

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



Институт Юргинский технологический институт

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

Кафедра «Сварочное производство»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНАСТКИ И УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ РАМЫ ПРИВОДА КОНВЕЙЕРА ЗАБОЙНОГО СКРЕБКОВОГО СПЦ271

УДК 622.647. 1-8-21.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A20	Чублов Т. С.		

Руководитель

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

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Специалист по УМР кафедры СП	Павлов Н. В.	Ст. преподаватель		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Экономист ООО «ПроСнаб»	Шиков В. П.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедры БЖДЭиФВ	Солодский С. А.	К.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Сварочного производства	Сапожков С. Б.	Д.т.н., профессор		

Юрга – 2017 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
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.

Руководитель ВКР

Крюков А. В.

Студент гр. 3-10А20

Чублов Т. С.

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



Институт Юргинский технологический институт

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

Кафедра «Сварочное производство»

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломной проект

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А20	Чублову Тимофею Сергеевичу

Тема работы:

Разработка технологии, проектирование участка сборки-сварки рамы привода конвейера забойного скребкового СПЦ271

Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	13.01.2017 г. № 1/с
--	---------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Материалы преддипломной практики</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы. 2. Объект и методы исследования. 3. Результаты проведенного исследования. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 5. Социальная ответственность.

<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>1. ФЮРА.СПЦ.271.348.00.000 СБ Рама привода 2 листа (2-A1). 2. ФЮРА.000001.348.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 2 листа (2-A1). 3. ФЮРА.000002.348.00.000 СБ Директивный техпроцесс 1 лист (A1). 4. ФЮРА.000003.348 ЛП План участка 1 лист (A1). 5. ФЮРА.000004.348 ЛП Карта организации труда 1 лист (A1). 6. ФЮРА.000005.348 ЛП Вентиляция общеобменная 1 лист (A1). 7. ФЮРА.000006.348 ЛП Экономическая часть 1 лист (A1). 8. Технологическая схема сборки и сварки изделия</p>
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

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

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

--

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А20	Чублов Т. С.		

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



Институт Юргинский технологический институт
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
 «Оборудование и технология сварочного производства»
 Кафедра «Сварочное производство»
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2016 – 2017 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломной проект

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2017
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
5.05.17	Обзор литературы	20
12.05.17	Объекты и методы исследования	20
19.05.17	Расчеты и аналитика	20
26.05.17	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
8.06.17	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Сварочного производства	Сапожков С. Б.	Д.т.н., профессор		

Юрга – 2017 г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
З-10А20	Чублов Т. С.

Институт	Юргинский технологический институт	Кафедра	Сварочное производство
Уровень образования	Высшее	Направление/специальность	«Машиностроение»

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

Оценка стоимости производства по базовому технологическому процессу рамы привода конвейера забойного скребкового СПЦ271

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Экономист ООО «ПроСнаб»	Шиков В. П.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А20	Чублов Т. С.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А20	Чублову Тимофею Сергеевичу

Институт	ЮТИ	Кафедра	Сварочное производство
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	«Машиностроение»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки рамы привода конвейера забойного скребкового СПЦ271 на предмет возникновения:	<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).
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	<p>ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.</p> <p>ГОСТ 12.1.012-2004. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.</p> <p>ГОСТ 12.4.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация.</p> <p>ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности.</p> <p>Правила устройства электроустановок. М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2002</p> <p>Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.</p> <p>Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.</p> <p>Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.</p> <p>Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548.96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.</p> <p>СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*</p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	<ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредностей, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); <p>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</p>
--	--

2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности	-механические опасности (источники, средства защиты); -термические опасности (источники, средства защиты); -электробезопасность (в т. ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); -пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).
3. Охрана окружающей среды:	- защита селитебной зоны; - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды....
4. Защита в чрезвычайных ситуациях:	- перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации ее последствий.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	- специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Система вентиляции участка

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедры БЖДЭ и ФВ	Солодский С. А.	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А20	Чублов Тимофей Сергеевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 96 страниц, 26 таблиц, 2 рисунка, 29 источников.

В данной выпускной квалификационной работе проектируется оснастка и участок сборки-сварки рамы привода конвейера забойного скребкового СПЦ271.

Предметом исследования служит процесс изготовления рамы привода.

Задачи и цели исследования (работы). В следствии данной работы требуется получить производство с наибольшей стадией механизации и автоматизации увеличивающей производительность труда.

Выбрано сварочное технологическое оборудование, разработаны основные операции технологического процесса, позволяющая получить экономический эффект на деталь -71,25 рублей.

Abstract

Graduation thesis, 96 pages, 26 tables, 2 figures, 29 sources.

In this final qualification work is designed tooling and Assembly site welding of the frame of the conveyor drive downhole scraper CIIIQ271.

The subject of research is the process of manufacturing the frame of the drive.

Goals and objectives of the research (work). The result of this work is required to get the production with the largest stage of mechanization and automation increase productivity.

The selected welding process equipment, developed the basic operations of the technological process, allowing to obtain an economic effect in detail -71,25 rubles.

Оглавление

Введение	14
1 Обзор литературы	16
1.1 Влияние двухструйной газовой защиты на эксплуатационные свойства сварных соединений судостроительной стали GL-E36	16
1.2 Тенденции развития управления процессами переноса металла в защитных газах (Обзор)	17
1.3 Методика расчета размеров сопел при сварке с двумя отдельными струями газа	19
1.4 Заключение	20
2 Объект и методы исследования	21
2.1 Формулировка проектной задачи	21
2.2 Теоретический анализ	21
3 Результаты проведенного исследования	23
3.1 Инженерный расчёт	23
3.1.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов	23
3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки	29
3.1.3 Расчёт режимов сварки	32
3.2 Технологический раздел	35
3.2.1 Технологический анализ выбранного производства	35
3.2.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции	37
3.2.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального	39
3.2.4 Нормирование операций	39
3.2.5 Выбор технологического оборудования	44
3.2.6 Контроль технологических операций	46
3.2.7 Разработка технической документации	50

3.3 Конструкторская часть	51
3.3.1 Общая характеристика механического оборудования	51
3.3.2 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	52
3.3.3 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	53
3.4.1 Состав сборочно-сварочного цеха	54
3.4.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	56
3.4.3 Расчет основных элементов производства	56
3.4.3.1 Определение требуемого количества оборудования	56
3.4.3.2 Определение состава и численности работающих	58
3.4.4 Планировка заготовительных отделений	60
3.4.5 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков	61
3.4.6 Степень и уровень механизации и автоматизации производственного процесса	62
3.4.7 Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений	63
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	66
4.1 Финансирование проекта и маркетинг	66
4.2 Сравнительный экономический анализ вариантов	66
4.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	68
4.2.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	70
4.2.3 Определение затрат на основные материалы	70
4.2.4 Определение затрат на вспомогательные материалы	71
4.2.5 Определение затрат на заработную плату	72
4.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию	73
4.2.7 Определение затрат на сжатый воздух	73
4.2.8 Определение затрат на амортизацию оборудования	74
4.2.9 Определение затрат на амортизацию приспособлений	74
4.2.10 Определение затрат на ремонт оборудования	75
4.2.11 Определение затрат на содержание помещения	76

4.3 Расчет технико-экономической эффективности	76
4.4 Основные технико-экономические показатели участка	78
5 Социальная ответственность	79
5.1 Описание рабочего места	79
5.2. Законодательные и нормативные документы	80
5.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	82
5.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	86
5.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	87
5.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	89
5.5 Охрана окружающей среды	90
5.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	91
5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	92
Заключение	93
Список использованных источников	94

Введение

С середины XX века, сварка считается одним из важнейших процессов обработки металлов. В данное время существует свыше 40 разных видов сварки: РДС; сварка в инертных и активных защитных газах; сварка под слоем флюса; электрошлаковая сварка; сварка давлением и т.д.

Сварка массово используется в производстве, это приводит к сокращению расходов металла, уменьшению осуществления работ и трудоёмкости процессов производства.

Механизация сварочного производства и автоматизация приводит к повышению производительности труда, улучшению качественного сварного изделия, повышению условий труда.

Сварка в среде защитных газов один из важнейших способов электродуговой сварки. Защитный газ, накрывая сварочную ванну и электрическую дугу, закрывает сварочную ванну от атмосферы, окисления, азотирования.

Преимуществами сварки в защитных газах представляются следующие:

- защита сварочной ванны от взаимодействия кислорода и азота воздуха;
- механические свойства сварного соединения увеличиваются;
- производительность сварочного процесса возрастает.
- позволяет обходиться без использования флюсов и дальнейшей очистки шва от шлака;
- в процессе формирования шва возможность наблюдать за ним;
- термическое влияние в малой зоне;
- достижение абсолютной механизации процесса сварки и автоматизации.

В данное время все больше применяется в производстве сварка в среде защитных газов, что распространяет разработанные технологии и приводит к

качеству сварных соединений.

В выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки-сварки рамы привода. С применением увеличения механизации и автоматизации, производительность труда повышается, качество сварного изделия возрастает, условия труда улучшаются.

В данное время в сварочном производстве важным значением является увеличение производительности труда и понижение себестоимости изделия. Это способствует качественному использованию рабочей силы в производстве и конкурентоспособность данного изделия повышается на рынке, что является основной задачей в современной экономической политике России.

1 Обзор литературы

1.1 Влияние двухструйной газовой защиты на эксплуатационные свойства сварных соединений судостроительной стали GL-E36

Одной из важных проблем современного производства является улучшение технико-экономических показателей сварных конструкций путем снижения их удельной металлоемкости, увеличения эксплуатационной надежности, равнопрочности и долговечности. Совершенствование технологии изготовления позволило повысить уровень служебных свойств низколегированного и легированного проката и в первую очередь его стойкость к образованию холодных трещин. Данные стали обеспечивают безопасность эксплуатации крупногабаритных сооружений, мостовых конструкций, корпусов судов и магистральных трубопроводов. При этом желательно, чтобы сварные соединения характеризовались требуемыми эксплуатационными и технологическими свойствами без дополнительной термообработки.

Еще одним фактором, усложняющим получение качественных равнопрочных сварных соединений, является подверженность легированных сталей охрупчиванию в результате насыщения металла шва водородом и образование высокотемпературной химической микронеоднородности (ВХМН) в околошовной зоне, что при высоких внутренних напряжениях или циклической внешней нагрузке может служить причиной зарождения трещин и приводить к разрушению сварной конструкции.

Насыщение металла шва водородом происходит в результате длительного пребывания сварочной ванны в жидкой фазе, что способствует лучшему перемешиванию электродного металла с основным и приводит к снижению уровня ВХМН, структурной и прочностной неоднородности в зоне сплавления. Сократить время пребывания металла сварочной ванны в жидкой фазе и одновременно увеличить скорость его перемешивания можно с

помощью импульсно-динамических воздействий, например, управления переносом электродного металла в сварочную ванну или двухструйной газозащитной средой и др.

