2 собираем готовое изделие – траверсу заднюю.

3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование

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

Контролю качества подвергаются работы, как на каждой операции (операционный контроль), так и готового изделия в целом (приемочный контроль).

Согласно СП 53-101-98 на участке сборки и сварки траверсы задней МКЮ4У.56 используются следующие методы контроля качества:[13]

- визуальный и измерительный контроль, 100%;
- ультразвуковой контроль, 100%.

3.6.1 Визуальный и измерительный контроль

Визуальный и измерительный контроль проводится согласно РД 03-606-03. При визуальном и измерительном контроле различные контрольно-измерительные средства: линейка измерительная металлическая, угольник поверочный 90° лекальный, штангенциркуль, угломер с нониусом, в том числе специальные и универсальные шаблоны и др.

Измерительные приборы и инструменты должны периодически, а также после ремонта проходить поверку (калибровку) в метрологических службах, аккредитованных Госстандартом России. Срок проведения поверки (калибровки) устанавливается нормативной технической документацией (НД) на соответствующие приборы и инструменты. [13]

3.6.2 Требования к выполнению визуального и измерительного контроля

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

Участки контроля, особенно стационарные, рекомендуется располагать в наиболее освещенных местах цеха, имеющих естественное освещение. Для создания оптимального контраста дефекта с фоном в зоне контроля необходимо применять дополнительный переносной источник света, то есть использовать комбинированное освещение. Освещенность

контролируемых поверхностей должна быть достаточной для надежного выявления дефектов, но не менее 500 Лк[13]

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

Для выполнения контроля должен быть обеспечен достаточный обзор для глаз специалиста. Подлежащая контролю поверхность должна рассматриваться под углом более 30° к плоскости объекта контроля и с расстояния до 600 мм (рис. 1).

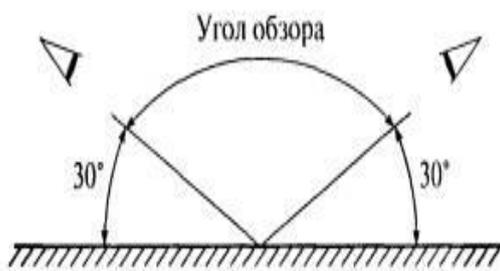


Рисунок 3.6.2.1 Условия визуального контроля

Сварные швы должны удовлетворять следующим требованиям:

а) иметь гладкую или равномерно чешуйчатую поверхность без резких переходов к основному металлу;

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 плавлений по кромкам, шлаковых включений и пор;

в) металл шва и околошовной зоны не должен иметь трещин любой ориентации и длины;

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

3.6.3 Порядок выполнения визуального и измерительного контроля сварных соединений

Визуальный и измерительный контроль сварных соединений выполняется при производстве сварочных работ и на стадии приемосдаточного контроля готовых сварных соединений. В случае если контролируется многослойное сварное соединение, визуальный контроль и регистрация его результатов могут проводиться после выполнения каждого слоя (послойный визуальный контроль в процессе сварки). Послойный визуальный контроль в процессе сварки выполняется в случае невозможности проведения ультразвукового или радиационного контроля, а также по требованию Заказчика или в соответствии с ПТД. [13]

Визуальный и измерительный контроль при сборке свариваемых элементов проводят с целью выявления и проверки обеспечения допустимых размеров зазоров, смещений кромок, формы и размеров кромок и геометрического положения (излома или перпендикулярности) осей и поверхностей собранных элементов.

Визуальный и измерительный контроль качества сварных соединений в процессе сварки и готового сварного соединения выполняют с целью подтверждения их соответствия требованиям конструкторской документации.

Визуальный и измерительный контроль выполненных сварных соединений (конструкций, узлов) проводят с целью выявления поверхностных трещин, подрезов, прожогов, наплывов, кратеров, свищей, пор, раковин и других несплошностей и дефектов формы швов; проверки геометрических размеров сварных швов и допустимости выявленных, поверхностных несплошностей и дефектов формы сварных швов.

Визуальный и измерительный контроль следует проводить всех доступных для этого поверхностей изделий. [13]

Визуальный и измерительный контроль проводят невооруженным глазом и (или) с применением визуально-оптических приборов до 20-кратного увеличения (луп, микроскопов, эндоскопов, зеркал и др.). При контроле сварных соединений используют лупы с 2-7-кратным увеличением.

Визуальный и измерительный контроль выполняют до проведения контроля сварных соединений другими методами неразрушающего контроля, а также после устранения дефектов.

Поверхности сварных соединений перед контролем очищаются от влаги, шлака, брызг металла, ржавчины и других загрязнений, препятствующих проведению контроля.

Измерения проводят после визуального контроля или одновременно с ним. Измерения деталей, подготовленных под сварку, проводятся до их сборки.

При визуальном и измерительном контроле сварных соединений контролируемая зона должна включать в себя поверхность металла шва, а также примыкающие к нему участки материала в обе стороны от шва шириной:

- не менее 5 мм - для стыковых соединений, выполненных дуговой при номинальной толщине сваренных деталей до 5 мм включительно;

- не менее номинальной толщины стенки детали - для стыковых соединений, выполненных дуговой при номинальной толщине сваренных деталей свыше 5 до 20 мм;

- не менее 20 мм - для стыковых соединений, выполненных дуговой при номинальной толщине сваренных деталей свыше 20 мм;

- не менее 5 мм (независимо от номинальной толщины сваренных деталей) - для угловых, тавровых, торцовых и нахлесточных сварных соединений, выполненных дуговой сваркой.

В выполненном сварном соединении визуально следует контролировать: отсутствие (наличие) поверхностных трещин всех видов и направлений; [13]

Отсутствие (наличие) на поверхности сварных соединений дефектов (пор, включений, скоплений пор и включений, отслоений, прожогов, свищей, наплывов, усадочных раковин, подрезов, непроваров, брызг расплавленного металла, западаний между валиками, грубой чешуйчатости, а также мест касания сварочной дугой поверхности основного материала);

Качество зачистки металла в местах приварки временных технологических креплений, гребенок индуктора и бобышек крепления термоэлектрических преобразователей (термопар), а также отсутствие поверхностных дефектов в местах зачистки;

Качество зачистки поверхности сварного соединения изделия (сварного шва и прилегающих участков основного металла) под последующий контроль неразрушающими методами (в случае, если такой контроль предусмотрен ПТД);

Размеры поверхностных дефектов (поры, включения и др.), выявленных при визуальном контроле;

Высоту и ширину шва, а также вогнутость и выпуклость обратной стороны шва в случае доступности обратной стороны шва для контроля;

Высоту (глубину) углублений между валиками (западания межваликовые) и чешуйчатости поверхности шва;

Подрезы (глубину и длину) основного металла;

Отсутствие непроваров (за исключением конструктивных непроваров) с наружной и внутренней стороны шва; размеры катета углового шва;

Отсутствие переломов осей сваренных цилиндрических элементов.

