

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) 150301 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»
Отделение промышленных технологий

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНАСТКИ И УЧАСТКА СБОРКИ – СВАРКИ ОГРАЖДЕНИЯ КРЕПИ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ МКЮ.4У.58

УДК 621.757:621.791:622.28.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A52	Ли С.Е.		

Руководитель

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

Нормоконтроль

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
и.о. руководителя ОТБ	Солодский С.А.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

и.о. руководителя	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОПТ	Кузнецов М.А.	К.Т.Н.		

Юрга – 2019 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

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

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

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



Институт Юргинский технологический институт
 Направление подготовки (специальность) 150700 «Машиностроение» профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»
 Кафедра «Сварочное производство»

УТВЕРЖДАЮ:
 И.о. руководителя ОПТ

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломный проект

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

Студенту:

Группа	ФИО
10А52	Ли Станиславу Евгеньевичу

Тема работы:

Разработка технологии, проектирование оснастки и участка сборки-сварки ограждения крепи механизированной МКЮ.4У.58

Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	31.01.2019 г. № 9/с
--	---------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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>	Материалы преддипломной практики
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструкции; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Обзор литературы 2. Объект и методы исследования. 3. Инженерный расчет. 4. Технологическая часть. 5. Конструкторская часть. 6. Пространственное расположение производственного процесса. 7. Социальная ответственность 8. Финансовый менеджмент

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. ФЮРА.МКЮ.4У.58.03.100.092.00.000 СБ Основание 5 листов (А1). 2. ФЮРА.000001.092.00.000 СБ Приспособление сборочное 1 лист (А1). 3. ФЮРА.000001.092 ЛП План участка 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000002.092 ЛП Вентиляция общеобменная 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000003.092 ЛП Экономическая часть 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000004.092 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1).
---	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

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

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А52	Ли С.Е.		

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) 150301 «Машиностроение»
«Оборудование и технология сварочного производства»
Отделение промышленных технологий
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2018 – 2019 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ - ПЛАН
на выполнение выпускной квалификационной работы

Срока сдачи студентом готовой работы

Дата контроля	Название раздела(модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
31.01.19	Обзор литературы	20
20.02.19	Объекты и методы исследования	20
31.03.19	Расчет и аналитика	20
30.04.19	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
28.05.19	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

И.о. руководителя	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОПТ	Кузнецов М.А.	к.т.н.		

Юрга – 2019г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
10A52	Ли Станиславу Евгеньевичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	Высшее	Направление/специальность	Оборудование и технология сварочного производства

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

Оценка стоимости производства по базовому технологическому процессу основания МКЮ.2У.75.08.100

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

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 руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЦТ	Лизунков В.Г.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A52	Ли С.Е.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10А52	Ли Станиславу Евгеньевичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	Высшее	Направление/специальность	Оборудование и технология сварочного производства

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:	Вредные и опасные производственные факторы, возникающие на участке сборки сварки основания.
Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.
3. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности	Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
4. Охрана окружающей среды:	Вредные выбросы в атмосферу.
5. Защита в чрезвычайных ситуациях:	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте
6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Проектирование системы приточно-вытяжной вентиляции на разрабатываемом участке.

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
И.о руководителя ОТБ	Солодский С.А	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А52	Ли С.Е.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 87 с., 18 таблиц, 22 источников, 3 приложения, 11 л. графического материала.

Ключевые слова: сварка, технология, сборочно-сварочное приспособление, план участка, механизированная шахтная крепь.

Объектом исследования является процесс сборки-сварки ограждения шахтной крепи.

Актуальность данной работы усовершенствование существующей технологии.

Целью данной работы является разработка и проектирование эффективного производства, с применением современного оборудования, использованием более совершенной технологии и достижение высокой с механизации производства для ограждения механизированной МКЮ.4У.58.

Данная ВКР представлена введением, восьмью разделами (главами) и заключением, приведен список использованных источников.