По результатам проведенного исследования установлено, что при сварке с двухструйной газовой защитой наблюдается уменьшение в металле сварного шва содержания кремния на 20 % и марганца на 12 % по сравнению со сваркой с традиционной одноструйной газовой защитой.

Уменьшение содержания кремния и марганца свидетельствует об интенсивности протекания металлургических процессов в сварочной ванне, что увеличивает пластичность сварного соединения и уменьшает химическую неоднородность.

Использование двухструйной газовой защиты в сочетании с рациональным режимом сварки позволяет добиться выравнивания значений ударной вязкости и твердости по сечению сварного соединения. Верхний предел значения ударной вязкости по линии сплавления практически совпадает с нижним пределом по центру шва, что также свидетельствует об интенсивном перемешивании электродного металла с основным.

Таким образом, обеспечивается требуемый уровень механических свойств металла шва, что позволяет существенно снизить угрозу хрупкого разрушения сварных соединений под действием внешней циклической нагрузки при низких температурах [1].

1.2 Тенденции развития управления процессами переноса металла в защитных газах (Обзор)

Среди дуговых процессов сварка плавящимся электродом в защитных газах занимает ведущее место в промышленности Западной Европы, США, Японии. Однако новые функциональные возможности сварочного оборудования, в том числе источников питания дуги, которые открываются благодаря развитию силовой электроники, не всегда способствуют появлению

качественно новых технологических процессов сварки. Разработчики зачастую рекламируют сварочное оборудование, реализующее различные алгоритмы управления, но обеспечивающее лишь один тип переноса металла электрода, как совершенно новые технологии.

В данной работе автором проанализированы тенденции развития управления переносом металла в защитных газах и технологий сварки плавящимся электродом, а также показана роль импульсно-дугового процесса с управляемым переносом металла электрода.

Многие характеристики процесса сварки в защитных газах зависят от типа переноса металла электрода, который оказывает существенное влияние на различные технологические характеристики сварочной дуги, например, тепловой баланс, ее пространственную устойчивость, интенсивность протекания металлургических реакций в зоне сварки, потери на угар и разбрызгивание, а также глубину проплавления, параметры и форму сварных швов.

Существует несколько типов переноса металла электрода в защитных газах, основными из которых являются мелко- или крупнокапельный с короткими замыканиями (КЗ) дугового промежутка; мелко- или крупнокапельный без КЗ дугового промежутка и струйный процесс, различают также вращательно-струйный. Перенос парами металла присутствует в меньшей или большей мере при всех способах сварки плавящимся электродом в защитных газах. Однако зачастую имеются смешанные типы переноса металла, обусловленные изменением параметров сварочных процессов. Отдельно следует выделить управление переносом металла по принципу «один импульс – одна капля».

Тип переноса металла, а также силы, действующие на металл электрода в дуге, достаточно полно описаны в работах. Каждый тип переноса металла характеризуется как преимуществами, так и недостатками. Поэтому от типа переноса зависят многие технологические характеристики процесса сварки

плавящимся электродом в защитных газах, например диапазон свариваемых толщин.

Для каждого типа переноса металла электрода имеется свой диапазон значений сварочных токов и напряжений на дуге. Для импульснодуговой сварки плавящимся электродом (ИДСПЭ) наиболее эффективный диапазон средних токов сварки составляет 60...300 А, напряжения на дуге — 16...32 В.

Тип переноса металла зависит от многих параметров процесса сварки. Основными с точки зрения управления процессом являются следующие: состав электродной проволоки и защитной среды; значение, полярность, плотность и форма сварочного тока; возможность применения различных механизмов подачи сварочной проволоки.

Существуют различные возмущающие воздействия, которые необходимо учитывать при проектировании сварочного оборудования, так как они могут изменить тип переноса металла. Например, при ИДСПЭ уменьшение напряжения питающей сети или вылета электрода может привести к изменению переноса от мелкокапельного без КЗ до переноса с ними. Состояние поверхности проволоки также может сказаться на изменении типа переноса металла электрода. Сварку в защитных газах, как правило, выполняют на постоянном токе. Наличие в процессе сварки магнитного дутья изменяет длину и форму дуги, что в свою очередь оказывает влияние на формирование и отделение капель [2].

1.3 Методика расчета размеров сопел при сварке с двумя отдельными струями газа

Сварка в защитных газах находит широкое применение при производстве разнообразных конструкций. При этом предпочтение часто отдается сварке в среде углекислого газа или его смесям с кислородом, аргоном и пр. Перспективным способом представляется сварка без коротких замыканий с двойной газовой защитой: сварочная дуга защищается аргоном, а металл шва

- углекислым газом. Способ позволяет существенно снизить потери на разбрызгивание электродного металла, затраты труда на зачистку околошовной зоны от брызг, затраты на защитный газ.

Многими отечественными и зарубежными исследователями опытным путем определены основные параметры каждой из струй защитного газа и даны рекомендации по выбору размеров сопел сварочных горелок.

Сварка плавящимся электродом в качестве источника энергии использует электрическую дугу, состоящую из трех областей: анодной, катодной и столба. Анодная и катодная области имеют малые размеры. При сварке в аргоне анодное пятно может занимать всю торцевую поверхность электрода и переходить на его боковую поверхность.

При этом перенос электродного металла осуществляется в виде мелких капель или струи, что благоприятно влияет на процесс переноса электродного металла, снижая разбрызгивание и набрызгивание.

При сварке в двух концентричных газовых потоках обеспечить процесс сварки, связанный с по ложительным эффектом горения дуги в аргоне, можно при защите аргонем катодной и анодной областей, а также столба дуги [3].

1.4 Заключение

Сварка в защитных газах находит широкое применение при производстве разнообразных конструкций. Применение двухструйной газовой защиты в сочетании с рациональным режимом сварки позволяет добиться выравнивания значений ударной вязкости и твердости по сечению сварного соединения. Сварка в защитных газах характеризуется экономичностью, качеством выполненного шва, удобным управлением режимами сварки, поэтому выбирается автоматическая сварка в смеси газов ($Ar+CO_2$).

2 Объект и методы исследования

2.1 Формулировка проектной задачи

Целью выпускной квалификационной работы является сопоставление достигнутого выпускниками уровня гуманитарной, социально-экономической, естественнонаучной, общепрофессиональной и специальной подготовки с требованиями Государственного стандарта высшего профессионального образования по направлению 15.03.01, профиль «Оборудование и технология сварочного производства».

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы необходимо разработать участок сборки и сварки рамы привода. При этом произвести выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов, расчёт режимов сварки и выбор необходимого сварочного оборудования, техническое нормирование операций, определить потребный состав всех необходимых элементов производства, произвести расчёт и конструирование оснастки, планировку участка сборки и сварки.

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

2.2 Теоретический анализ

В результате теоретического анализа существующего технологического процесса сборки и сварки рамы привода были выявлены существующие недостатки. Для устранения этих недостатков предлагается произвести

следующие изменения в технологическом процессе:

- сократить время производственного цикла за счет модернизации приспособления, что даст возможность уменьшить время, затрачиваемое на сборку;

- за счет использования стационарного приспособления упразднить такие операции, как приварка платиков, что позволит сократить расход материалов, и снизить время производственного цикла;

- произвести замену дорогостоящего импортного оборудования на современный российский аналог.

В результате внедрения в технологический процесс вышеуказанных изменений значительно улучшаются технические и экономические показатели, снижается себестоимость изделия, что в свою очередь приведет к увеличению конкурентоспособности изделия на рынке производства, сбыта и потребления, а, следовательно, к рентабельности производства данного изделия.

3 Результаты проведенного исследования

3.1 Инженерный расчёт

3.1.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов

Изготавливаемое изделие – рама привода. В качестве материала деталей рамы привода используют стали следующих марок: 14ХГ2САФД, Ст3пс, (свариваемость хорошая, сварные соединения высокого качества, сварка выполняется без применения особых приемов), сталь 35Л, (свариваемость удовлетворительная, для получения высококачественных сварных соединений необходимо строгое соблюдение режимов сварки, специальные присадочные материалы, нормальные температурные условия, в некоторых случаях – подогрев, проковка швов, термообработка) [4]. Выбор этих сталей обусловлен необходимостью в сочетании надежности конструкции с хорошей технологической свариваемостью и небольшой себестоимостью [4].

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

Таблица 3.1 - Химический состав стали 14ХГ2САФД в % [5]

C	Mn	Si	Cu	Cr	N	Ni	V	P	S
0,08-0,14	0,11- 0,17	1,2- 1,6	0,9	<0,05	0,9	<0,8	0,2	Не более	
								0,035	0,04

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 14ХГ2САФД [5]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	KCU ₄₀ МДж/м ²
390	530	19	0,5

Химический состав и механические свойства стали Ст3пс приведены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав в % стали Ст3пс [5]

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

Таблица 3.4 – Механические свойства стали Ст3пс [5]

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

Химический состав и механические свойства стали 35Л приведены в таблицах 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 - Химический состав стали 35 в % (ГОСТ 1050-88) [5]

C	Mn	Si	As	Cr	Ni	Cu	P	S
0,32-0,40	0,5-0,8	0,17-0,37	Не более					
			0,08	0,25	0,3	0,3	0,04	0,035

Таблица 3.6 – Механические свойства стали 35 [5]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	KCU ₄₀ МДж/м ²
315	530	20	45	69

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

Для сталей 14ХГ2САФД, Ст3пс, и сталь 35Л рекомендуются следующие способы сварки: механизированная и автоматическая сварка в Ar+CO₂ электродной проволокой диаметром 0,8...2,0 мм; автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами [4].

Принимаем сварку плавящимся электродом в смеси газа Ar+CO₂ (смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 18% двуокиси углерода к 82% аргона) по ТУ 2114-004-00204760-99, т. к. существует ряд преимуществ этих

способов:

- возможность вести механизированную сварку, а т. к. в изготавливаемом изделии есть сварные швы протяженностью больше двух метров, то возможность использования автоматической сварки очень важна;
- высокая производительность;
- высокие механические свойства сварных соединений;
- меньшая склонность к образованию горячих трещин;
- меньшая себестоимость сварочных работ.

При сварке в смеси газов электродная проволока является единственным материалом, через который можно в достаточно широких пределах изменять состав и свойства металла шва. Состав металла шва выбирают близким к составу основного металла, при этом необходимые свойства металла получают за счёт сварочной проволоки. Сварку ведут проволокой с повышенным содержанием элементов - раскислителей. Выбираем проволоку Св-08Г2С-О по ГОСТ 2246-70.

Проволока Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 выпускается диаметром от 0,3 до 12 мм. Она поставляется кассетах, упакованных в парафинированную бумагу или полиэтилен. На рабочее место проволока подаётся в кассетах, намотанных на специальных станках. Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.7 и 3.8.

Таблица 3.7 – Химический состав проволоки в % по ГОСТ 2246-70 [6]

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

Таблица 3.8 – Механические свойства металла шва [6]

Марка проволоки	σ_B , МПа	δ , %	КСУ, кДж/см ²	
Св-08Г2С-О	540	24	20 ⁰ С	-20 ⁰ С

			100	60
--	--	--	-----	----

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 18% двуокиси углерода к 82% аргона.