3.6.4 Ультразвуковой контроль

Ультразвуковой контроль проводится согласно ГОСТ 14782-86. При проведении ультразвукового контроля используют следующие средства:

- ультразвуковой дефектоскоп с преобразователем пьезоэлектрическим;
- стандартные образцы для настройки дефектоскопа;

образец СО-1 применяют для определения условной чувствительности, проверки разрешающей способности и погрешности глубиномера дефектоскопа; [14]

образец СО-2 применяют для определения условной чувствительности, мертвой зоны, погрешности глубиномера, угла ввода луча, ширины основного лепестка диаграммы направленности, импульсного коэффициента преобразования при контроле соединений из малоуглеродистой и низколегированной сталей, а также для определения предельной чувствительности;

образец СО-3 применяют для определения точки выхода 0 ультразвукового луча, стрелы преобразователя.

Дефектоскопы и стандартные образцы, используемые для контроля, должны быть аттестованы и поверены в установленном порядке.

Подготовка к контролю: [14]

- сварное соединение подготавливают к ультразвуковому контролю при отсутствии в соединении наружных дефектов. Форма и размеры около шовной зоны должны позволять перемещать преобразователь в пределах, обеспечивающих прозвучивание акустической осью преобразователя сварного соединения или его части, подлежащей контролю;

- поверхность соединения, по которой перемещают преобразователь, не должна иметь вмятин и неровностей, с поверхности должны быть удалены брызги металла, отслаивающаяся окалина, загрязнения;

- сварное соединение следует маркировать и разделять на участки так, чтобы однозначно устанавливать место расположения дефекта по длине шва;

- угол ввода луча и пределы перемещения преобразователя следует выбирать такими, чтобы обеспечивалось прозвучивание сечения шва прямым и однократно отраженным лучами или только прямым лучом;

- прямым и однократно отраженным лучами следует контролировать швы, размеры ширины или катетов которых позволяют осуществлять прозвучивание проверяемого сечения акустической осью преобразователя;

- допускается контролировать сварные соединения многократно отраженным лучом.

Проведение контроля:

- при контроле сварных соединений следует применять эхо-импульсный, теневой (зеркально-теневой) или эхо-теневой методы;

- стыковые, тавровые, нахлестанные сварные соединения следует прозвучивать по различным схемам, представленным в ГОСТ 14782-86;

- прозвучивание сварного соединения выполняют по способу продольного и (или) поперечного перемещения преобразователя при постоянном или изменяющемся угле ввода луча.

Оформление результатов контроля: [14]

- результаты контроля должны быть записаны в журнале или заключении, или на схеме сварного соединения, или в другом документе, где должны быть указаны: тип контролируемого соединения, индексы, присвоенные данному изделию и сварному соединению, и длина проконтролированного участка; техническая документация, в соответствии с которой выполнялся контроль; тип дефектоскопа; непроконтролированные или неполностью проконтролированные участки сварных соединений, подлежащие ультразвуковому контролю; результаты контроля; дата контроля; фамилия дефектоскописта.

Дополнительные сведения, подлежащие записи, а также порядок оформления и хранения журнала (заключений) должны быть оговорены в технической документации на контроль, утвержденной в установленном порядке. [14]

Специалисты, осуществляющие неразрушающий контроль, должны быть аттестованы в соответствии с Правилами аттестации персонала в области неразрушающего контроля (ПБ 03-440-02), утвержденными постановлением Госгортехнадзора России от 23.01.2002 N 3, зарегистрированным Минюстом России 17.04.2002, регистрационный N 3378.

3.7 Разработка технологической 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 [15].

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 [15].

Технологический процесс (на плите) (010-015 операции) собираются, прихватываются узловые сборки, в состав которых входит: 4 боковины, 4 накладки и 4 листа. Получаем под узел №1 и №2. Далее под узел №1 и №2 (025-035) перемещаются на рабочее место два, где расположено сборочно-сварочное приспособление. а сборочно-сварочное приспособление устанавливаем под узел №1 и №2, закрепляем прижимами, затем устанавливаем крестовину, зажимаем прижимами. Производим прихватку. Далее сборочную единицу открепляем от приспособления и перемещаем на рабочее место три (045-065), где на сборочную единицу производится установка и прихватка двух грузовых скоб и двух скоб. Затем провариваем траверсу, кантуя в удобное положение кран-балкой. После производится слесарная и контрольная операции. Сварка производится в смеси аргона (80 %) и двуокиси углерода (20 %).

3.8 Техническое нормирование операций

Техническое нормирование - является основой правильной организации труда и заработной платы, а технические нормы времени - основным критерием при расчёте потребного количества и загрузки оборудования, и определение числа рабочих [16].

Норма штучного времени $T_{ш}$, мин, для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [16]:

$$T_{ш} = T_{н.ш.к} \cdot L + t_{ви}, \quad (3.15)$$

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

L - длина свариваемого шва по чертежу, м;

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

Неполное штучно-калькуляционное $T_{ншк}$ определяется по формуле [16]:

$$T_{н.ш.к} = (T_0 + t_{вш}) [1 + (a_{обсл} + a_{от.л} + a_{п-з})/100], \quad (3.16)$$

где T_0 - основное время сварки, ч;

$t_{вш}$ - вспомогательное время сварки, зависящее от длины сварочного шва, мин;

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

Для механизированной сварки в смеси газа плавящимся электродом сумма коэффициентов ($a_{обсл} + a_{от.л} + a_{п-з}$) составляет 27 % [16].

Основное время для механизированной сварки в смеси газа определяется по формуле [15]:

$$T_0 = \frac{F \cdot \gamma \cdot 60}{I \cdot \alpha_n}, \quad (3.17)$$

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

I - сила сварочного тока, А;

γ - плотность наплавленного металла, г/см³; (при сварке сталей составляет 7,8 г/см³);

α_n - коэффициент наплавки, г/(А·ч).

Для примера определим норму времени в операции 035 приварки поз. 6,8,9 к боковинам и друг к другу.

Исходные данные:

марка стали: 14ХГ2САФД;

марка электродной проволоки: Св-08Г2С-О;

сварной шов тавровый без разделки;

шов по ГОСТ 14771-76 – Т1- 12;

суммарная длина шва - 3700 мм;

положение шва нижнее;

площадь поперечного сечения наплавленного металла шва с катетом 12 мм, F= 150 мм; FНК=20 мм² и FНЗ=40 мм².

коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С-О при механизированной сварке легированных сталей в среде Ar + CO₂ составляет $\alpha_n = 15 \text{ г}/(\text{А} \cdot \text{ч})$ [19].

Из расчёта режима сварки принимаем величину сварочного тока I=190 - 200 А.