Оглавление

	Введение	14
1	Обзор литературы	16
	1.1 Анализ сварочного оборудования для сварки механизированной крепи	16
	1.2 Перенос электродного металла при механизированной сварке в среде защитных газов	16
	1.3 Выбор сварочной проволоки для сварки ограждения крепи механизированной из стали 14ХГ2САФД	17
	1.4 Заключение	19
2	Объект и методы исследования	20
	2.1 Формулировка проектной задачи	20
	2.2 Теоретический анализ	20
3	Инженерный расчёт	22
	3.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов	22
	3.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки	26
	3.3 Расчёт режимов сварки	28
4	Технологическая часть	33
	4.1 Технологический анализ выбранного производства	33
	4.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции	34
	4.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального	36
	4.4 Техническое нормирование операций	37
	4.5 Выбор технологического оборудования	40

4.6	Контроль технологических операций	41
4.7	Разработка технической документации	43
5	Конструкторская часть	46
5.1	Общая характеристика механического оборудования	46
5.2	Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	46
5.3	Работа сборочно-сварочных приспособлений	47
6	Пространственное расположение производственного процесса	48
6.1	Состав сборочно-сварочного цеха	48
6.2	Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	49
6.3	Планировка заготовительных отделений	49
6.4	Планировка сборочно-сварочных отделений и участков	50
6.5	Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений	51
6.6	Расчет необходимого количества производственного оборудования	53
7	Социальная ответственность	55
7.1	Описание рабочего места	55
7.2	Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов на данном участке	56
7.3	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	61
7.4	Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте	63
7.5	Охрана окружающей среды	64
7.6	Чрезвычайные ситуации	65
7.7	Правовые и организационные вопросы безопасности	66

7.8 Заключение	68
8 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	70
8.1 Расчет объема капитальных вложений	70
8.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	74
8.3 Определение затрат на вспомогательные материалы	79
Заключение	85
Список использованных источников	86
Приложение А (Спецификация МКЮ.4У.58.03.100)	
Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	
Приложение В (Технологический процесс)	
Диск CD-R	в конверте на обложке
Графическая часть	На отдельных листах
ФЮРА.МКЮ.4У.58.03.100.092.00.000 СБ Ограждение. Сборочный чертеж	Формат 5-А1
ФЮРА.000001.092.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное	Формат А1
ФЮРА.000002.092.00.000 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000004.092.00.000 ЛП Экономическая часть	Формат А1
ФЮРА.000005.092.00.000 ЛП Карта организации труда	Формат А1

Введение

Широкое применение сварки обусловлено её экономичностью и эффективностью получения неразъемных соединений. Сварка позволяет сократить расход металла, массу конструкций, трудоемкость производственных процессов. Механизация и автоматизация сварочных процессов позволяет увеличить производительность труда, улучшить качество изделий, уменьшить затраты на производство единицы продукции.

Сейчас сварка один из ведущих способов обработки металлов. Имеется большое количество видов сварки: ручная дуговая сварка, сварка под флюсом, сварка давлением, сварка в защитных газах плавящимся и не плавящимся электродом, электрошлаковая сварка и т.д.

Наибольшее распространение получила сварка в смеси защитных газов $Ar+CO_2$ (аргон+углекислый газ), потому что способ имеет высокие технико-экономические показатели, отличается универсальностью и гибкостью. Преимущества заключаются:

- а) комбинирование влияния углекислого газа и аргона;
- б) высокое качество сварных швов;
- в) стабильность сварочной дуги;
- г) возможность сварки тонкостенных изделий;

В данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки и сварки ограждения механизированной крепи МКЮ.4У.58. В ходе проводимой работы надо получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации производства повышающей производительность и условия труда.

В современных условиях сварочному производству необходимо стремиться к массовому использованию высокотехнических и высокоэффективных систем, машин и технологических процессов, которые обеспечивают высокую

механизацию и автоматизацию производства, и рост производительности труда. Это обеспечит лучшее использование рабочей силы, конкурентоспособность на рынке, что является основой современной промышленности

1 Обзор литературы

1.1 Анализ сварочного оборудования для сварки механизированной крепи

Выбор сварочного оборудования для сварки крепи механизированной МКЮ4У.58 является немаловажным пунктом данной выпускной квалификационной работы. В настоящее время на российском рынке достаточно много производителей сварочного оборудования. Лидерами на российском рынке являются зарубежные фирмы ESAB, Lorch, Lincoln Electric. Также российские производители Сварог и Барс. Выбор сварочных аппаратов представлен в таблице 1.1 [1].