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

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [7].

Тепловое воздействие на металл в околошовных участках и процесс плавления определяются способом сварки, его режимами. Отношение металла к конкретному способу сварки и режиму принято считать технологической свариваемостью. Физическая свариваемость определяется процессами, протекающими в зоне сплавления свариваемых металлов, в результате которых образуется неразъемное сварное соединение.

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

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

обуславливают нежелательные последствия:

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

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

- определение химического состава, структуры и свойств металла шва при том или ином способе сварки;
- оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;
- оценка склонности сталей к образованию трещин, которая, однако, является не единственным критерием при определении технологической свариваемости;
- оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

Существующие методы определения технологической свариваемости могут быть разделены на две группы: первая группа – прямые способы, когда свариваемость определяется сваркой образцов той или иной формы; вторая группа – косвенные способы, когда сварочный процесс заменяется другими процессами, характер воздействия которых на металл имитирует влияние

сварочного процесса. Первая группа даёт прямой ответ на вопрос о предпочтительности того или иного способа сварки, о трудностях, возникающих при сварке тем или иным способом, о рациональном режиме сварки и т.п. Вторая группа способов, имитирующих сварочные процессы, не может дать прямого ответа на все вопросы, связанные с практическим осуществлением сварки металлов, и они должны рассматриваться только как предварительные лабораторные испытания.

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы:

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

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, которую предложил французский ученый Сефериан [8]:

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

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:

$$C_{\text{ЭКВ}}=0,14+(0,05/5) + (0,17/6) + (1,2/24) + (0,2/14) = 0,243 \%$$

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для СтЗпс:

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

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 35:

$$C_{\text{эkv}}=0,35 + (0,8/6) = 0,48 \text{ \%}.$$

Сталь Ст3пс - углеродистая ГОСТ 1050-74 [5]. Эта сталь относится к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [5]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку. Сталь 35 является углеродистой сталью ГОСТ 1050-74 [5]. Эта сталь относится ко второй группе свариваемости и обладает удовлетворительной свариваемостью. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10⁰С). При сварке низкоуглеродистых сталей легко обеспечить равнопрочность сварного шва основному металлу. Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку. Как показывает практика, при сварке стали 14ХГ2САФД подогрев не требуется (при условии четкого соблюдения режимов сварки, температуры окружающего воздуха не ниже +5⁰С и толщине металла не более 30 мм). Все перечисленные условия в предлагаемом проекте соблюдены, поэтому сварку стали 14ХГ2САФД ведем без подогрева.

3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки

Состав металла шва при сварке в защитных газах плавящимся электродом определяется составом газа, составом электродного и основного металла, их долями в металле шва и ходом металлургических реакций в сварочной ванне.

Необходимо отметить, что аргон, входящий в смесь газов в составе 82%,

является инертным газом. Поэтому он не участвует в химических реакциях, его роль сводится только к физической защите сварочной ванны.

Температура сварочной ванны является основным параметром, который определяет направление и интенсивность физико-химических процессов в ней. При сварке в смеси $\text{CO}_2 + \text{Ar}$ тепловые характеристики дуги возрастают, что объясняется отчасти повышением доли теплоты, выделяющейся в результате химических реакций, и некоторым напряжением дуги. При высокой температуре дуги происходит реакция диссоциации CO_2 [9]:



С повышением температуры увеличивается количество тепла, вводимого в изделие, что способствует снижению скорости охлаждения. С увеличением содержания кислорода в смеси, время существования ванны в жидком состоянии увеличивается, что способствует более плавному удалению неметаллических включений и дегазации металла сварочной ванны [8].

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

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



Окисление металла происходит по реакции:



Но в тоже время большая концентрация окиси углерода будет тормозить этот процесс и задерживать окисление углерода стали:

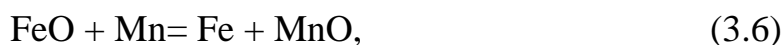


При сварке в $\text{CO}_2 + \text{Ar}$ происходит потеря легирующих элементов. Это приводит к повышенному содержанию кислорода в металле сварочной ванны. В результате возрастает вероятность образования пор из-за выделения оксида углерода в процессе кристаллизации, и снижаются механические свойства металла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

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

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

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



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

Содержание кремния и марганца в наплавленном металле шва, выполняемого в $\text{CO}_2 + \text{Ar}$ проволокой Св-08Г2С-О остается на необходимом уровне.

Значительному снижению разбрызгивания электродного металла способствует добавление в смесь аргона - до 82 %. Это приводит к переходу от крупнокапельного переноса металла в дуге к струйному, что способствует улучшению сплавления, уменьшает подрезы, увеличивает производительность сварки и позволяет получать более плотные беспористые швы.

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

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

Конструктивные элементы подготовки кромок, типы сварных швов и их размеры при сварке в $\text{CO}_2 + \text{Ar}$ должны обязательно соответствовать ГОСТ 14771-76. Основной металл до сборки в местах сварки должен быть очищен от ржавчины, масла, влаги и других загрязнений.

3.1.3 Расчёт режимов сварки

Расчёт режима дуговой сварки.

Параметры режима дуговой сварки в смеси газов плавящимся электродом следующие [7]:

- диаметр электродной проволоки - $d_{\text{эп}}$;
- скорость сварки $\vartheta_{\text{с}}$;
- сварочный ток – $I_{\text{с}}$;
- напряжение сварки – $U_{\text{с}}$;
- вылет электродной проволоки – $l_{\text{в}}$;
- скорость подачи электродной проволоки - $V_{\text{эп}}$;
- общее количество проходов - $n_{\text{пр}}$;
- расход защитной смеси $g_{\text{зг}}$.

Расчёт режимов сварки выполняем по размерам шва (ширине l и глубине проплавления $h_{\text{р}}$) [7].

Сварка механизированная, выполняется проволокой Св-08Г2С-О, в нижнем положении. Соединение тавровое типа Т1 с катетом 8 мм. показано на рисунке 3.1.

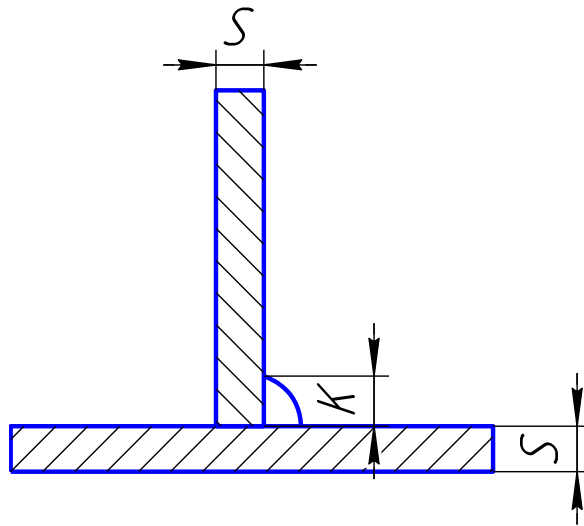


Рисунок 3.1 Соединение T1-8 по ГОСТ 14771 – 76 (S - толщина листа, K- катет)

Определяем расчётную глубину проплавления по формуле [7]:

$$h_p = (0,7 \dots 1,1) \cdot K, \quad (3.8)$$

где K – катет шва.

Принимаем $h_p = 0,7 \cdot K$, тогда:

$$h_p = 0,7 \cdot 8 = 5,6 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки $d_{эп}$ определяем по формуле [7]:

$$d_{эп} = \sqrt[4]{h_p} \pm 0,05 \cdot h_p, \quad (3.9)$$

$$d_{эп} = \sqrt[4]{5,6} \pm 0,05 \cdot 5,6 = 1,3 \dots 1,8 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки принимаем $d_{эп} = 1,6 \text{ мм.}$

Скорость сварки определяем по формуле [7]:

$$V_c = K_v \cdot \frac{h_p^{1,61}}{e^{3,36}}, \quad (3.10)$$

где K_v – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки;

$$K_v = 1120;$$

e – ширина сварного шва, мм.

$$e = \sqrt{2} \cdot K, \quad (3.11)$$

$$e = \sqrt{2} \cdot 8 = 11,3 \text{ мм.}$$

Подставляем значения в формулу (3.10) и получим:

$$V_c = 1120 \cdot \frac{5,6^{1,61}}{11,3^{3,36}} = 5,2 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 18,6 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$$

Силу сварочного тока определяем по формуле [7]:

$$I_c = K_i \cdot \frac{h_p^{1,32}}{e^{1,07}}, \quad (3.12)$$

где K_i – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки, $K_i = 460$.

$$I_c = 460 \cdot \frac{5,6^{1,32}}{11,3^{1,07}} = 333 \text{ А.}$$

Зная значение сварочного тока определяем напряжение сварки по формуле:

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot I_c,$$

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot 333 = 30,6 \text{ В.}$$

Вылет электродной проволоки определяем по формуле:

$$L_b = 10 d_{\text{ЭП}} \pm 2 d_{\text{ЭП}} = 10 \cdot 1,6 \pm 2 \cdot 1,6 = 12,8 \dots 19,2 \text{ мм.} \quad (3.13)$$

Скорость подачи электродной проволоки определяется по формуле:

$$V_{\text{ЭП}} = 0,53 \cdot \frac{I_c}{d_{\text{ЭП}}^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \frac{I_c^2}{d_{\text{ЭП}}^3}, \quad (3.14)$$

$$V_{\text{ЭП}} = 0,53 \cdot \frac{333}{1,6^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{333^2}{1,6^3} = 87,7 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 316 \frac{\text{м}}{\text{ч}},$$

Расход защитной смеси рассчитываем по формуле:

$$q^{\text{зг}} = 0,2 I_c^{0,75}, \quad (3.15)$$

$$q^{\text{зг}} = 0,2 \cdot 333^{0,75} = 0,257 \text{ л/с} = 15,4 \text{ л/мин.}$$

На основании технологической инструкции по изготовлению сварных конструкций изделий горношахтного оборудования ТИ 406.25090.00054 инв. №2815 принимаем следующие режимы сварки:

- для корневых швов $I_{\text{св}} = 160 - 280 \text{ А}$, $U = 18 - 28 \text{ В}$, расход газа 12-15 л/мин, вылет электродной проволоки 12-15 мм.

- для сварки больших толщин $I_{\text{св}} = 280 - 320 \text{ А}$, $U = 28 - 32 \text{ В}$, расход газа 15-17 л/мин, вылет электродной проволоки 18-22 мм [10].

Согласно инструкции [10] занесем режимы сварки в таблицу 3.9.