Определяем основное время сварки по формуле:

$$T_0 = (20 \cdot 7,85 \cdot 60) \div (190 \cdot 15) + (40 \cdot 7,85 \cdot 60) \div (200 \cdot 1,5) \cdot 2 = 10,5 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле (25), с учётом того, что твш составляет 0,75 мин.

$$T_{н.ш.к} = (10,5 + 0,75) \cdot (1 + (27/100)) = 14,29$$

Норму штучного времени определяем по формуле (24) с учётом того, что тви = 4,8 мин. то:

$$T_{ш} = 14,29 \cdot 3,7 + 4,8 = 57,6 \text{ мин.}$$

Расчёт штучного времени на контроле качества производится по следующей формуле:

$$T_{ШТК} = (t_0 + t_{всп}) \cdot k, \quad (3.18)$$

где t_0 – основное время на контроль качества изделия, мин;

$t_{всп}$ – время на осмотр поверхности, $t_{всп} = 3$ мин;

$k = 1,5$ – коэффициент, учитывающий время на обслуживание рабочего места.

Основное время контроля:

$$t_0 = \frac{L_{н}}{V_{к}}, \quad (3.19)$$

$LH=3700$ – общая длина сварных швов, см; $VK=60$ – скорость контроля, см/мин.

Тогда получим, что:

$$t_0 = 3700/60 = 61,6 \text{ мин}$$

Подставляя полученные значения в формулу, получим, что

$$TШТК = (61,6+3) \cdot 1,5 = 99,9 \text{ мин.}$$

Нормы штучного времени в таблице 3.8

Таблица 3.8.1 - Нормы штучного времени, предлагаемого технологических процессов изготовления секции переходной

№ опер.	Технологический процесс	
	Наименование операции	Тшт, мин
005	Комплектовочная	-
010	Слесарно-сборочная	9,7
015	Сварка	60,2
020	Перемещение	7
025	Слесарно-сборочная	31,8
030	Прихватка	7,1
035	Слесарно-сборочная	5,8
040	Перемещение	7
045	Слесарно-сборочная	23,7
050	Сварка	506,05
060	Слесарная	50,08
065	Контроль	99,9
Итого		808,55

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

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

3.9 Материальное нормирование

3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле:

$$m_m = m \cdot k_o, \quad (3.18)$$

где m – вес одного изделия, кг;

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

$$m_m = 345 \cdot 1,3 = 448,5 \text{ кг},$$

3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки для сварки в CO_2 :

$$M_{ЭП} = K_{р.п.} \cdot (1 + \psi_p) \cdot M_{н.о.}, \quad (3.19)$$

где $K_{р.п.}$ – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата, $K_{р.п.} = 1,02 \dots 1,03$; принимаем $K_{р.п.} = 1,03$;

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

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

Для проволоки Св-08Г2С-О:

$$M_{ЭП} = 1,03 \cdot (1 + 0,1) \cdot 32,88 = 32,2 \text{ кг}.$$

3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле:

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

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

$$Q_{з.г.} = 10,8 \cdot 566,25 = 6115,5 \text{ л.}$$

$$З_{\phi} = 10,3 \cdot 125,84 = 1691,28 \text{ (руб.)}$$

3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [14]:

$$W_{тэ} = \sum \left(\frac{U_c \cdot I_c \cdot t_c}{\eta_u} \right) + P_x \cdot \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.23)$$

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:

$$З_{тэ} = W_{тэ} \cdot Ц_{э.э.}, \quad (3.24)$$

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

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

$$W_{тэ} = \frac{22 \cdot 190 \cdot 10,5}{0,92} + \frac{24 \cdot 200 \cdot 7,85}{0,92} + 0,4 \cdot \left(\frac{9,2}{0,92} - 9,2 \right) = 108043,77 \text{ Вт} \cdot \text{ч,}$$

$$З_{тэ} = 108043 \cdot 1,24 = 133,97 \text{ руб.}$$

4 Конструкторский раздел

4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Основное и наиболее эффективное направление в развитии технического прогресса считается 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 трудоемкости составляют всего 20-25 % общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 75-80 % приходятся на долю сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 75-80 % всего комплекса цехового оборудования.

В выпускной квалификационной работе, в предлагаемом технологическом процессе, используются сборочно-сварочное приспособление для сборки и сварки траверсы задней. Приспособление ФЮРА.000001.034.00.000 СБ состоит из стоек, стола, шестнадцати винтовых прижимов и шести упоров.

4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

Закрепление свариваемого изделия в сборочно-сварочное приспособление осуществляется винтовыми прижимами, которые входят в состав приспособления ФЮРА.000001.034.00.000 СБ.

В приспособлении ФЮРА.000001.034.00.000 СБ используются винтовые прижимы с резьбой М12. Рассчитаем винтовой прижим.

Исходные данные:

- тяговое усилие Q , кгс;
- средний диаметр винта d_2 , см;

- внутренний диаметр винта d_1 , см;
- ход винтовой линии S , см;
- предел текучести материала винта σ_T , кгс/см².

Угол подъема винтовой линии резьбы определяется по формуле:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{S}{\pi \cdot d_2} \quad (4.1)$$

где $S=0,175$ см;

$\pi=3,1416$;

$d_2=1,11$ см.

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{0,175}{3,1416 \cdot 1,11} = 0,050,$$

$\beta = 2,86^\circ$.

Определим КПД передачи, %:

$$\eta = \frac{\operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}(\beta + \rho)}, \quad (4.2)$$

где при малых скоростях скольжения угол трения $\rho = 6 \dots 8^\circ$.

$$\eta = \frac{2,86}{\operatorname{tg}(2,86 + 7)} = 16,82\%.$$

Определим допускаемое напряжение в материале винта, кгс/см²:

$$[\sigma_B] = \frac{\sigma_T}{3,5}, \quad (4.3)$$

для стали 35 предел текучести равен $32 \text{ кгс/мм}^2 = 3200 \text{ кгс/см}^2$,

$$[\sigma_B] = \frac{3200}{3,5} = 914,2 \text{ кгс/см}^2.$$

Определим расчётную площадь сечения винта:

$$F = 0,785 \cdot d_1^2, \quad (4.5)$$

где $d_1=1,02$ см.

$$F = 0,785 \cdot 1,02^2 = 0,81 \text{ см}^2.$$

Приведенное напряжение винта определяется по формуле:

$$\sigma_{\text{ИР}} = \frac{Q}{F} \cdot \sqrt{1 + 1,6 \cdot \left(\frac{S}{\eta \cdot d_1} \right)^2}, \quad (3.2)$$

где $Q=500$ кгс.

$$\sigma_{\text{ИР}} = \frac{500}{0,81} \cdot \sqrt{1 + 1,6 \cdot \left(\frac{0,175}{16,82 \cdot 1,02} \right)^2} = 617,28 \text{ кгс/см}^2,$$

$$\sigma_{\text{ИР}} \leq [\sigma_{\text{В}}].$$

Условие $\sigma_{\text{ИР}} \leq [\sigma_{\text{В}}]$ выполняется.

5 Проектирование участка сборки – сварки

5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [17].

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 [17].

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

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

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

5.2 Расчет основных элементов производства

5.2.1 Определение требуемого количества оборудования и приспособлений

К основным элементам производства относятся рабочие, оборудование, материалы и энергетические затраты [18].