Таблица 1.1 Сварочные аппараты

Фирма	Наименование аппарата	Цена, руб	Сварочный ток, А	Диаметр проволоки, мм
ESAB	Mig 500tw	283 076	50...500	0.8...1.6
Lorch	M 3070	191 192	30...400	0,6...1,6
Lincoln Electric	POWERTEC® 365S	125 762	30...350	0,6...1,2
Сварог	TECH MIG 3500	150 770	50...350	0,8
Барс	MIG-507 DT2	121 380	50...500	1...1,6

1.2 Перенос электродного металла при механизированной сварке в среде защитных газов

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

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

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

1.3 Выбор сварочной проволоки для сварки ограждения крепи механизированной из стали 14ХГ2САФД

Легированная высокопрочная износостойкая сталь марки 14ХГ2САФД применяется для конструкций крепей шахт. Аналогичной высокопрочной сталью является «Weldox 700». «Weldox 700» — высокопрочная сталь с минимальным пределом текучести 700 МПа, что обеспечивает уникальное сочетание прочности и вязкости, при этом сталь легко обрабатывается. Для

сварки данной стали применяют сварочную проволоку ОК AristoRod 69. Неомедненная сварочная проволока с уникальной обработкой поверхности ASC (Advanced Surface Characteristics – поверхность с улучшенными характеристиками), предназначенная для сварки высокопрочных сталей с пределом текучести до 700 МПа, таких как DOMEX 700MC, WELDOX 700 (старое название марки ОК AristoRod 13.29). Механические свойства наплавленного металла сварочной проволокой ESAB ОК AristoRod 69 представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 Механические свойства наплавленного металла сварочной проволокой ESAB ОК AristoRod 69

Предел текучести σ_t , Н/мм ²	Предел прочности σ_b , Н/мм ²	Удлинение δ , %	Ударная вязкость KVC, Дж/см ²
Защитный газ - M21 (80%Ar+20%CO ₂)			
730	800	19	125 при + 20°C 88 при - 20°C 69 при - 40°C

Наплавленный металл обладает высокой ударной вязкостью при температурах до -40°C. Параметры сварки проволокой ESAB ОК Aristorod 69 представлена в таблице 1.3. Неомедненная низколегированная хромоникелемолибденовая проволока применяется для сварки низколегированных высокопрочных сталей в среде защитных газов. Обычно сварку производят в смеси Ar / 20 CO₂. Проволока с покрытием ASC рекомендуется механизированной сварки, широко применяется в машиностроении, краностроении, энергетике для сварки напряженных конструкций, работающих при низких температурах. [4].

Таблица 1.3 Параметры сварки проволокой ESAB OK Aristorod 69

Диаметр, мм	Скорость подачи, м/мин	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Кг наплавленного металла/час работы дуги
1.0	2.7-14.7	80-280	18-28	1.0-5.4
1.2	2.7-12.4	120-350	20-33	1.5-6.6
1.6	3.1-8.1	228-480	26-38	3.3-11.6

1.4 Заключение

Основываясь на приведенных выше статьях, выбирается механизированная сварка в смеси газов ($\text{Ar} + \text{CO}_2$), сварочной проволокой ESAB OK Aristorod 69.

2 Объект и методы исследования

2.1 Формулировка проектной задачи

Выпускная квалификационная работа ставит цели соответствие достигнутого выпускником уровня естественнонаучной, социально-экономической, специальной и общепрофессиональной подготовки требованиям государственного стандарта высшего профессионального образования по специальности 150301 «Оборудование и технология сварочного производства».

В процессе выполнения ВКР требуется разработать и спланировать участок сборки и сварки ограждения механизированной крепи горношахтного оборудования, включающей выбор эффективного метода сварки, расчет режимов сварки, техническое нормирование операций, определение состава необходимых элементов производства, расчет и конструирование оснастки. Также разработать экономическую и технологическую части, которые должны способствовать созданию современного и высокоэффективного сварочно-сборочного участка по выпуску продукции, с условием быстрой окупаемости, рентабельности и соответствие другим необходимым условиям.

2.2 Теоретический анализ

Целью теоретического анализа является определение различных путей улучшения производственного процесса изготовления изделия, которые влияют на улучшение технико-экономических показателей.