Таблица 3.9 – Режимы сварки рамы привода

№ шва	Тип шва	d _{эп} , мм	V _с , м/ч	I _с , А	U _с , В	I _в , мм	Расход газа, л/мин	N
1	T1 - ▽15	1,6	10-20	280-300	28-30	19,2	15-17	4
2	T1 ▽ 12	1,6	10-20	280-300	28-30	19,2	15-17	3
3	T3 ▽ 12	1,6	10-20	280-300	28-30	19,2	15-17	3
4	У4- ▽12	1,6	10-20	280-300	28-30	19,2	15-17	3
5	У6	1,6	10-20	280-300	28-30	19,2	15-17	11
6	T1- ▽ 8	1,6	10-20	300-320	30-32	19,2	15-17	1
7	H1- ▽15	1,6	10-20	280-300	28-30	19,2	15-17	4
8	C8	1,6	10-20	280-300	28-30	19,2	15-17	30
9	T1	1,6	10-20	280-300	28-30	19,2	15-17	3
10	У1	1,6	20-22	150-180	27-29	19,2	12-16	1
11	Нест.	1,6	10-20	280-300	28-30	19,2	15-17	4
12		1,6	10-20	280-300	28-30	19,2	15-17	5
13		1,6	10-20	280-300	28-30	19,2	15-17	2
14		1,6	20-22	150-180	27-29	19,2	12-16	1

3.2 Технологический раздел

3.2.1 Технологический анализ выбранного производства

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

В зависимости от числа различных заданных видов изделий и повторяемости их изготовления может быть установлена принадлежность проектируемого цеха к определённому типу производства (единичное, мелкосерийное, крупносерийное, массовое). Однако не редко в одном цехе

предусматривают организацию производства разных типов. Строгих границ между различными типами производств не существует.

Краткие характеристики перечисленных видов производств сводятся к следующему.

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

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

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

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

На основании вышеизложенных характеристик и данных справочной литературы [11], учитывая, что годовая программа выпуска продукции составляет $N = 1250$ штук, а масса рамы привода равна 1678 кг, заключаем, что проектируемое сварочное производство относится к типу серийного.

3.2.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции

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

Изготовление рамы привода начинается со сварки узла №1 (операции 010-015), узла №2 (операции 020 - 025) и двух узлов №3 (операции 035-040). Затем полученные узлы помещаются на сборочное приспособление, где производится прихватка и установка подузлов и деталей (операция 050). Окончательная сварка и сборка осуществляется на плитном настиле (операции 060-070). Слесарная обработка и контроль осуществляются на плите слесарной (операции 080 - 900).

Подробно последовательность изготовления рамы привода приведена в технологическом процессе (Приложение В).

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

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

На стадии проектирования сварных конструкций уровень технологичности должен оцениваться по всей совокупности показателей,

охватывающий заготовительную, обрабатывающую и сборочно-сварочную стадии производства.

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

Оценка технологичности.

Технологичность – совокупность свойств конструкции, определяющих её приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объёма выпуска и условий выполнения работ [11].

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

Для толщин от 3 до 6 мм используются механические способы резки, так как этот метод является наиболее целесообразным.

Использование прессы или гильотинных ножниц позволяет обеспечить достаточно хорошее качество кромок, что позволяет не применять дополнительной механической обработки для обеспечения необходимого качества кромок.

Использование стационарных листов, рациональное расположение деталей и заготовок на поверхности листа обеспечивает достаточно высокий коэффициент использования металла.

Применение сварочной оснастки позволяет до минимума сократить потери рабочего времени на установку и кантовку при сварке. Это позволяет

снизить трудоёмкость и длительность производственного процесса.

3.2.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального

Весь технологический процесс представляет собой последовательность взаимосвязанных операций.

В предлагаемом варианте технологического процесса работы, сопряжённые с нагрузками, выполняются с использованием крана мостового.

Согласно базовому технологическому процессу при изготовлении рамы привода сварка ведётся механизированным способом в среде смеси газов на импортном оборудовании «Magtronic» (500W) и PDE 7FW.

Заменим сварочное оборудование на отечественное менее дорогостоящее (инверторный сварочный полуавтомат ПРОФИ MIG – 500 с переносным механизмом подачи проволоки (МПП)).

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

3.2.4 Нормирование операций

Техническое нормирование является основой правильной организации труда и заработной платы, а технические нормы времени - главным критерием при расчете потребного количества и загрузки оборудования и определения числа рабочих.

Норма штучного времени $T_{ш}$, мин. для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [8]:

$$T_{ш} = T_{н.ш-к} \cdot L + t_{ви}, \quad (3.16)$$

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

L – длина свариваемого шва по чертежу, мм,

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

Неполное штучно-калькуляционное время определяется по формуле:

$$T_{\text{н.ш-к}} = (T_0 + t_{\text{в.ш}}) \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{обс.}} + a_{\text{отл.}} + a_{\text{п-з}}}{100} \right), \quad (3.17)$$

где T_0 - основное время сварки, мин;

$t_{\text{в.ш}}$ - вспомогательное время, зависящее от длины свариваемого шва, согласно литературе [12] составляет 0,75 мин;

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

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

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

$$T_0 = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot \alpha_n} + \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot \alpha} \cdot n, \quad (3.18)$$

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

I - сила сварочного тока, А;

γ - плотность наплавленного металла, г/см³;

α_n = коэффициент наплавки, г/(А·ч);

n - количество проходов, шт.

Для примера рассчитаем норму времени сборки в операции 065, и механизированной сварки в смеси газов на выполнение швов №1 Т1- ∇ 15 (рисунок 3.2), №4 У4- ∇ 12, №9 Т1 и №10 У1 в операции 070.

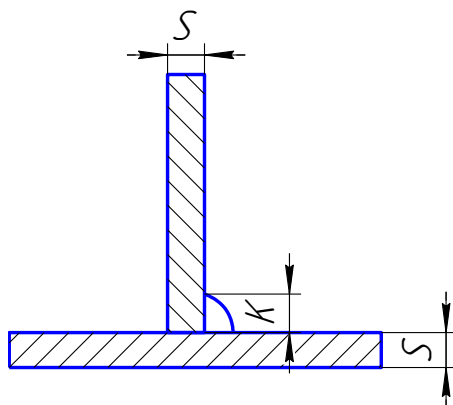


Рисунок 3.2 Соединение Т1- ∇ 15 по ГОСТ 14771 - 76

Исходные данные:

- марки стали 14ХГ2САФД и сталь 35;
- марка электродной проволоки Св-08Г2С-О ГОСТ 2246 – 70;
- сварной шов тавровый Т1, угловой У4 по ГОСТ 14771-76 и тавровый Т1, угловой У1 по ГОСТ 23518-79 без разделки кромок;
- длины швов: 616; 2416, 4933 и 2800 мм;
- положение шва нижнее;
- площадь поперечного сечения наплавленного металла швов $F_1 = 158,2 \text{ мм}^2$; $F_2 = 96,7 \text{ мм}^2$; $F_3 = 78 \text{ мм}^2$; $F_4 = 6 \text{ мм}^2$;
- коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С-О при механизированной сварке составляет $\alpha_n = 15 \text{ г}/(\text{А}\cdot\text{ч})$.

Определим время на операцию 065

1. Масса детали поз. 17 (2 шт.) $m_1 = 5,29 \text{ кг}$; установка изделия вручную на приспособление $t_1 = 0,56 \cdot 2 = 1,12 \text{ мин.}$; масса детали поз. 18 (2 шт.) $m_2 = 2,42 \text{ кг}$; установка детали вручную на приспособление $t_2 = 0,4 \cdot 2 = 0,8 \text{ мин.}$; масса детали поз. 20 (2 шт.) $m_3 = 0,8 \text{ кг}$; установка детали вручную на приспособление $t_3 = 0,26 \cdot 2 = 0,52 \text{ мин.}$; масса детали поз. 21 (2 шт.) $m_4 = 2,5 \text{ кг}$; установка детали вручную на приспособление $t_4 = 0,4 \cdot 2 = 0,8 \text{ мин.}$; масса детали поз. 25 (2 шт.) $m_5 = 2,1 \text{ кг}$; установка детали вручную на приспособление $t_5 = 0,4 \cdot 2 = 0,8 \text{ мин.}$

2. Масса сб. ед. $m_1 = 23,62 \text{ кг}$; кантование изделия кран-балкой на 180° $t_1 = 1,6 \text{ мин.}$

3. Масса детали поз. 3 (2 шт.) $m_1 = 5,29 \text{ кг}$; установка изделия вручную на приспособление $t_1 = 0,56 \cdot 2 = 1,12 \text{ мин.}$; масса детали поз. 13 (2 шт.) $m_2 = 12 \text{ кг}$; установка детали вручную на приспособление $t_2 = 0,71 \cdot 2 = 1,42 \text{ мин.}$; масса детали поз. 24 $m_3 = 70 \text{ кг}$; установка детали вручную на приспособление $t_3 = 1,6 \text{ мин.}$; масса детали поз. 16 (2 шт.) $m_4 = 3,56 \text{ кг}$; установка детали вручную на приспособление $t_4 = 0,47 \cdot 2 = 0,94 \text{ мин.}$; масса детали поз. 14 $m_5 = 70 \text{ кг}$; установка детали вручную на приспособление $t_5 = 1,6 \text{ мин.}$

$$t_{\text{в.и}} = 1,12 + 0,8 + 0,52 + 0,8 + 0,8 + 1,6 + 1,12 + 1,42 + 1,6 + 0,94 + 1,6 = 18 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 070

Найдем время на прихватку:

$$0,1 \cdot 62 = 6,2 \text{ мин.},$$

$$t_{в,и} = 6,2 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва №1, количество проходов $n=4$ шт:

$$T_o = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} + \frac{46,1 \cdot 7,85 \cdot 60}{300 \cdot 15} \cdot 3 = 16,72 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{н.ш-к} = (16,72 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 22,18 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва №4, количество проходов $n=3$ шт:

$$T_o = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} + \frac{38,4 \cdot 7,85 \cdot 60}{300 \cdot 15} \cdot 2 = 10,28 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{н.ш-к} = (10,28 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 14 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва №9, количество проходов $n=3$ шт:

$$T_o = \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{280 \cdot 15} + \frac{29 \cdot 7,85 \cdot 60}{300 \cdot 15} \cdot 2 = 8,31 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{н.ш-к} = (8,31 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 11,51 \text{ мин.}$$

Найдем время на основное время сварки для шва №10, количество проходов $n=1$ шт:

$$T_o = \frac{6 \cdot 7,85 \cdot 60}{180 \cdot 15} = 1,05 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{н.ш-к} = (1,05 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 2,28 \text{ мин.}$$

Определим норму штучного времени:

$$T_{шт} = 22 \cdot 0,616 + 14 \cdot 2,416 + 11,51 \cdot 4,933 + 2,28 \cdot 2,08 + 6,2 = 115,24 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитаем другие операции. Данные расчетов сводим в таблицу 3.10.