Необходимое количество оборудования и приспособлений C_p , шт., определяется по формуле [17]:

$$C_p = \frac{T_{шт} \cdot N_{г}}{60 \cdot F_{д} \cdot K_{вн}}, \quad (5.1)$$

где $T_{шт}$ – штучное время на операции для одного изделия, мин;

$N_{г}$ – программа выпуска изделий, $N_{г}=2000$ шт;

$F_{д}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования в односменном режиме, час/год;

S – количество смен работы оборудования;

$k_{ВН}=1,15$ – коэффициент выполнения нормы выработки.

Примем, что номинальный фонд рабочего времени при односменном режиме работы составляет 1976 ч.

ФН— номинальный фонд рабочего времени при работе в одну смену равен 1975 часов, найдем действительный отрыв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi Д = \Phi Н - 5\% = 1975 - 5\% = 1877 \text{ ч.},$$

Коэффициент загрузки оборудования и приспособлений $k_{зо},\%$, определяется по формуле [18]:

$$k_{зо} = \frac{C_p}{C_{п}} \cdot 100\% \quad (5.2)$$

где C_p – расчетное количество оборудования и приспособлений, шт.;

$C_{п}$ – принятое количество оборудования и приспособлений, шт.

Результаты расчета количества единиц оборудования на операцию приведены в таблице 5.2.1.1

Таблица 5.2.1.1 - Количество оснастки необходимого для изготовления изделия и коэффициент их загрузки

Номер операции	Наименование	Тш, мин	Ср, шт	Сп, шт	Кзо, %
010 – 015 045 – 065	Плита сборочно-сварочная	742,85	12,53	13	96,39
025 – 035	Приспособление сборочно-сварочное	44,71	0,75	1	75,4

Определяем необходимое количество сварочного оборудования и данные расчета сводим в таблицу 5.2.1.2

Таблица 5.2.1.2- Количество сварочного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Технологический процесс	Сп, шт	Кзо
Предлагаемый	14	94,9

5.2.2 Определение состава и численности работающих

Состав, рабочих в сборочно-сварочном цехе, подразделяется на группы:

- основные производственные рабочие;
- вспомогательные рабочие;
- инженерно-технические работники (ИТР);
- младший обслуживающий персонал (МОП).

Определим необходимое количество основных рабочих. Основными считаются те рабочие, которые заняты выполнением операций технологического процесса по изготовлению продукции. Численность основных рабочих рассчитывается для двухсменного режима работы. Затем полученное число рабочих распределяют по сменам и по операциям технологического процесса в зависимости от загрузки оборудования на этих операциях.

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

Количество основных рабочих – списочное и явочное определяется по формуле:

$$R_{сп} = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_{д}}, \quad (5.3)$$

$$R_{яв} = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_{н}}, \quad (5.4)$$

где N – годовая программа выпуска изделия, шт, $N = 2000$ шт.;

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

$F_{н}$ - номинальный фонд рабочего времени, ч, $F_{н}=1976$ ч;

$F_{д}$ – действительный фонд рабочего времени, ч, $F_{д} = 1739$ ч;

$R_{яв}$ и $R_{сп}$ –расчетные значения соответственно явочного и списочного состава производственных рабочих, результаты заносим в таблицу.

Остальные категории работников рассчитываем в процентном соотношении от списочного количества рабочих:

- вспомогательные рабочие - 25 % от количества основных рабочих [19];

- ИТР – 8 процентов от суммы основных и вспомогательных рабочих [19];

- младший обслуживающий персонал (МОП) – 2 процента от суммы основных и вспомогательных рабочих [19];

- контролеры качества продукции – 1 % от суммы основных и вспомогательных рабочих [19].

Количество рабочих на участке приведены в таблице 5.2.2.1

Таблица 5.2.2.1 Количество рабочих на участке

Трудоемкость Тш, мин.	808,05
Расчетное/принятое списочное число основных рабочих Рсп и Рп, чел.	15,1/16
Расчетное/принятое явочное число основных рабочих Ряв и Рп, чел.	13,28/14
Расчетное/принятое число вспомогательных рабочих Ряв и Рп, чел.	4/4
Расчетная/принятая численность ИТР, чел.	1,6/2
Расчетная/принятая численность МОП, чел.	0,4/1
Расчетная/принятая численность контролеров, чел.	0,2/1

5.3 Пространственное расположение производственного процесса

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 [19].

Для проектируемого участка сборки и сварки секции переходной 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.

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Экономическая часть предназначена для экономической оценки производственного процесса.

Разработка технологического процесса изготовления траверсы допускает различные варианты решения.

Траверса - металлическая конструкция являющаяся частью крепи механизированной МКЮ 4У. 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.

Крепь механизированная МКЮ 4У является конкурентоспособным, конкурентами предприятия являются предприятия таких стран как: Китай, Польша, также выпускающих горна шахтное оборудование.

Существует базовый вариант изготовления траверсы задней, который используется на ООО «Юргинский машзавод».

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

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

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

Определение приведенных затрат производят по формуле [17]:

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

где C - себестоимость единицы продукции, руб/изд;

$E_{\text{н}}$ - норма эффективности дополнительных капиталовложений, (руб/год)/руб;

К - капиталовложения, руб/ед. Год.

Согласно предлагаемого технологическому процессу, сборочные и сварочные операции при изготовлении траверсы производятся на плите сборочно-сварочной. Отсутствие прижимов и прихваток приводит к увеличению расхода материалов и времени сварки, сборки и слесарной обработки.

Швы выполняются в смеси газов, в качестве сварочного оборудования используется импортное оборудование фирмы Loth .

В предлагаемом технологическом процессе применим сборочно - сварочное приспособление с винтовыми прижимами.

Для данного вида сварки применим современное сварочное оборудование, фирмы Loth.

6.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Расчет необходимого количества производственного оборудования

Необходимое количество оборудования определяем по формуле [15]:

$$C_p = N_g \cdot T_{ш} / F_d, \quad (6.2)$$

где N_g —годовая программа выпуска изделия, $N_g=2000$ шт.;

$T_{ш}$ —норма штучного времени на изготовления изделия, ч.;

F_d —действительный годовой фонд работы оборудования, ч.;

$F_d=1978$ ч [11].

Определяем необходимое количество производственного оборудования. Определение количества оборудования осуществляем путем округления расчетного количества оборудования C_p до целого числа в большую сторону.

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле [15]

$$K_z = C_p / C_n \cdot 100\%, \quad (6.3)$$

где C_p - расчетное количество оборудования, шт.;

C_n - принятое количество оборудования, шт.