В результате анализа базового технологического процесса сварки ограждения выявлены некоторые недостатки. Для их устранения предлагается сократить время производственного процесса за счет использования сборочно-сварочного приспособления.

При внедрении данного изменения в технологический процесс, улучшатся технико-экономические показатели, снизится себестоимость изделия, повысится производительность труда, что приведёт к рентабельности данного изделия.

3 Инженерный раздел

3.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов

Изготавливаемое изделие – ограждение. В качестве материала деталей используют сталь 14ХГ2САФД, (свариваемость хорошая, сварные соединения высокого качества, сварка выполняется без применения особых приемов) [5]. Выбор этой стали обусловливается необходимостью очень высокой надежности и прочности. Механические свойства и химический состав этой стали приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 - Механические свойства сталей [5]

Сталь	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %
14ХГ2САФД	550-590	390-430	18

Таблица 3.2 – Химический состав стали [5]

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

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

Для стали 14ХГ2САФД рекомендуются следующие способы сварки: ручная дуговая сварка, механизированная сварка в смеси газа Ar+CO₂ электродной проволокой диаметром 0,5...2,0 мм; автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм; электрошлаковая сварка

проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами [5].

Принимаем сварку плавящимся электродом в смеси газа $\text{Ar} + \text{CO}_2$.

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 ESAB OK AristoRod 69.

Сварочная проволока ESAB OK AristoRod 69 выпускается диаметром (OK AristoRod 13.29) $\varnothing$ 0.8, 1.0, 1.2 и 1.6 мм может быть намотана на кассеты по 15 и 18 кг, а также выпускается в современной системе упаковки ESAB Marathon Pac. Проволока OK AristoRod 69 (OK AristoRod 13.29) могут поставляться на пластиковых катушках по 5 кг (S 200 по EN759), в 18-килограммовых мотках (BS 300, EN 759), не требующих переходника, или в упаковках MarathonPac емкостью 250 кг или 475 кг. Подача из таких упаковок обеспечивает постоянное правильное положение электрода в стыке, что способствует высокому качеству сварки. После полного использования упаковка MarathonPac складывается в плоскую пачку и полностью утилизируется. Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.3 и 3.4.

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны используется смесь $\text{Ar} + \text{CO}_2$. Смесь газов на основе аргона (Ar) и углекислоты (CO_2) используется для электродуговой сварки в среде защитных газов.

Основная область применения такой смеси полуавтоматическая и автоматическая сварка различных металлоконструкций. Наиболее универсальные двухкомпонентные смеси для сварки углеродистых конструкционных и некоторых легированных сталей.

Таблица 3.3 - Химический состав проволоки в процентах ESAB OK AristoRod 69 [4]

Марка проволоки	Химический состав								
	C	Mn	Si	Mo	Ni	Cr	V	S	P
OK AristoRod 69	≤0,10	1,50- 1,80	0,40- 0,70	0,05- 0,12	0,20- 0,30	0,2- 0,4	0,05- 0,10	≤0,015	≤0,015

Таблица 3.4 - Механические свойства металла шва [4]

Марка проволоки	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	KCV Дж/см ²		
				20°C	-20°C	-40°C
OK AristoRod 69	800	730	19	125	88	69

Смесь $Ar + CO_2$ изготавливается из высококачественных компонентов по специальной технологии, основанной на методе определения массы каждого компонента смеси и последовательном взвешивании компонентов в процессе заправки их в баллон на высокоточных весах. Смесь соответствует всем необходимым требованиям ГОСТ Р ИСО 14175-2010. Поставляется в баллонах под газовую смесь под давлением (150 ± 5) кгс/см² [6].

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 понимается отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [7].

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы:

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

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

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

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

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

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14ХГ2САФД:

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

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

3.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки

При сварке в CO_2 наблюдается повышенное сравняя с другими способами сварки разбрызгивание электродного металла. Некоторая часть капель расплавленного металла, вылетающих из зоны сварки, прилипает либо сплавляется со свариваемой деталью, соплом горелки и токоподводящим мундштуком. Налипание капель на поверхность сопла и токоподводящего мундштука может нарушить равномерную подачу электродной проволоки, ухудшить газовую защиту, поэтому необходимо периодически чистить сопло и токоподводящий мундштук от брызг.