Таблица 3.10 - Нормы штучного времени базового и предлагаемого технологических процессов изготовления рамы привода

№ опер.	Базовый техпроцесс		Предлагаемый техпроцесс	
	Наименование операции	T _{шт} , мин.	Наименование операции	T _{шт} , мин.
005	Комплектовочная	-	Комплектовочная	-
010	Сборочная	3,84	Сборочная	3,84
015	Сварочная	1,6	Сварочная	1,6
020	Сборочная	4,18	Сборочная	4,18
025	Сварочная	1,5	Сварочная	1,5
030	Перемещение	1,2	Перемещение	1,2
035	Сборочная	21,48	Сборочная	21,48
040	Сварочная	4,4	Сварочная	4,4
045	Перемещение	1,3	Перемещение	1,3
050	Сборочно-сварочная	14,63	Сборочно-сварочная	10,82
055	Перемещение	1,3	Перемещение	1,3
060	Сварочная	961,2	Сварочная	961,2
065	Сборочная	12,32	Сборочная	12,32
070	Сварочная	115,24	Сварочная	115,24
075	Перемещение	2,9	Перемещение	2,9
080	Слесарная	42	Слесарная	42
085	Контроль	15	Контроль	15
Итого		1204,09		1197,84

3.2.5 Выбор технологического оборудования

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

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

Исходя из соображений технологического, экономического и эксплуатационного характера было выбрано следующее сварочное оборудование [9]:

Выбираем полуавтомат для дуговой сварки в смеси газов. Сварка ведется в закрытом помещении. Полуавтомат должен обеспечивать сварочный ток 280...320 А; диаметр проволоки 1,6 мм; скорость подачи электродной проволоки 234 м/ч...270 м/ч. Исходя из этих данных выбираем инверторный сварочный полуавтомат ПРОФИ MIG – 500 с переносным механизмом подачи проволоки (МПП) [13].

Высокоэффективный трехфазный сварочный инверторный полуавтомат ПРОФИ MIG 500 для электродуговой полуавтоматической сварки различных деталей в среде защищенных газов из низколегированных и низкоуглеродистых сталей (MIG/MAG) порошковой и сплошной проволокой. Предусмотрена

ручная сварка с использованием штучного электрода. Надежность и эффективность работы сварочного аппарата обеспечивают мощные биполярные преобразователи MOSFET и IGBT.

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

Особенности ПРОФИ MIG-500:

- полуавтомат имеет систему контроля сварочных динамических характеристик, обеспечивая стабильность горения дуги, низкий уровень разбрызгивания металла, прекрасную форму шва, высокую эффективность сварки;
- в полуавтоматах ПРОФИ MIG установлены силовые биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT) фирмы Toshiba, что гарантирует безотказную работу силовой схемы;
- источник защищен от пониженного напряжения, короткого замыкания и перегрева;
- плавная дистанционная регулировка сварочного тока и напряжения потенциометрами на механизме подачи;
- цифровая индикация сварочного тока и напряжения;
- функция ручной дуговой сварки (ММА) покрытым электродом;
- функция заварки кратера с отдельной регулировкой тока и напряжения угасания;
- плавная регулировка индуктивности, позволяющая изменять «жесткость» дуги, глубину проплавления и степень разбрызгивания;
- тестовая подача сварочной проволоки и защитного газа;
- питание подогревателя CO₂ (36В);

Таблица 3.11-Технические характеристики полуавтомата ПРОФИ MIG–500 [13]

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания, 50Гц, В, (допустимое отклонение)	380 (±15%)
Потребляемая мощность, кВА	19,8
Потребляемый ток, А	37,5
Продолжительность включения, ПВ, %	60
Диапазон регулирования рабочего напряжения, В, режим MIG/MAG	22-39
Напряжение холостого хода, В	60,0
Диапазон регулирования скорости подачи сварочной проволоки, м/мин	3,5-20
Диаметр сварочной проволоки, мм,	1,0-1,6
Диапазон регулирования сварочного тока, А,	100-500
КПД, %	85
Коэффициент мощности	0,93
Род сварочного тока	постоянный
Питание подогревателя газа, 36В, 50Гц	есть
Масса проволоки на кассете, кг, не более	18,0
Габаритные размеры источника питания, мм	650х310х640
Габаритные размеры механизма подачи, мм	640х250х300
Масса источника питания, кг	42,0
Масса механизма подачи, кг	16,0
Степень защиты	IP21

Для подогрева применим универсальную ацетилено-кислородную горелку ГЗ-03.

3.2.6 Контроль технологических операций

Обеспечение высокого качества сварочных работ – наиболее важная

проблема в области сварки.

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

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

Дефекты бывают наружные, внутренние и сквозные.

Дефекты формы и размеров шва:

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

Дефекты, нарушающие сплошность сварных соединений:

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

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

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

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

Сварочные напряжения и деформации, меры борьбы с ними.

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

В зависимости от причины, вызвавшей напряжения, различают:

- тепловые напряжения, вызванные неравномерным распределением температур при сварке;
- структурные напряжения, возникающие вследствие структурных превращений.
- в зависимости от времени существования:
 - временные - существующие лишь в определённый момент времени;
 - остаточные - остаются в изделии после исчезновения причины, их вызвавшей.

В зависимости от размеров области:

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

Сварочные напряжения являются напряжениями первого рода.

По направлению действия напряжения и деформации различают:

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

По виду напряжённого состояния:

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

- объёмные (действующие в трёх направлениях).

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

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

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

- мероприятия, предотвращающие вероятность возникновения деформаций и напряжений;
- мероприятия, обеспечивающие последующее исправление деформаций и снятие возникших напряжений [14].

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

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

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

При изготовлении рамы привода применяется визуальный способ

контроля сварных швов. Данным способом контролируют исходные детали и готовую продукцию, обнаруживают отклонения формы деталей и изделий, изъяны металла, обработки поверхности и видимые дефекты сварных швов.

Преимущества визуального контроля:

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

3.2.7 Разработка технической документации

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

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъемно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [15].

Разработка технологических процессов включает:

- расчленение изделия на сборочные единицы;
- установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
- 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 [12].

3.3 Конструкторская часть

3.3.1 Общая характеристика механического оборудования

Механизация и автоматизация производственного процесса изготовления сварных изделий представляет собой одну из основных задач

современного сварочного производства, решение которой значительно повышает производительность труда.

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

Специальное сборочное приспособление позволяет улучшить качество сборки. Применение при этом пневматических прижимов значительно сокращает вспомогательное время, особенно если требуется зажать изделие одновременно в нескольких местах.

В связи с тем, что изделие обладает значительной массой для кантовки и перемещения используется кран мостовой грузоподъемностью 10 тонн.

3.3.2 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса являются комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства. Специфическая особенность этого производства - резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30 процентов общего объема сборочно - сварочных работ, остальные 70-75 процентов приходятся на долю сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75 процентов всего комплекса цехового оборудования [16].

В данной выпускной квалификационной работе в предлагаемом технологическом процессе используется приспособление сборочно -сварочное (см. ФЮРА.00001.348.00.000 СБ).

3.3.3 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

В приспособлении ФЮРА.000001.348.00.000 СБ используются пневмоприжимы для фиксации свариваемых сборочной единицы. Рассчитаем пневматический цилиндр.

Основными размерами пневматических цилиндров являются внутренний диаметр цилиндра D и ход штока [16].

Базовый пневмоцилиндр 125×100 СТП406-3428-75.

Из обозначения следует, что пневмоцилиндр с внутренним диаметром $D = 80$ мм и длиной хода $L = 100$ мм.

Рассчитаем (предлагаемый) пневмоцилиндр 80×100 СТП406-3428-75.

Из обозначения следует, что пневмоцилиндр с внутренним диаметром $D = 80$ мм и длиной хода $L = 100$ мм.

Площадь штока пневмоцилиндра:

$$S_{\text{ш}} = \frac{\pi \cdot D^2 - d^2}{4}, \quad (3.19)$$

где d – диаметр штока, мм, $d = 25$ мм [16];

$$S_{\text{ш}} = \frac{3,14 \cdot (80^2 - 25^2)}{4} = 4533 \text{ мм}^2.$$

Площадь пневмоцилиндра:

$$S_{\text{пц}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad (3.20)$$

$$S_{\text{пц}} = \frac{3,14 \cdot 125^2}{4} = 12266 \text{ мм}^2,$$

$$S_{\text{пц}} = \frac{3,14 \cdot 80^2}{4} = 5024 \text{ мм}^2,$$

$$S = S_{\text{пц}} - S_{\text{ш}} = 12266 - 11462 = 804 \text{ мм}^2,$$

$$S = S_{\text{пл}} - S_{\text{ш}} = 5024 - 4533 = 491 \text{ мм}^2.$$

Давление в пневмоцилиндре [16]:

$$P = \frac{F}{S}, \quad (3.21)$$

где F – усилие на штоке пневмоцилиндра, кгс,

для предлагаемого $F = 278$ кгс [16];

$$P = \frac{680}{804} = 0,85 \text{ кгс/мм}^2 = 8,29 \text{ МПа} .,$$

$$P = \frac{278}{491} = 0,57 \text{ кгс/мм}^2 = 5,59 \text{ МПа} .$$

Скорость перемещения поршня цилиндра [17]:

$$v = \frac{L}{t}, \quad (3.22)$$

где L – длина хода, мм;

t – время срабатывания цилиндра, с, $t = 5$ с;

$$v = \frac{100}{5} = 50 \text{ мм/с} .$$

Расход сжатого воздуха [16]:

$$Q = S \cdot v, \quad (3.23)$$

$$Q = 491 \cdot 20 = 9820 \text{ мм}^3 / \text{с} .$$

3.4 Пространственное расположение производственного процесса

3.4.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [11].

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 [11].

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 прямопоточности всех производственных связей между отдельными цехами, к недопущению возвратных перемещений материалов и изделий.

3.4.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

Размещение цеха - всех его производственных отделений и участков, а также вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно по возможности полностью удовлетворять всем специфическим требованиям процессов, подлежащих выполнению в каждом из этих отделений.

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [11].

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

3.4.3 Расчет основных элементов производства

3.4.3.1 Определение требуемого количества оборудования

Необходимое количество оборудования найдем по формуле [11]:

$$C_p = \frac{N \cdot T_{ш}}{60 \cdot F_d \cdot K_{вн}}, \quad (3.24)$$

где N – годовая производственная программа, шт., $N = 1250$ шт.

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

F_d - действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч,
 $F_d=3752$ ч.;

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

Определяем необходимое количество вспомогательных приспособлений, оборудования и рабочих и данные расчета сводим в таблицы 3.12, 3.13 и 3.14. Определение количества оборудования осуществляем путем округления расчетного количества оборудования C_p до целого числа в большую сторону.

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле [11]:

$$K_{зо} = C_p / C_n \cdot 100, \quad (3.25)$$

где C_p - расчетное количество оборудования, шт.;

C_n - принятое количество оборудования, шт.