Определим требуемое количество сварочного оборудования:

$$C_{пл} = \frac{2000 \cdot 763,84}{1978 \cdot 60} = 12,87$$

$$C_{пр} = \frac{2000 \cdot 44,71}{1978 \cdot 60} = 0,75$$

Для обеспечения каждого рабочего места сварочным оборудованием, принимаем количество оборудования равно $C_p=13$

Далее определим коэффициент загрузки

$$K_{зпл} = 12,87 / 14 \cdot 100\% = 91,92\%$$

$$K_{зпр} = 0,75 / 1 \cdot 100\% = 75\%$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.1.1

Таблица 6.1.1 - Количество оснастки и оборудования необходимого для изготовления изделия и коэффициент их загрузки

Номер операции	Наименование	Тш, мин	Ср, шт	Сп, шт	Кзо,%
010 – 015 045 – 065	Плита сборочно-сварочная	763,84	12,87	14	96,39
025 – 035	Приспособление сборочно-сварочное	44,71	0,75	1	75

Определяем необходимое количество сварочного оборудования и данные расчета сводим в таблицу 6.1.2

Таблица 6.1.2 - Количество сварочного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Технологический процесс	Сп, шт	Кзо
Предлагаемый	14	85,8

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [13]:

$$K_o = C_o \cdot (1 + \sigma_m) \cdot C_p, \text{ руб./ед.год}, \quad (6.4)$$

где C_o – оптовая цена единицы оборудования, руб./ед.

σ_m – коэффициент, учитывающий затраты на монтаж и транспортно-заготовительные расходы. Принимаем $\sigma_m=0,10$;

C_p – принятое количество оборудования.

Для предлагаемого $C_p=14$ ед.

N_{Γ} - годовая программа производства изделий, $N_{\Gamma} = 2000$ шт.

Цены на оборудование сводятся в таблицу 6.1.3 и 6.1.4

Таблица 6.1.3 - Оптовые цены на сварочное оборудование

Наименование оборудования		Ц _о , руб
Предлагаемый технологический процесс		
Lorh M-Pro 300	1 шт.	200000

Таблица 6.1.4

Наименование оборудования		К _о , руб/ед. год
Предлагаемый технологический процесс		
Lorh M-Pro 300	14 шт.	2800000

Капитальные вложения в приспособления определяем по формуле [17]:

$$K_{\text{пр}} = C_{\text{пр}} \cdot C_{\text{п}}, \quad (6.5)$$

где $C_{\text{пр}}$ - цена единицы приспособления, руб. Берется с учетом поправочного коэффициента.

$C_{\text{п}}$ - принятое количество приспособлений, занятое выполнением, соответствующей операции.

Капитальные вложения в приспособления указаны в таблице 6.1.5

Таблица 6.1.5- Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Ц _{пр.} Руб	Предлагаемый технологический процесс	
		С _п , шт	К _{пр} , руб/ед.год
Плита сборочно - сварочная	82520	13	1155280
Приспособление сборочно - сварочное ФЮРА.000003.034.00.000 СБ	94565	1	94565
ИТОГО			1249845

6.2 Определение удельных капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Удельные капитальные вложения в здание определяется по формуле [17]:

$$K_{зд} = S_{oi} \cdot h \cdot k_B \cdot Ц_{зд}, \text{ руб.} \quad (6.6)$$

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

Для предлагаемого техпроцесса: $S_2=330,38$ м²,

h - высота производственного здания, м, $h = 12$ м [18];

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

$Ц_{зд}$ - стоимость 1м³ здания на 01.01.2019 для цеха № 14 составляет, $Ц_{зд}=94$ руб/м³.

$$K_{зд} = 330,38 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 94 = 745337 \text{ руб.}$$

Определяем удельные капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 6.2.1

Таблица 6.2.1 - Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	$K_{зд}$, руб.
Предлагаемый технологический процесс	
Lorh M-Pro 300	745337

6.3 Определение затрат на основной материал

Затраты на основной материал определяем по формуле [17]:

$$C_M = m_M \cdot k_{т.-з.} \cdot Ц_M, \text{ руб./изд.,} \quad (6.7)$$

где m_M - расход материала на одно изделие,

$Ц_M$ - средняя оптовая цена стали 14ХГ2САФД на 24.04.2020 руб./кг.;

$k_{т.-з.}$ - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.-з.}=1,04$ [7];

Для стали 14ХГ2САФДЦ $m = 40.73$ руб./кг, при $m_M = 354 \cdot 1,3=448,5$ кг.

$$C_M = 1,04 \cdot (460,2 \cdot 40,73) = 19493,7 \text{ руб/изд.}$$

6.4 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [17]:

$$C_{п.с} = g_{п.с} \cdot K_{р.п.с} \cdot Ц_{п.с}, \text{ руб/изд.} \quad (6.8)$$

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

$G_d = 33,88$ кг - для проволоки Св-08Г2С-О для предлагаемого технологического процесса;

k_{nd} - коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [22], $k_{р.п.с}$ - 1,02;

$Ц_{п.с} = 77,5$ - стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг по данным ООО «Юргинский машиностроительный завод» на 01.01.2020.

$$C_{п.средн.} = 33,88 \cdot 1,02 \cdot 77,5 = 2678,21 \text{ руб.}$$

6.5 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.сд} = (T_c \cdot \Sigma T_{ш}) \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_r \cdot [1 + (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) / 100], \quad (6.9)$$

где T_c - тарифная ставка на 01.01.2020, руб., $T_c = 43,52$ руб.;

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

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

K_r - районный коэффициент, $K_r = 1,3$;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ - страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая - 32,78.

Заработная плата основных производственных рабочих по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = (43,52 \cdot 13,48) \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,78 / 100) = 1753,7 \text{ руб/изд.}$$

6.6 Определение затрат на силовую электроэнергию

В основу расчета норматива затрат на силовую электроэнергию положена [17]:

$$C_{э.с.}=(N_y \cdot K_N \cdot K_{вр} \cdot K_{од} \cdot K_{\omega} / \eta) \cdot Ц_э \cdot T_о / 60, \quad (6.10)$$

где N_y - установочная мощность источника питания сварочной дуги, кВт,

K_N и $K_{вр}$ - средние коэффициенты загрузки источника питания по мощности и по времени, $K_N = 0,7$ и $K_{вр} = 0,8$,

$K_{од}$ - средний коэффициент одновременной работы, $K_{од} = 1$,

K_{ω} - коэффициент потерь электроэнергии в сети завода, $K_{\omega} = 1,08$,

η - КПД оборудования. Для базового технологического процесса, $\eta = 0,90$

$Ц_э$ - средняя стоимость электроэнергии по данным ООО «Юргинский машиностроительный завод», $Ц_э = 3,43$ руб.

Затраты на электроэнергию по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{э.с.}=(4 \cdot 0,7 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 1,08 / 0,90) \cdot 3,43 \cdot 566,25 / 60 = 32,6 \text{ руб.}$$

6.7 Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле [17]:

$$C_{ао}=[Ц_о \cdot (1 + \sigma_м) \cdot a_p \cdot \Sigma T_{шк}] / [100 \cdot F_d \cdot K_{зо} \cdot K_{вн} \cdot 60 \cdot N_{г}], \quad (6.11)$$

где a_p - норма годовых амортизационных отчислений на восстановление оборудования, % ,

$K_{зо}$ - коэффициент, учитывающий нормативную нагрузку оборудования. Принимаем $K_{зо} = 0,85$.