Значительному снижению разбрызгивания электродного металла способствует аргон. Он 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.

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.

Температура сварочной ванны является основным параметром, который определяет направление и интенсивность физико-химических процессов в ней. При сварке в CO_2 тепловые характеристики дуги возрастают, что объясняется от части повышением доли теплоты, выделяющейся в результате химических реакций, и некоторым напряжением дуги. При высокой температуре дуги происходит реакция

диссоциации CO₂:



С повышением температуры увеличивается количество тепла, вводимого в изделие, что способствует снижению скорости охлаждения [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 CO₂ плавящимся электродом в зоне высоких температур происходит разложение CO₂ по реакции:



Окисление металла происходит по реакции:



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



При сварке в CO₂ 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 оксида углерода при сварке углеродистых сталей предотвращается, если металл шва содержит углерод до 0,12-0,14 %, а марганец не ниже 0,5-0,8 %. 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 - марганцевых электродных проволок ESAB AristoRod 69, 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 процентов массы наплавленного металла [8].

Конструктивные элементы подготовки кромок, типы сварных швов и их размеры при сварке в $\text{Ar} + \text{CO}_2$ должны соответствовать ГОСТ 14771-76. Основной металл до сборки в местах сварки должен быть очищен от ржавчины, масла, влаги и других загрязнений [8].

3.3 Расчёт режимов сварки

Расчёт режима дуговой сварки.

Параметры режима дуговой сварки в смеси газов плавящимся электродом следующие:

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

Сварка механизированная, выполняется проволокой Esab AristoRod 69, в нижнем положении. Соединение нахлесточное типа Н1 с катетом 15 мм.

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по известной площади наплавленного металла соответствующего прохода (корневого и заполняющего), мм [9];

$$d_{эni} = K_d \cdot F_{Hi}^{0,625} \quad (3.8)$$

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

Ориентировочно площадь корневого и заполняющего проходов при положении шва принимаем $F_{HK}=10 \text{ мм}^2$ и $F_{HЗ}=20 \text{ мм}^2$.

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

$$F_{HO} = 0,6 \cdot K^2 \quad (3.9)$$

$$F_{HO} = 0,6 \cdot 15^2 = 135 \text{ мм}^2$$

Определим общее количество проходов [4]:

$$n_{по} = \frac{F_{HO} - F_{HK}}{F_{HЗ}} + 1 = \frac{135 - 10}{20} + 1 = 6,25. \quad (3.10)$$

Принимаем $n_{по} = 7$.

Уточним площадь $F_{HЗ}$ с учетом количества проходов:

$$F'_{HЗ} = \frac{F_{HO} - F_{HK}}{n_{по} - n_{пк}} = \frac{135 - 10}{7 - 1} = 20,8 \text{ мм}^2, \quad (3.11)$$

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

$$d_{ЭПК} = (0,184 \dots 0,326) \cdot F_{HK}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 10^{0,625} = 0,78 \dots 1,37 \text{ мм}, \quad (3.12)$$

$$d_{ЭПЗ} = (0,184 \dots 0,326) \cdot F_{HЗ}^{0,625} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 20,8^{0,625} = 0,99 \dots 2,72 \text{ мм}. \quad (3.13)$$

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

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

$$V_{СК} = \frac{8,9 \cdot d_{ЭПК}^2 + 50,6 \cdot d_{ЭПК}^{1,5}}{F_{HK}} = \frac{8,9 \cdot 1,2^2 + 50,6 \cdot 1,2^{1,5}}{10} = 7,93 \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (3.14)$$

$$V_{сз} = \frac{8,9 \cdot d_{ЭПЗ}^2 + 50,6 \cdot d_{ЭПЗ}^{1,5}}{F'_{НЗ}} = \frac{8,9 \cdot 1,62^2 + 50,6 \cdot 1,2^{1,5}}{20,8} = 4,32 \frac{\text{мм}}{\text{с}}. \quad (3.15)$$

$$\text{Принимаем } V_{СК} = 8 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 28,8 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad V_{сз} = 5 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 18 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