Таблица 3.12 – Количество вспомогательного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Номер операции	Наименование оборудования	$T_{шт}$, мин	C_p , шт	C_n , шт	$K_{зо}$, %
Базовый технологический процесс					
010-045	Плита сборочная	38,06	0,21	1	21
050-055	Приспособление сборочно-сварочное	15,93	0,09	1	9
060-075	Плита сварочная	1091,66	6,06	7	87
080-085	Плита слесарная	57	0,32	1	32
Предлагаемый технологический процесс					
010-045	Плита сборочная	38,06	0,21	1	21
050-055	Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.348.00.000 СБ	12,12	0,07	1	7

060-075	Плита сварочная	1091,66	6,06	7	87
080-085	Плита слесарная	57	0,32	1	32

В соответствии с количеством рабочих мест принимаем для базового и принятого количество сварочного оборудования равным 8 шт. и заносим в таблицу 3.13.

Таблица 3.13 - Количество сварочного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Технологический процесс	С _п , шт	К _{зо}
Базовый	8	79,87
Предлагаемый	8	79,63

3.4.3.2 Определение состава и численности работающих

Определим необходимое количество основных рабочих. Основными считаются те рабочие, которые заняты выполнением операций технологического процесса по изготовлению продукции. Количество основных рабочих – списочное и явочное определяется по формуле [15]:

$$P_{\text{сп}} = \frac{N \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot F_{\text{д}} \cdot K_{\text{вн}}}, \quad (3.26)$$

$$P_{\text{яв}} = \frac{N \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot F_{\text{н}} \cdot K_{\text{вн}}}, \quad (3.27)$$

где N – годовая программа выпуска изделия, шт.; N = 1250 шт.

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

F_д – действительный фонд рабочего времени, ч F_д = 1734 ч.;

F_н- номинальный фонд рабочего времени, ч; F_н=1976 ч.;

K_{вн}- коэффициент выполнения норм.

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

на этих операциях.

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

Численность вспомогательных рабочих рассчитывается в процентах от основных рабочих по формуле [15]:

$$P_{всп} = P_{сп} \cdot П / 100, \quad (3.28)$$

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

$П$ – процент вспомогательных рабочих, $П=25\%$.

Численность инженерно-технических работников, служащих и младшего обслуживающего персонала определяем по формуле [15]:

$$P_{итр} = (P_{сп} + P_{всп}) \times П / 100, \quad (3.29)$$

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

Результаты расчетов сводим в таблицу 3.14.

Таблица 3.14 – Количество рабочих на участке

Вариант технологического процесса	Базовый	Предлагаемый
Трудоемкость $T_{ш}$, мин.	1204,09	1197,84
Расчетное/принятое списочное число основных рабочих $P_{сп}$ и $P_{п}$, чел.	14,44/15	14,4/15
Расчетное/принятое явочное число основных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$, чел.	12,68/13	12,64/13
Расчетное/принятое число вспомогательных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$, чел.	3,75/4	3,75/4
Расчетная/принятая численность ИТР, чел.	1,52/2	1,52/2
Расчетная/принятая численность МОП, чел.	0,38/1	0,38/1
Расчетная/принятая численность контролеров, чел.	0,19/1	0,19/1

Определяем коэффициент сменности по формуле [11]:

$$k_p = P_{яв} / P_{яв1}, \quad (3.30)$$

где k_p - коэффициент сменности,

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

Для базового технологического процесса:

$$k_p = 13/7 = 1,86.$$

Для предлагаемого технологического процесса:

$$k_p = 13/7 = 1,86.$$

3.4.4 Планировка заготовительных отделений

Заготовительные отделения сборочно-сварочного цеха обычно располагают в продольных пролетах. При этом они либо служат продолжением продольных пролетов сборочно-сварочных отделений, либо располагаются параллельно этим пролетам.

Заготовительные отделения для данной компоновки, когда пролеты сборочно-сварочного и заготовительного отделений составляют продолжения один другого, планируют в следующем порядке:

- из общего количества различных сортов металла, подлежащего обработке в заготовительном отделении, выделяют группы сходных сортаментов, поддающихся обработке на одинаковых группах станков;
- общее количество станков различных типоразмеров подразделяют на количество групп, равное установленному выше количеству групп подлежащих обработке сортаментов металла;
- количество групп станочного оборудования, полученное на основе описанных выше данных, размещают в пролетах заготовительного отделения, число которых равно установленному ранее числу пролетов сборочно-сварочного отделения [11].

Если при планировке заготовительного отделения требуемое число пролетов последнего получается меньше установленного количества пролетов для сборочно-сварочного отделения, площадь, остающаяся в пролетах, не занятых заготовительным отделением, используют для размещения различных вспомогательных производств и помещений (мастерских – инструментальной,

ремонтной) [11].

3.4.5 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков

При разработке плана отделений узловой и общей сборки и сварки основным является определение требуемого числа пролетов и необходимых размеров каждого из них – длины, ширины, высоты. Эти параметры, принятые приближенно при составлении компоновочной схемы цеха, подлежат уточнению в процессе подробной разработки технологического плана с учетом рекомендуемых размеров пролетов по нормам технологического проектирования.

При детальном проектировании основным методом уточнения указанных параметров плана отделений сборки и сварки служит последовательное (по ходу выполнения технологического процесса) размещения на плане принятого по расчету количества оборудования, сборочно-сварочных стендов и других рабочих мест. При этом стремятся не только обеспечить прямоточность производства, но также достигнуть наилучшего использования грузоподъемности транспортных средств.

В схеме компоновки цеха с продольным направлением производственного потока процессы как узловой, так и общей сборки, и сварки каждого изделия расположены в одних и тех же продольных пролетах, специализация которых осуществляется по производству отдельных типов заданных для изготовления изделий. В связи с этим для рассматриваемой схемы планировки цеха необходимое число пролетов зависит от количественного соотношения заданных к производству изделий разных типов. В таком случае требуемое число пролетов можно приближенно оценить на основе их специализации с уточнением его в процессе последующего размещения оборудования и рабочих мест на плане проектируемого цеха [11].

После проведения всех подсчетов и установления на основе указанных выше соображений рационального взаимного расположения продольных

пролетов приступают к нанесению на бумагу в принятом масштабе сетки колонн проектируемого цеха и к размещению в его пролетах оборудования и рабочих мест.

Планировку элементов производства в каждом пролете сборочно-сварочных отделений выполняют сообразно с последовательностью работ, указанной в ранее разработанной карте технологического процесса.

Одновременно с вычерчиванием габаритов рабочих мест в проходах, вокруг последних указывают также размещение рабочих.

3.4.6 Степень и уровень механизации и автоматизации производственного процесса

Результаты разработки и внедрения в проект сборочно-сварочного участка изготовления рамы привода комплексной механизации и автоматизации оценивают особыми показателями, определяющими достигнутые степень и уровень механизации и автоматизации предусмотренных работ по изготовлению заданных к выпуску изделий.

Прежде всего, всякая замена ручного труда работой механизмов, машин и автоматов является механизацией и автоматизацией производственных процессов.

Однако машины и автоматы бывают разные. Одни из них могут представлять собой менее или более прогрессивную технологию изготовления изделий и, следовательно, отличаться меньшей или большей производительностью, чем другие. Поэтому, наряду с определением количественного охвата всех работ механизацией и автоматизацией необходимо определять ее качественный уровень.

Количественный уровень (степень) механизации выражают в процентах и вычисляют по формуле [7]:

$$C_m = \frac{k \cdot T_m}{T_{\text{нм}} + kT_m} \cdot 100\% \quad , \quad (3.31)$$

где T_m – трудоемкость работ, выполняемых механизированным способом, мин.,
 $T_m = 12,12$ мин.;

T_{nm} – трудоемкость работ, выполняемых немеханизированным способом,
 $T_{nm} = 1186,72$ мин.;

k – коэффициент повышения производительности труда на данном участке,
 $k = 2$ [7].

$$C_m = \frac{2 \cdot 12,12}{1186,52 + 2 \cdot 12,12} \cdot 100 = 2 \text{ \%}.$$

Качественный уровень механизации производственного процесса можно определить по формуле [5]:

$$Y_m = C_m(1 - 1/k) = 2(1 - 1/2) = 1\%. \quad (3.32)$$

3.4.7 Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений

При каждом сборочно-сварочном цехе либо в отдельном здании вблизи цеха должны быть предусмотрены административно-конторские и бытовые помещения.

Правила проектирования административно-конторских и бытовых помещений изложены в «Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий». Перечень этих помещений, а также расчетные нормы требуемой площади для данного участка сборки и сварки рамы привода представлены в таблице 3.15.

Таблица 3.15 – Планировка административно-конторских и бытовых помещений

Помещения	Расчетная единица	Условия для определения требуемого количества расчетных единиц	Площадь, м ²	
			Полезная	Общая
1	2	3	4	5
Контора цеха	Рабочее	Один стол на каждого	-	4x3

	место	сотрудника		
Гардеробные	Индивидуальный шкаф 0,35x0,5 м	Один шкаф на каждого работающего по списочному составу	0,18	0,43x15
Уборные	Кабина 1,2x0,9 м	При максим. явочном числе работающих в смену до 20 чел.	1,08	3,06x8
	Шлюз (тамбур)		-	6,8

Продолжение таблицы 3.15

1	2	3	4	5
Душевые	Кабина 0,9x0,9 м	Одна кабина на каждые 10 явочных рабочих	0,81	1,62x2
	Место для переодевания 0,7x0,5 м	Три места на каждую кабину	0,35	1x6
	Тамбур	Между душевой и раздевальной один тамбур	-	4
Помещения для приема пищи	Комната	1 м ² /чел. По явочному составу	-	1x8

Все бытовые и административно-конторские помещения цеха часто размещают в особой пристройке к основной производственной части здания цеха. Местоположение и общую компоновку этой пристройки с остальной частью здания цеха выбирают таким образом, чтобы при увеличении масштабов производства бытовые помещения не могли служить препятствием для расширения производственной части здания.

В целях сокращения пути, который должен проходить рабочий, гардеробные следует располагать возможно ближе к входам в цех. В непосредственной близости от них должны быть расположены уборные, умывальные и душевые.

В целях осуществления санитарно-гигиенических требований эксплуатации бытовых помещений помещения для принятия пищи рекомендуется располагать на достаточно большом расстоянии от места расположения уборных [18].

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Финансирование проекта и маркетинг

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

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

4.2 Сравнительный экономический анализ вариантов

Разработка технологического процесса изготовления рамы привода ФЮРА.СПЦ.271.348.00.000 СБ допускает различные варианты решения.

Рама привода ФЮРА. СПЦ.271.348.00.000 СБ входит в состав конвейера шахтного СПЦ. Конвейеры шахтные скребковые типа СПЦ предназначены для доставки угля и горной массы в составе очистных комплексов КМ130; КМ138; КМ142; КМ144; 1КМТ; 2КМТ в очистных забоях шахт, опасных по газу и пыли.

Конвейер шахтный СПЦ является конкурентноспособным, конкурентами предприятия являются предприятия таких стран как: Китай, Польша, также выпускающих горношахтное оборудование.

Существует базовый вариант изготовления рамы привода, 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 [19]:

$$Z_{\text{п}} = C + E_{\text{н}} \cdot K, \quad (4.1)$$

где C - себестоимость единицы продукции, руб/изд;

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

K - капиталовложения, руб/ед.год.