$K_{вн}$ - коэффициент, учитывающий выполнение норм выработки. $K_{вн} = 1,2$.

$N_{г}$ - годовая программа производства изделий шт., $N_{г} = 2000$ шт.

Амортизация оборудования приведена в таблице 6.7.1

Таблица 6.7.1– Амортизация оборудования

Наименование оборудования	Вариант технологического процесса	
	Предлагаемый	
	а _р , %	С _{ао} , руб./ед. Год.
Lorh M-Pro 300	19,4	28,29

6.7.1 Определение затрат на амортизацию приспособления

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [17]:

$$C_{a.п} = [C_{пр} \cdot (1 + \sigma_m) - C_{рл}] \cdot C_{п} / T_{пог} \cdot N_{г}, \quad (6.12)$$

где $C_{рл}$ - выручка от реализации выбывших из эксплуатации приспособления, руб/ед, составляет 2%.

$T_{пог}$ - период погашения стоимости приспособлений, лет. $T_{пог} = 5$ лет.

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.7.1.1

Таблица 6.7.1.1– Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование Оборудования	C _{пр} , руб. C _{рл} , руб	Предлагаемый технологический процесс	
		C _п , шт.	C _{ап} , руб/ед. год
Плита сборочно-сварочная	82520	13	124,7
	1650		
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.034.00.000 СБ	94565	1	143,32
	1891,3		
ИТОГО			268,02

6.7.2 Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [17]:

$$C_p = [(R_m \cdot \omega_m + R_{э} \cdot \omega_{э}) / T_{рц}] \cdot \Sigma T_{шк} / (K_{вн} \cdot 60 \cdot N_{г}), \text{ руб.изд.} \quad (6.13)$$

где R_m $R_{э}$ - группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части $R_m = 3$

ω - затраты на все виды ремонта;

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

Определение затраты на ремонт сводятся в таблицу 6.7.2.1

Таблица 6.7.2.1- Затраты на ремонт оборудования

Наименование оборудования	$R_{\text{Э}}$	$\omega_{\text{Э}}$	T , ч	C_p , руб/год.
Предлагаемый технологический процесс				
Lorh M-Pro 300	7	1097	20,02	0,22

6.8 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$Z_{\text{п}} = C + \dot{\epsilon}_{\text{н}} \cdot K, \quad (6.14)$$

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

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

$$\dot{\epsilon}_{\text{н}} = 0,15 (\text{руб./ед}) / \text{руб.} [17].$$

K - капитальные вложения, руб./ ед. год.

Себестоимость единицы продукции определяется по формуле:

$$C = N_{\Gamma} \cdot (C_{\text{м}} + C_{\text{в.м.}} + C_{\text{зп.сд.}} + C_{\text{э.с}} + C_{\text{а}} + C_{\text{ап}} + C_{\text{р}} + C_{\text{зд}}), \quad (6.15)$$

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

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

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

$C_{\text{э.с}}$ - затраты на силовую электроэнергию, руб.;

$C_{\text{а}}$ - затраты на амортизацию оборудования, руб.;

$C_{\text{ап}}$ - Определение затрат на амортизацию приспособления, руб.;

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

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K = K_{\text{о}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{здо}}. \quad (6.16)$$

Определим количество приведенных затрат по предлагаемому технологическому процессу:

$$K = 2800000 + 1249845 + 745337 = 4795182 \text{ руб/изд.}$$

$$C=2000 \cdot (19493,7+2678,21+1753,7+32,6+28,9+268,02+0,22)$$

$$= 48450700 \text{ руб./изд. год,}$$

6.9 Основные технико-экономические показатели участка

Таблица 6.9.1 Основные технико-экономические показатели участка

Номер	Показатель	Значений
1	Годовая производственная программа, шт.	2000
2	Средний коэффициент загрузки оборудования	83,46
3	Производственная площадь участка, м ²	330,38
4	Количество оборудования, шт.	14
5	Списочное количество рабочих, чел.	16
6	Явочное количество рабочих, чел	14
7	Количество рабочих в первую смену, чел	14
8	Количество вспомогательных рабочих	4
9	Количество ИТР	2
10	Количество МОП	1
11	Количество контролеров	1

В ходе выполнения работы по разделу ФМРиР был выполнен расчет капитальных вложений в оборудование и приспособление, был выполнен расчет затрат на основные и вспомогательные материалы, на силовую электроэнергию, была рассчитана заработная плата работников предприятия с их социальными доходами.

При данной годовой программе выпуска (1 шт.) изделия Траверса и разработка производственной процесс: себестоимость изделия составляет 24225 руб.

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

На участке производится изготовление основания механизированной крепи. При изготовлении основания выполняются следующие операции: сборка, сварка, механизированная в смеси газа Ar + CO₂, слесарные операции.

При изготовлении основания на участке используется оборудование:

- а) полуавтомат Lorh M-Pro 300. 14 шт.
- б) приспособления ФЮРА.00.000 СБ 1 шт.

Перемещение изделия производят кран-балкой до 2 тонн.

Изготавливаемое изделие, траверса задняя, она входит в состав крепи механизированной. Полная масса траверсы задней составляет 345 кг.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется шестью окнами, а также 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. Все работы производятся на участке с площадью $S=330,38 \text{ м}^2$.

На данном участке сборки и сварки траверсы задней выявлены следующие вредные и опасные производственные факторы:

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 профессиональной деятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основными нормативными актами, 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).[19]

К нормативным документам относятся:

- а) ГОСТ 2310 – 77 «Молотки слесарные. Технические условия»;
- б) ГОСТ Р 54578 – 2011 «Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного воздействия»;
- в) «Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях» (утвержден Главным государственным санитарным врачом СССР 23 февраля 1988 г. №4557 – 88);
- г) СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 «Шум на рабочих местах, в жилых помещениях, общественных зданиях и на территории жилой застройки»;
- д) ГОСТ 12.2.003 – 91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;
- е) ГОСТ 12.1.012 – 2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»;
- ж) СН 2.2.4/2.1.8.556 – 96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»;
- и) ФЗ «Об основах охраны труда в РФ» от 17.07.1999 г. (номер 181 - ФЗ);
- к) СНиП 2.09.03 – 85 «Сооружения промышленных предприятий»;

- л) СП 1009 – 73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов»;
- м) ТУ 8572 – 017 – 00302190 – 93 «Костюмы мужские для сварщиков, защищающие от искр, брызг расплавленного металла»;
- н) ГОСТ 12.4.010 – 75 СИЗ «Рукавицы специальные»;
- п) ГОСТ 12.4.002 – 97 ССБТ «Средства индивидуальной защиты рук от вибрации»;
- р) СНиП 23 – 05 – 95 «Естественное и искусственное освещение»;
- с) СНиП 2.04.02 – 84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»;
- т) ФЗ №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера» от 21.12.94 г.;
- у) ГОСТ 12.4.009 – 83 «Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды, размещение и обслуживание»;
- ф) СНиП 21 – 01 – 97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;
- ц) СНиП 31 – 03 – 2001 «Производственные здания».
- ч) ГОСТ 30873.4 «Определение параметров вибрационной характеристики ручных машин и с ручным управлением»

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; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток; грузоподъемные механизмы.

Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

Поступление в воздух рабочей зоны вредных веществ зависит от технологического процесса, используемого сырья, а также от промежуточных и конечных продуктов.

При сварке в зону дыхания работающих могут поступать сварочные аэрозоли, содержащие в составе твёрдой фазы окислы различных металлов

(марганца, хрома, никеля, меди, алюминия, железа и др.), их оксиды и другие соединения, а также токсичные газы (окись углерода, озон, фтористый водород, окислы азота и т.д.).

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до СО до 160 мг/м³; окислов азота до 8,0 мг/м³; озона до 0,36 мг/м³; оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02 г/кг расходуемого материала.

Источником выделения вредных веществ также может быть краска, грунт или покрытие, находящиеся на кромках свариваемых деталей и попадающие в зону сварки. Для уменьшения выделения вредных веществ поверхности свариваемых деталей должны при необходимости зачищаться от грунта и покрытия по ширине не менее 20 мм от места сварки. Автотранспорт, который используется для перевозки изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, летучие углеводороды. [20].

В результате воздействия вредных веществ могут возникать профессиональные заболевания, так, при длительном вдыхании пыли – пневмокониозы.

Пневмокониоз характеризуется разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях.

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

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

На участке сборки и сварки изготовления обечайки 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÷3 метров в секунду[20].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле:

$$L_M = S \cdot V_{\text{эф}}, \text{ м}^3 \cdot \text{ч}, \quad [28]$$

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

$V_{\text{эф}}$ – скорость воздуха в проеме, при которой происходит эффективное удаление вредных веществ, 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:

$$S = A \cdot B \cdot n, \quad [29]$$

где A и B – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [21];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [20].

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_{\text{и}} + t_{\text{в}}}, \quad [30]$$

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

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{320 + 17} = 27,5 \text{ Вт}.$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{F} = 1,5 \cdot \sqrt{0,8 \cdot 2} = 2,68 \text{ м}.$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \cdot H = 0,8 + 0,8 \cdot 2,68 = 2,9 \text{ м},$$

$$B = b + 0,8 \cdot H = 2 + 0,8 \cdot 2,68 = 4,1 \text{ м},$$

$$S = 2,9 \cdot 4,1 \cdot 2 = 23,78 \text{ м}^2,$$

$$L_M = 23,78 \cdot 0,2 = 4,75 \text{ м}^3 \cdot \text{с},$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L_M = 17121,6 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВР 200-20-3,15 с двигателем АИР80А2 1,5 кВт 3000 об.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

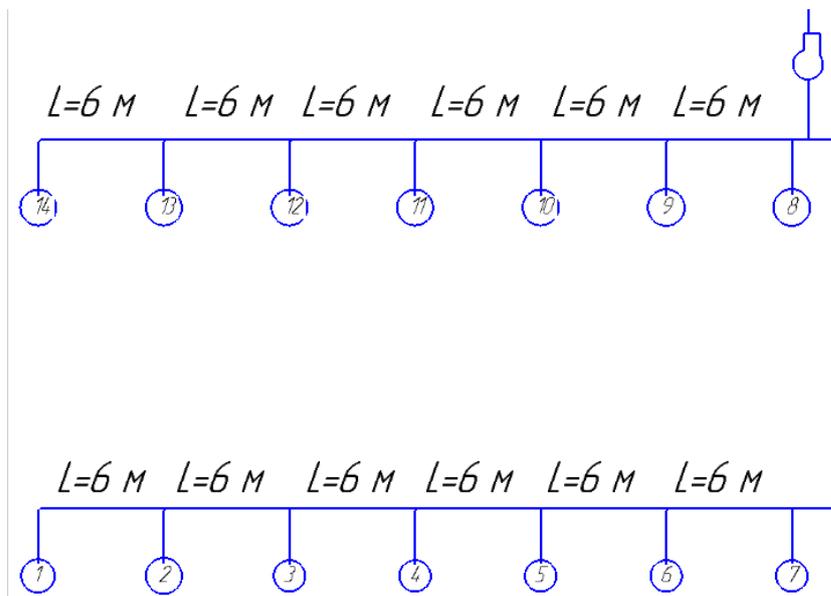


Рисунок 7.3.1 Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Определим диаметр воздуховода по формуле [32]:

$$Q = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{17121,6}{0,2} \right)^{1/2} = 330,62 \text{ мм,}$$

2. Производственный шум

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- ВМЗ9-b;
- АСАW-1000 (АОТАI);
- ВД-306 У3 КаВик;
- 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

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 .

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. [20].

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) [26].

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.

Меры по борьбе со статической нагрузкой на руку.

При длительных работах показаны режимы труда и отдыха, включающие обеденный перерыв не менее 40 мин и перерывы по 5—10 мин через каждый час работы. В перерывах в первую половину смены рекомендуется проводить физические упражнения для смены статической нагрузки динамической, а во вторую половину смены — дополнительно самомассаж спины, рук и ног для снятия статического напряжения и нормализации кровообращения. [20].

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

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и

инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги. [20].

5. Вибрация.

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

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.

7.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Нормальные условия работы в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении рабочих зон, проходов и проездов.

Освещение не должно давать резких теней и бликов, оказывающих ослепляющее действие. Требуемый уровень освещения определяется степенью зрительных работ.

В дневное время можно пользоваться естественным освещением, но чаще всего при учёте того, что производственные помещения имеют большие площади, применяют комбинированное освещение, то есть, как естественное, так и искусственное.

Естественное освещение можно осуществлять через световые проёмы – окна и световые фонари.

Хорошее искусственное освещение производственного помещения и

рабочих мест зависит от правильного выбора мест расположения светильников, его типа и мощности ламп.

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Рассчитаем требуемое количество светильников.

Световой поток светильников определяем по формуле [31]:

$$\varphi = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta}, \quad [31]$$

где E – заданная минимальная освещённость, Лк;

K_3 – коэффициент запаса; $K_3 = 1,8$;

S – освещаемая площадь, $S = 330,38 \text{ м}^2$;

Z – коэффициент минимальной освещённости; $Z = 1,2$;

η – коэффициент использования светового потока; $\eta = 0,48$

Для светильников типа ОД с лампой ДРЛ-750, $\varphi = 33000 \text{ Лм}$.

Выразим величину N (количество светильников) из формулы (32):

$$N = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{\varphi \cdot \eta}, \quad (32)$$

Тогда:

$$N = \frac{500 \cdot 1,8 \cdot 300,38 \cdot 1,2}{33000 \cdot 0,48} = 20,48 \text{ шт.}$$

Увеличиваем количество светильников до $N = 21 \text{ шт.}$

7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

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. [20].

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 $0,5-6 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин}$.

2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока [20].

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

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключая попадание искр и капель расплавленного металла. Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 5.1.