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

$$V_{ЭПК} = \frac{4 \cdot V_{СК} \cdot F_{HK}}{\pi \cdot d_{ЭПК}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 8 \cdot 10}{\pi \cdot 1,2^2 \cdot (1 - 0,1)} = 78,6 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 283 \frac{\text{м}}{\text{ч}}, \quad (3.16)$$

$$V_{ЭПЗ} = \frac{4 \cdot V_{сз} \cdot F_{НЗ}}{\pi \cdot d_{ЭПЗ}^2 \cdot (1 - \psi_p)} = \frac{4 \cdot 5 \cdot 20,8}{\pi \cdot 1,2^2 \cdot (1 - 0,1)} = 102,2 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 367,92 \frac{\text{м}}{\text{ч}} \quad (3.17)$$

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

$$\begin{aligned} I_{СК}^{0(+)} &= d_{ЭПК} \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_{ЭПК} \cdot V_{ЭПК} + 145150} - 382 \right) = \\ &= 1,2 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 78,6 + 145150} - 382 \right) = 178,7 \text{ А}, \end{aligned} \quad (3.18)$$

$$\begin{aligned} I_{сз}^{0(+)} &= d_{ЭПЗ} \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot d_{ЭПЗ} \cdot V_{ЭПЗ} + 145150} - 382 \right) = \\ &= 1,2 \cdot \left(\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 102,2 + 145150} - 382 \right) = 186,3 \text{ А}. \end{aligned} \quad (3.19)$$

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

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

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_{СК} = 178,7 \cdot 1,1 = 196,6 \text{ А}$$

$$I_{сз} = 186,3 \cdot 1,1 = 204,9 \text{ А}.$$

Принимаем $I_c = 190 - 210 \text{ А}$.

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

$$U_C = 14 + 0,05 \cdot I_C, \quad (3.20)$$

$$U_{CK} = 14 + 0,05 \cdot 190 = 24 \text{ В},$$

$$U_{C3} = 14 + 0,05 \cdot 210 = 25 \text{ В}.$$

Расход защитного газа CO_2 для соответствующих проходов [9]:

$$q_{зг} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_C^{0,75}, \quad (3.21)$$

$$q_{згк} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 190^{0,75} = 0,168 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 10,8 \frac{\text{л}}{\text{мин}},$$

$$q_{згз} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 210^{0,75} = 0,182 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 10,9 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$

Аналогично провели расчёт режимов сварки остальных швов, полученные результаты сводим в таблицу 3.5.

Таблица 3.5 - Режимы сварки ограждения в смеси $Ar + CO_2$ [9]

№ шва	Тип шва	Катет шва, мм	Диаметр проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Количество проходов	Расход газа, л/мин
1	2	3	4	5	6	7	8
1	H1	15	1,2	190...210	24...25	7	11

Продолжение таблицы 3.5

2	T1	5	1,2	240...260	25...27	1	14...16
3	T1	10	1,2	200...280	25...28	5	11...13
4	T1	12	1,2	220...250	25...27	3	11...12
5	T1	14	1,2	220...250	25...27	4	11...12
6	T1	18	1,2	200...270	25...28	5	11...13
7	T3	12	1,2	200...270	25...28	5	11...12
8	T3	14	1,2	220...270	25...27	4	11...12
9	H1	3	1,2	200...260	24...27	1	11...13
10	T7		1,2	200...280	24...28	3	11...14
11	T6		1,2	240...250	24...27	2	11...13
12	У4	15	1,2	200...260	24...27	4	11...14
14	У6		1,2	240...250	24...27	9	11...13
15	T9		1,2	200...230	24...26	3	11...13
16	T1		1,2	200...270	24...28	3	11...13
18	T3		1,2	200...230	24...26	5	11...13
19	Нест.		1,2	200...230	24...26	4	11
20	Нест.		1,2	200...240	24...26	3	11...12
21	Нест.		1,2	200...270	24...28	5	11...13
22	Нест.		1,2	200...270	24...28	5	11...13
23	Нест.		1,2	200...270	24...28	5	11...13
24	Нест.		1,2	200...280	24...28	5	11...14
25	Нест		1,2	200...280	24...28	5	11...14

4 Технологическая часть

4.1 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 [10].

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 переменноточных 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 [10].

На основании вышеизложенных характеристик, учитывая, что годовая программа выпуска продукции составляет $N = 250$ штук, а масса ограждения равна 1792 кг, заключаем, что проектируемое сварочное производство относится к типу серийного.