Согласно базовому технологическому процессу сборочные и сварочные операции при изготовлении рамы привода производятся на плите с устанавливаемыми винтовыми зажимами и применением накладок для соблюдения требуемого расстояния между свариваемыми деталями. Это приводит к увеличению расхода материалов и времени сварки, сборки и слесарной обработки.

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

В предлагаемом технологическом процессе применим сборочно - сварочное приспособление с пневмоприжимами.

Для данного вида сварки применим современное российское сварочное оборудование, которым заменим дорогостоящее оборудование фирмы Magtronic.

Проведем технико-экономический анализ сравнения базового и предлагаемого вариантов. Нормы штучного времени базового и предлагаемого технологических процессов изготовления рамы привода приведены в таблице 3.12.

4.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование найдем по формуле [19]:

$$K_{CO} = \sum_{i=1}^n \Pi_{O_i} \cdot O_i \cdot \mu_{oi}, \quad (4.2)$$

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

O_i - количество оборудования i -го типоразмера, ед;

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

Цены на оборудование берутся за 01.01.2017 (смотри таблицу 4.1).

Таблица 4.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [20, 21]

Наименование оборудования		Ц _о , руб
Базовый технологический процесс		
«Magtronic» (500W)	8 шт.	197281,6
PDE 7FW	8 шт.	
Предлагаемый технологический процесс		
ПРОФИ MIG – 500	8 шт.	132600

Капитальные вложения в сварочное оборудование смотри в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования		К _{со} , руб.:год
Базовый технологический процесс		
«Magtronic» (500W)	8 шт.	1260551
PDE 7FW	8 шт.	
Предлагаемый технологический процесс		
ПРОФИ MIG – 500	7 шт.	884715

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [19]:

$$K_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{пр}j} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{\text{п}j}, \quad (4.3)$$

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

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

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

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Ц _{пр} , руб	Базовый технологический процесс		Предлагаемый технологический процесс	
		С _п , шт	К _{пр} , руб/ед.год	С _п , шт	К _{пр} , руб/ед.год
Плита сборочная	70000	1	14700	1	14700
Приспособление сборочно - сварочное	120000	1	10800	-	-
Приспособление сборочно - сварочное ФЮРА.000001.348.00.000СБ	134000	-	-	1	9380
Плита сварочная	70000	7	426300	7	426300
Плита слесарная	110000	1	35200	1	35200
ИТОГО			487000		485580

4.2.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [22]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{O_i} \cdot h \cdot k_B \cdot \mu_{O_i} \cdot \Pi_{зд}, \text{ руб.}, \quad (4.4)$$

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

Для базового технологического процесса: $S_1=6 m^2$.

Для предлагаемого технологического процесса: $S_1=1,5 m^2$ и $S_2=1,5 m^2$, (площадь уменьшена за счет замены стандартной слесаро-сборочной плиты одним поворотным столом);

h - высота производственного здания, м, $h = 12$ м [19];

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

$\Pi_{зд}$ - стоимость $1m^3$ здания на 01.01.2017 для цеха № 58 составляет, $\Pi_{зд}=94$ руб/ m^3 .

Определяем капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 4.4.

Таблица 4.4 – Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	$K_{зд}$, руб.
Базовый технологический процесс	
«Magtronic» (500W) PDE 7FW	121523
Предлагаемый технологический процесс	
ПРОФИ MIG – 500	121523

4.2.3 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по

формуле [19]:

$$C_M = m_M \cdot k_{т.з.} \cdot C_M, \text{ руб./изд.}, \quad (4.5)$$

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

C_M - средняя оптовая цена сталей 14ХГ2САФД, Ст.3пс5, 35Л на 01.01.2017, руб./кг:

- для стали 14ХГ2САФД $C_M=40,63$ руб./кг, при $m_M=1446,6 \cdot 1,3=$
 $=1880,58$ кг;

- для стали ст3пс5 $C_M=40,2$ руб./кг, при $m_M=17,4 \cdot 1,3= 22,62$ кг;

- для стали 35Л $C_M = 24,5$ руб./кг, при $m_M = 214 \cdot 1,3= 278,2$ кг.

$k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з.}=1,04$ [12].

$$C_M=1,04 \cdot (1880,58 \cdot 40,63 + 22,62 \cdot 40,2 + 278,2 \cdot 24,5) = 87498,52 \text{ руб/изд.}$$

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3.

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [19]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{nd} \cdot C_{п.с.}, \text{ руб/изд.}, \quad (4.6)$$

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

$G_d = 70,83$ кг - для проволоки Св-08Г2С-О для базового технологического процесса;

$G_d = 70,83$ кг - для проволоки Св-08Г2С-О для предлагаемого технологического процесса;

k_{nd} - коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки [19],

$k_{п.с.} - 1,02$ [18];

$C_{п.с.} = 78,8$ - стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг по данным ООО «Юргинский машиностроительный завод» на 01.01.2017.

$$C_{п.сбаз.} = 70,83 \cdot 1,02 \cdot 78,8 = 5693,03 \text{ руб.},$$

$$C_{п.спредл.} = 70,83 \cdot 1,02 \cdot 78,8 = 5693,03 \text{ руб.}$$

4.2.4 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [7]:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot k_{т.п.} \cdot Ц_{г.з.} \cdot T_0, \text{ руб./изд.}, \quad (4.7)$$

где $g_{з.г.}$ - расход смеси, м³/ч.

$k_{т.п.}$ - коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{т.п.} = 1,15$ [19];

$Ц_{г.з.}$ - стоимость смеси, м³, $Ц_{г.з.} = 62,42$ руб./ м³;

T_0 - основное время сварки в смеси газов, ч., $T_0 = 20,56$ ч. - для базового варианта, $T_0 = 20,56$ ч. - для предлагаемого варианта.

Для данного технологического процесса $g_{з.г.} = 1,02$ м³/ч.

Для базового технологического процесса:

$$C_{з.г.} = 1,02 \cdot 1,15 \cdot 62,42 \cdot 20,56 = 1505,31 \text{ руб/изд.}$$

Для предлагаемого технологического процесса:

$$C_{з.г.} = 1,02 \cdot 1,15 \cdot 62,42 \cdot 20,56 = 1505,31 \text{ руб/изд.}$$

4.2.5 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.ед} = (ТС \cdot \Sigma T_{ш}) \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot [1 + (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) / 100], \quad (4.8)$$

где ТС- тарифная ставка на 01.01.2017, руб., ТС– 62,01 руб.;

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

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

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

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

Затраты на заработную плату основных производственных рабочих по базовому технологическому процессу:

$$C_{з.п.ед} = (62,01 \cdot 20,07) \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8 / 100) = 3705,95 \text{ руб./изд.}$$

Заработная плата основных производственных рабочих по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = (62,01 \cdot 19,96) \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8/100) = 3686,72 \text{ руб./изд.}$$

4.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [7]:

$$W_{тэ} = \sum \frac{U_{ci} \cdot I_{ci} \cdot t_{ci}}{\eta_u} + P_x \cdot \left(\frac{T_o}{K_u} - T_o \right), \quad (4.9)$$

где U_c и I_c - электрические параметры режима сварки;

T_o - основное время сварки;

η_u - КПД оборудования, для базового технологического процесса: $\eta = 0,88$,
для предлагаемого технологического процесса: $\eta = 0,86$;

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

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

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле [7]:

$$C_{э.с.} = W_{тэ} \cdot Ц_э, \quad (4.10)$$

где $Ц_э$ - средняя стоимость электроэнергии по данным ООО «Юргинский машиностроительный завод», $Ц_э = 1,48$ руб.

Затраты на электроэнергию по базовому технологическому процессу:
 $C_{э.с.} = 267,36$ руб.

Затраты на электроэнергию по предлагаемому технологическому процессу: $C_{э.с.} = 273,58$ руб.

4.2.7 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [19]:

$$C_{возд} = g_{возд}^{ЭН} \cdot k_{тп} \cdot Ц_{возд}, \text{ руб./изд.}, \quad (4.11)$$

где $g_{возд}^{ЭН}$ - расход воздуха, $m^3/ч$.

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

Для изготовления одного корпуса расход воздуха составляет:

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

$Ц_{возд} = 0,25443$ руб/ m^3 , стоимость воздуха на 01.01.2017 г.;

$$C_{\text{возд пр}} = 1,2 \cdot 1,15 \cdot 0,25443 = 0,35 \text{ руб./изд.}$$

4.2.8 Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле [19]:

$$C_z = \sum_{i=q}^n \frac{C_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi} \cdot a_i \cdot r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.12)$$

где a_i - норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, % [19];

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

Амортизация оборудования приведена в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	Вариант технологического процесса			
	Базовый		Предлагаемый	
	a_i , %	C_z , руб/изд.	a_i , %	C_z , руб/изд.
«Magtronic» (500W) PDE 7FW	19,4	23,48		-
ПРОФИ MIG – 500		-	19,4	15,73

4.2.9 Определение затрат на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [18]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{npj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{nj} \cdot a_j}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.13)$$

где a_j - норма амортизационных отчислений для оснастки j -го типоразмера, $a_j=0,15$ [19];

Результаты расчетов сводим в таблицу 4.6

Таблица 4.6 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	Ц _{пр} , руб	Базовый технологический процесс		Предлагаемый технологический процесс	
		П _j , шт.	С _и , руб/изд.	П _j , шт.	С _и , руб/изд.
Плита сборочная	70000	1	1,76	1	1,76
Приспособление сборочно - сварочное	120000	1	1,3	-	-
Приспособление сборочно - сварочное ФЮРА.000001.348.00.000СБ	134000	-	-	1	1,13
Плита сварочная	70000	7	51,17	7	51,17
Плита слесарная	110000	1	4,22	1	4,22
ИТОГО			58,44		58,44

4.2.10 Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [19]:

$$C_p = \frac{R_m \cdot \omega_m + R_{\text{э}} \cdot \omega_{\text{э}}}{T_{\text{рц}}} \cdot \sum \frac{T_{\text{ш}}}{K_{\text{вн}} \cdot 60}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.14)$$

где R_m $R_{\text{э}}$ - группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части $R_m = 0$ [19];

ω - затраты на все виды ремонта;

$T_{\text{рц}}$ - длительность ремонтного цикла, $T_{\text{рц}} = 8000$ ч. [19].

Определение затраты на ремонт сводятся в таблицу 4.7.