Таблица 7.4.1 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке.

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Щиток защитный для э/сварщика типа 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 380В.

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

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

4. Электробезопасность.

Электрические установки представляют большую потенциальную опасность для человека, так как в процессе эксплуатации не исключены случаи прикосновения к частям находящимся под напряжением. Проходя через тело человека, электрический ток оказывает на него тепловое, химическое, механическое и биологическое воздействие. Любое из перечисленных воздействий тока может привести к травме. Травму, вызванную воздействием электрического тока или электрической дуги, называют электротравмой (ГОСТ 12.1.009—76).

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

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 10 Ом. На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители. Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4x12 мм [20].

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 обечайки на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ [21].

7.5 Охрана окружающей среды

1. Защита селитебной зоны

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 используют масляные фильтры. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. Эффективность фильтров данного типа составляет 95 ÷ 98 процентов.

Большое значение для оздоровления воздушной среды имеет надежная герметизация оборудования, в котором находятся вредные вещества. Через неплотности в соединениях, а также вследствие газопроницаемости материалов происходит истечение находящихся под давлением газов.

На проектируемом участке сборки и сварки траверсы задней 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 [22].

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 обечайки 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.

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 обечайки 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.

7.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

На проектируемом участке могут возникнуть чрезвычайные ситуации следующих видов:

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

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

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

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

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

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

7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Размещение оборудования и организация рабочих мест на проектируемом участке выполнена согласно требованиям приведенных в ГОСТ 12.2.061-81.

Ширина проходов между оборудованием, движущимися механизмами, перемещаемыми деталями составляет 0,8 м. Зоны с опасными производственными факторами огорожены, и знаки безопасности выдержаны по ГОСТ 12.4.026 -76.

В качестве материала для стен кабины используется тонкое железо, Каркас кабины сделаны из металлических труб. Дверной проем кабины закрывают брезентовым занавесом, укрепленным на кольцах.

Для отделки стен кабины применяют желтый крон, который хорошо поглощает ультрафиолетовые лучи.

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

В реальной обстановке в цехе 14 ООО «Юргинский машзавод» фиксировалась температура воздуха от $T=+7\div+10^{\circ}\text{C}$ до $T = + 25 \div + 35 ^{\circ}\text{C}$,

относительная влажность $\varphi = 60-70 \%$, скорость движения воздуха на рабочем месте $V = 0,4 - 2 \text{ м / с}$.

Выводы

Для обеспечения безопасной жизнедеятельности трудового коллектива на проектируемом участке были разработаны и приняты следующие меры:

а) для устранения вредного воздействия аэрозолей, пыли, дыма на рабочих местах применяется общеобменная система вентиляции.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВР 200-20-3,15 с двигателем АИР80А2 1,5 кВт 3000 об.

б) для предотвращения опасности поражения электрическим током применяется: защитное разделение сети; защитное заземление; изолирующая обувь;

в) требуемое освещение на рабочем участке обеспечивается 21 светильниками типа ОД с лампами ДРЛ-750;

г) для защиты от излучений сварочной дуги и предотвращения опасности ожогов, из-за брызг расплавленного металла, используется: термозащитная спецодежда, рукавицы брезентовые, сварочные щитки или защитные маски со светофильтрами, спецобувь, защитные ширмы;

д) для защиты от шума - противοшумные наушники типа РОСОЗМ -8, от вибрации - антивибрационные рукавицы;

е) при слесарной обработке для защиты глаз рабочих от частиц металла – очки защитные типа ЗПР, при работе шлифовальными машинами и при сварке для защиты органов дыхания рабочих – респираторы «Лепесток»;

ж) участок обеспечивается средствами тушения: огнетушителями порошковыми ОП-8; ящиками с песком; краном внутреннего пожарного водопровода.

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок сборки сварки траверсы задней.

Для сборки-сварки траверсы задней применено стационарное сборочно – сварочное приспособление, которое ускорило сборку деталей.

В результате перечисленных нововведений время изготовления рамы сократилось на 7,21 ч.

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

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

Годовая производственная программа составляет 2000 изделий.

Площадь спроектированного участка – 330,38 м².

Средний коэффициент загрузки оборудования – 94,9 %.

Себестоимость продукции – 45450700 руб.

Список использованных источников

1. Мейстер Р. А. Особенности зажигания и горения дуги на малых токах при сварке в углекислом газе. Сварочное производство. 2013. №7. стр. 30 -32.
2. Проценко П. П., Привалов Н. Т. Влияние легирующих элементов на перенос электродного металла при дуговой сварке в защитных газах. Автоматическая сварка 1999 №12 С. 29 – 33.
3. Федько В. Т. Курсовая работа и расчет режимов при дуговой сварке плавлением с применением ЭВМ. Томск «Издательство ТПУ», - 1993. – 98 с.
4. СП 53-101-98 Свод правил по проектированию и строительству изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций.
5. Оботуров В. И. Дуговая сварка в защитных газах. М: Стройиздат, 1989. 232 с.
6. Хромченко Ф. А., Справочное пособие электросварщика. - 2-е изд., испр. - М: Машиностроение, 2005. - 416 с.
7. Технические газы и смеси - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.tdavgogen.ru/catalog/element.php>
8. Колосков М. М., Долбенко Е. Т., Коширский Ю. В. Марочник сталей и сплавов / под общей ред. А.С Зубченко – М.: Машиностроение, 2001. 627с.: ИЛЛ.
9. ГОСТ Р ИСО 14175 – 2010 Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов – М.: ИПК Издательство стандартов, 2011. – 14 с
10. Конищев Б. П., Потапов Н. Н., Курланов С. А. Сварочные материалы для дуговой сварки. М.: Машиностроение, 1989. – 544 с.
11. Оботуров В. И. Дуговая сварка в защитных газах. М: Стройиздат, 1989. 232 с.

12. Сварочные полуавтоматы - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.lorch.ru/catalog/c1/s6/item501/>
13. Визуальный и измерительный контроль- [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901865879>
14. Ультразвуковой контроль - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200001359>
15. Разработка технологической документации - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200086388>
16. Ахумов А. В. Справочник нормировщика. Ленинград, «Машиностроение», 1986, 458с
17. Красовский А. И. Основы проектирования сварочных цехов. Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1980. – 319с.
18. Великанов А. П. Экономический расчет технологического процесса. М.: Машиностроение, 1982, 567 с.
19. Законодательные и нормативные документы - [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://studopedia.ru/9_190775_osnovnie-zakonodatelnie-akti-i-normativnie-dokumenty.html
20. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды - [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://studbooks.net/511084/bzhd/analiz_opasnyh_vrednyh_proizvodstvennyh_faktorov
21. Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов - [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://studref.com/456791/bzhd/osnovnye_metody_zaschity_cheloveka_vrednyh_proizvodstvennyh_faktorov
22. Охрана окружающей среды - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://vtothod.ru/pravila/ohrana-okruzhayushhej-sredy-na-predpriyatii-i-proizvodstve>