4.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции

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

После этого производят сборку и сварку узлов №1, №2 (зеркальное отображение узла №1), №3, №4 (зеркальное отображение узла №3) и два узла №5. Производится прихватка в порядке установки, проводится сварка в среде защитных газов.

Далее на приспособление устанавливают верхний лист поз. 6, узлы №1, №2, №3, №4 и две проушины поз. 12, в которые устанавливают две трубы поз. 2. Затем устанавливают стенку заднюю поз. 39, четыре проушины поз. 51 и два узла №5. Далее устанавливают по месту ребро поз. 22, два ребра поз. 43 и ребро поз. 19. После устанавливают два ребра поз. 28, два ребра поз. 21, переднее ребро поз. 20, четыре упора поз. 44, два кожуха поз. 48. Производится прихватка в порядке установки, проводится сварка в среде защитных газов.

Далее устанавливают четыре проушины поз. 37, четыре проушины поз. 38, два ребра поз. 27, два ребра поз. 40, два ребра поз. 41 и лист подкладной поз. 23 и поз. 24. Производится прихватка в порядке установки, проводится сварка в среде защитных газов.

Затем устанавливают по месту два кожуха поз. 36, два листа гнутых поз. 17 и поз. 18, лист гнутый поз. 26, лист нижний поз. 25 и бирку поз. 63. Производится прихватка в порядке установки, проводится сварка в среде защитных газов. При подгонке деталей газовой резкой восстанавливают геометрию свариваемых кромок и зачищают механическим способом до удаления грата и окалина с кромок.

После устанавливают четыре замка поз. 50, проушину поз. 57, две проушины поз. 58, три скобы грузовые поз. 3, ребро поз. 47 и ребро поз. 49.

Далее собирают узел №6(детали поз. 45 и поз. 46). После устанавливают элементы укрепления коммуникации.

Технологичность сварных конструкций - одно из главных условий ускорения научно-технического прогресса в сварочном производстве, снижение металлоёмкости и энергоёмкости, себестоимости, повышения их качества и надёжности.

Технологичной считается конструкция, обеспечивающая наиболее простое, быстрое и экономичное изготовление при обязательном соблюдении необходимых условий прочности, устойчивости, выносливости и других эксплуатационных качеств, т.е. в которой соблюдается соответствие прогрессивных конструктивных решений передовым технологическим возможностям производства

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 сборочных и сборочно-сварочных приспособлений позволяет до минимума сократить потери рабочего времени на установку и кантовку при сварке. Это позволяет снизить трудоёмкость и длительность производственного процесса.

4.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального

Технологический процесс — это последовательность взаимосвязанных операций.

В базовом и предлагаемом вариантах технологического процесса работы, связанные с нагрузками, выполняются при помощи кран-балки.

В исходном варианте сборочные операции проводились на сборочных плитах. В предлагаемом сборка ограждения осуществляется на сборочном приспособлении, в котором используются механические прижимы, пневматические цилиндры и упоры,

которые помогают обеспечить точность

Все сварочные операции производятся на сборочно-сварочном приспособлении.

Слесарные операции в базовом выполняют на сборочной плите. В предполагаемом варианте все слесарные операции выполняются по месту на сборочно-сварочном приспособлении.

4.4 Техническое нормирование операций

Нормирование труда является неотъемлемой частью организации оперативного планирования и организации оплаты труда. На основе норм затрат труда рассчитывается загрузка оборудования, производственной мощности, каждого рабочего места участка, цеха, предприятия [12].

Норма штучного времени $T_{ш}$, мин, для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [12]:

$$T_{ш} = (T_{н.ш.к} \cdot L + t_{ви}) \cdot K_n, \quad (4.1)$$

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

L - длина свариваемого шва по чертежу, м;

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

Неполное штучно-калькуляционное $T_{ншк}$ определяется по формуле [12]

$$T_{н.ш.к} = (T_0 + t_{ви}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обсл} + a_{от.л} + a_{п-з}}{100}\right) \quad (4.2)$$

где T_0 - основное время сварки, ч;

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

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

Для механизированной сварки в смеси газа плавящимся электродом

сумма коэффициентов ($a_{\text{обсл}} + a_{\text{отл}} + a_{\text{п-з}}$) составляет 28,8 % [12].