Таблица 4.7 - Затраты на ремонт оборудования

Наименование оборудования	R _э	ω _э	T, ч	C _р , руб/год.
Базовый технологический процесс				
«Magtronic» (500W) PDE 7FW	8	1849,5	44,26	0,52
Итого:				0,52
Предлагаемый технологический процесс				
ПРОФИ MIG – 500	7	1096	43,27	0,27
Итого:				0,27

4.2.11 Определение затрат на содержание помещения

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [19]:

$$C_{\text{п}} = \frac{S \cdot \mu_{\text{oi}} \cdot \text{Ц}_{\text{ср.зд}}}{N_{\text{г}}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.15)$$

где S – площадь сварочного участка, м², S = 169,79 м² - для базового варианта, S = 169,79 м² - для предлагаемого варианта;

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

Затраты на содержание здания по базовому технологическому процессу:

$$C_{\text{п}} = \frac{169,79 \cdot 1 \cdot 250}{1250} = 33,96 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

По предлагаемому варианту:

$$C_{\text{п}} = \frac{169,79 \cdot 1 \cdot 250}{1250} = 33,96 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

4.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$Z_{\text{п}} = C + \dot{\epsilon}_{\text{н}} \cdot K, \quad (4.16)$$

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

$\dot{\epsilon}_{\text{н}}$ - норма эффективности дополнительных капитальных затрат,
 $\dot{\epsilon}_{\text{н}} = 0,15$ (руб./ед)/руб. [19];

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

Себестоимость продукции за год определяется по формуле:

$$C = N_{\text{Г}} \cdot (C_{\text{м}} + C_{\text{в.м.}} + C_{\text{зп.сд.}} + C_{\text{эс}} + C_{\text{возд}} + C_{\text{з}} + C_{\text{у}} + C_{\text{р}} + C_{\text{п}}), \quad (4.17)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K = K_{\text{со}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{зд.}} \quad (4.18)$$

Определим количество приведенных затрат по базовому технологическому процессу:

$$K = 1260551 + 487000 + 191523 = 1939074 \text{ руб/изд. год,}$$

$$C = 1250 \cdot (87498,52 + 5693,03 + 1505,31 + 3705,95 + 267,36 + 0,35 + 23,48 + 58,44 + 0,52 + 33,96) = 123483640,68 \text{ руб/изд. год,}$$

$$Z_{\text{п}}^1 = 123483640,68 + 0,15 \cdot 1939074 = 123774501,73 \text{ руб/изд. год.}$$

Определим количество приведенных затрат по предлагаемому технологическому процессу:

$$K = 844715 + 485580 + 191523 = 1521818 \text{ руб/изд. год,}$$

$$C = 1250 \cdot (87498,52 + 5693,03 + 1505,31 + 3686,72 + 273,58 + 0,35 + 15,73 + 58,27 + 0,26 + 33,96) = 123457161,41 \text{ руб/изд. год,}$$

$$Z_{\text{п}}^2 = 123457161,41 + 0,15 \cdot 1521818 = 123685434,13 \text{ руб/изд. год.}$$

Рассчитаем величину экономического эффекта по формуле:

$$\mathcal{E} = Z_{\text{п}}^1 - Z_{\text{п}}^2, \quad (4.19)$$

$$\mathcal{E} = (Z_{\text{п}}^1 - Z_{\text{п}}^2) / N_{\text{г}}. \quad (4.20)$$

Величина экономического эффекта от выпуска годовой производственной программы:

$$\mathcal{E} = 123774501,73 - 123685434,13 = 89067,6 \text{ руб./год.}$$

Величина экономического эффекта на единицу изделия составит:

$$\mathcal{E} = (123774501,73 - 123685434,13) / 1250 = 71,25 \text{ руб./изд.}$$

Результаты расчетов показали, что предлагаемый технологический процесс изготовления корпуса дает положительный экономический эффект.

4.4 Основные технико-экономические показатели участка

1. Годовая производственная программа, шт.	1250
2. Средний коэффициент загрузки оборудования	79,63
3. Производственная площадь участка, м ²	169,79
4. Количество оборудования, шт	8
5. Списочное количество рабочих, чел.	15
6. Явочное количество рабочих, чел	13
7. Количество рабочих в первую смену, чел	7
8. Количество вспомогательных рабочих	4
9. Количество ИТР	2
10. Количество МОП	1
11. Количество контролеров	1
12. Разряд основных производственных рабочих	4
13. Экономический эффект от внедрения нового технологического процесса, руб./изд.	71,25

5 Социальная ответственность

5.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка рамы привода конвейера забойного скребкового СПЦ271. При изготовлении рамы привода осуществляются следующие операции: сборка, механизированная сварка в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении рамы средней на участке используется следующее оборудование:

- полуавтомат ПРОФИ MIG – 500.	8 шт.
- плита сборочная	1 шт.
- плита сварочная	7 шт.
- плита слесарная	1 шт.
- приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.348.00.000 СБ	1 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 10 т.

Изготавливаемое изделие, рама привода, она входит в состав конвейера забойного скребкового СПЦ271. Конвейеры шахтные скребковые типа СПЦ предназначены для доставки угля и горной массы в составе очистных комплексов КМ130. Масса рамы привода составляет 1678 кг.

В качестве материала этих деталей используют стали следующих марок: 14ХГ2САФД, Ст3пс и Сталь 35Л. Сварка производится в смеси Ar (82 %) + CO₂ (18 %) сварочной проволокой Св-08Г2С-О диаметром 1,6 мм.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а также восьмью светильниками, расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в

светлые тона.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью $S = 169,79 \text{ м}^2$.

5.2. Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);

- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

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

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

К нормативным документам относятся:

1 ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.

2 ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.

3 ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.

4 ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Нормы освещения строительных

площадок. М.: Изд. стандартов, 2001.

5 ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.

6 Правила устройства электроустановок. М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2002.

7 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.

8 Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

9 Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.

10 Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

11 СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*

5.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

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

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 180 мг/м^3 пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК $0,1-0,2 \text{ мг/м}^3$), а также CO_2 до 0,5-0,6 процентов; CO до 160 мг/м^3 ; окислов азота

до 8,0 мг/м³; озона до 0,36 мг/м³ (ПДК 0,1 мг/м³); оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала (ПДК 1 мг/м³) [23, 24].

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

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

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

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

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

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

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

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (известки, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [25].

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

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

Определим необходимый объём воздуха L , удаляемый от местных отсосов по формуле [18]:

$$L = 3600 \cdot F \cdot V, \quad (5.1)$$

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

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

$$L = 3600 \cdot 0,09 \cdot 0,5 = 162 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L = 162 \text{ м}^3/\text{с}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный FUK-1800/СП с двигателем типа АДМ63В2У2, мощностью 0,55 кВт.

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- полуавтомат ПРОФИ MIG – 500;
- вентиляция;

- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2$ 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 5.1 [26].

Таблица 5.1 - 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	-	-	-

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 [18].

Мероприятия по борьбе с шумом.

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

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

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами 172-293 Дж/с (150÷250ккал/ч) [27].

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

5.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 33 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 3 ряда по 11 светильников.

5.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

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

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

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять 0,5-6 кал/см²·мин [28].

2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски по ГОСТ 12.4.023. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках

должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

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

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

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключая попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Циток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навыпуск.

3. Электрический ток.

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

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003 – 81. В них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

4. Электробезопасность.

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

Сопротивление заземляющего устройства должно составлять не более 4 Ом.

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

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4x12 миллиметров.

5.4.1 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 м²;

- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение

всех движущихся и вращающихся частей механизмов;

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

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

5.5 Охрана окружающей среды

1. Защита селитебной зоны

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

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

2. Охрана воздушного бассейна.

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

сварки рамы привода ФЮРА.СПЦ.271.348.00.000 СБ используют масляные фильтр 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 [18].

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 рамы привода 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 [18].

5.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

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

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить

электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) - 2 шт.;

- огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;

- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;

- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

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

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

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

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе в целях увеличения производства, улучшения качества выпускаемой продукции, уменьшению себестоимости ее изготовления, произведен механизированный участок сборки сварки рамы привода.

В проект нового производства были внесены следующие коррективы:

- спроектировано сборочно-сварочное приспособление.
- произведена замена оборудования.

Что дало возможность получить экономический эффект на продукцию – 71,25 рублей.

В итоге перечисленные нововведения сократили время на изготовление рамы привода на 0,1 ч.

В данной работе аргументирован выбор способа сварки, сварочных материалов и сварочного оборудования, сделан расчёт приспособлений.

Произведены мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Рассчитан экономический эффект от изложенных нововведений, что является выгодным предлагаемым технологическим процессом.

Годовая производственная программа изделий составляет 1250 шт.

Площадь спроектированного участка – 169,79 м².

Средний коэффициент загрузки оборудования – 79,63 %.

Экономический эффект за единицу изделия – 71,25 рублей.

Список использованных источников

1. Д. А. Чинахов, канд. техн. наук. Влияние двухструйной газовой защиты на эксплуатационные свойства сварных соединений судостроительной стали GL-E36 // Автоматическая сварка – 2009 - №9, С. 39-42
2. А. М. Жерносеков, канд. техн. наук. Тенденции развития управления процессами переноса металла в защитных газах (Обзор) // Автоматическая сварка – 2012 - №1, С. 33-37
3. В. М. Белоконь, канд. техн. наук, А. О. Коротеев, инж. Методика расчета размеров сопел при сварке с двумя отдельными струями газа // Автоматическая сварка – 2012 - №11, С. 37-40
4. Кисаримов Р. А. Справочник сварщика. – М.: И П РадиоСофт, 2007 – 288 с.
5. Марочник сталей и сплавов / М.М. Колосков, Е.Т Долбенко, Ю.В. Коширский и др.; под общей М28 ред. А.С Зубченко – М.: Машиностроение, 2001. 627с.: ИЛЛ.
6. Костин А. М. Сварочные материалы – «НУК», 2004. – 225 с.
7. Васильев В. И., Ильященко Д. П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. - 96 с.
8. Томас К. И., Ильященко Д. П. Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» -2011. - 247с.
9. Оботуров В. И. Дуговая сварка в защитных газах. М: Стройиздат, 1989 232с.
10. Технологическая инстр. по изготовлен. сварных конструкций изделий горношахтного оборудования ТИ 406.25090.00054 инв. №2815
11. Крампит Н. Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. - 2005. - 40с.
12. Крампит Н. Ю. Нормативы времени на сварочные операции: Методические указания / Крампит Н. Ю. Ю.: Изд-во ЮФ ТПУ. - 2002. - 26с.

13. Сварочный полуавтомат ПРОФИ MIG – 500 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.tss-s.ru/41715>
14. Маслов Б. Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.
15. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000.-24с.
16. Азаров Н. А. Конструирование и расчет сварочных приспособлений Томск, ТПУ, 2009. – 48 с.
17. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 3. – М.: Машиностроение, 1978-557с.
18. Куликов О. Н. Охрана труда при производстве сварочных работ.: Академия, 2006 – 176 с.
19. О. Н. Жданова. Организация производства и менеджмент: методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 120500 «Оборудование и технология сварочного производства» -Юрга; ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2005. 32с.
20. Сварочный полуавтомат ПРОФИ MIG – 500 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://proinstrument-shop.ru/products/svarochnyj-poluavtomat-profi-mig-500>
21. Сварочный полуавтомат «Magtronic» (500W) [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <https://www.stokker.lv/kabelis-magtronic-500wpde-7fw-5m/1799653>
22. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 3. – М.: Машиностроение, 1978-557с.
23. ГОСТ 12.0.0030 - 74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»
24. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

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

26. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

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

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

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