Основное время для механизированной сварки в смеси газа определяется по формуле [12]:

$$T_o = \frac{F \cdot \gamma \cdot 60}{I \cdot \alpha_n} \quad (4.3)$$

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

I - сила сварочного тока, А;

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

α_n - коэффициент наплавки, г/(А·ч).

Для примера определим норму времени согласно операции 035 технологического процесса сборки и сварки ограждения.

Исходные данные:

- а) марки сталей: 14ХГ2САФД;
- б) марка электродной проволоки: ESAB OK AristoRod 69;
- в) шов № ГОСТ 14771-76 Т1-Δ10;
- г) длина шва - 1072 мм;
- д) положение шва нижнее;
- е) площадь поперечного сечения наплавленного металла шва $F=77,2$ мм²;
- ж) коэффициент наплавки для сварочной проволоки при механизированной сварке легированных сталей в среде $\text{Ar} + \text{CO}_2$, $\alpha_n = 15$ г/(А·ч) [12].

- з) из расчёта режима сварки принимаем величину сварочного тока $I=200\text{А}$.

При сварке в среде углекислого газа $K_{\text{шт}}=1$. Определяем основное время сварки по формуле [12]:

$$T_o = \frac{77,2 \cdot 7,8 \cdot 60}{260 \cdot 15} = 9,264 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле (4.2), с учётом того, что $t_{\text{вшт}}$ согласно картам составляет 0,5 мин.

$$T_{н.ш.к} = (9,264 + 0,5) \cdot \left(1 + \frac{28,8}{100}\right) = 10,05 \text{ мин.}$$

Норму штучного времени определяем по формуле (4.1) с учётом того, что $t_{ви}$ согласно картам 78-85 [9] равен 1,03 мин.; $K_{п} = 1,2$ согласно карте 87-91, то:

$$T_{шт} = (10,05 \cdot 1,072 + 1,03) \cdot 1,2 = 14,16 \text{ мин.}$$

В предлагаемом технологическом процессе время сборки сокращается за счет использования приспособления ФЮРА 000001.092.00.000 СБ

Проведем расчет норм времени для предлагаемого и базового технологического процесса, результаты сведем в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 - Нормы времени на изготовление ограждения

№ опер.	Базовый техпроцесс		Предлагаемый техпроцесс	
	Наименование операции	$T_{шт}$, мин	Наименование операции	$T_{шт}$, мин
005	Комплектовочная	-	Комплектование	-
010	Слесарно-сборочная	33	Слесарно-сборочная	52,2
015	Сварка	46,2	Сварка	13,8
020	Сварка	220,8	Сварка	220,8
025	Слесарно-сборочная	105	Слесарно-сборочная	82,8
030	Сварка	96	Сварка	96
035	Сварка	2319	Сварка	2319
040	Контроль		Контроль	
045	Слесарно-сборочная	21	Слесарно-сборочная	16,8
050	Сварка	36	Сварка	10,8
055	Сварка	936	Сварка	936
060	Контроль		Контроль	

Продолжение таблицы 4.1

065	Слесарно-сборочная	48	Слесарно-сборочная	37,8
070	Сварка	34,2	Сварка	34,2
075	Сварка	903	Сварка	903
080	Слесарная	25,2	Слесарная	25,2
085	Обработка резанием		Слесарно-сборочная	19,2
090	Слесарная	10,2	Сварка	25,2
095	Слесарно-сборочная	15	Сварка	63
100	Сварка	25,2	Слесарно-сборочная	12,6
105	Сварка	63	Сварка	25,2
110	Слесарно-сборочная	15,6	Сварка	264
115	Сварка	25,2	Слесарная	258
120	Сварка	264	Контроль ЦЗЛ	
125	Слесарная	256	Контроль	
130	Контроль ЦЛЗ	-		
135	Контроль	-		
Итого:	5497,6		5348,4	

4.5 Выбор технологического оборудования

Пост для механизированной сварки в $\text{CO}_2 + \text{Ar}$ состоит из сварочного полуавтомата, подача газа осуществляется из баллонов.

Параметры режимов сварки, рассчитанные в ходе выпускной работы, дают установить требования к оборудованию для данной сварной конструкции. Для выбора рационального оборудования служат следующие принципы:

- а) техническая возможность использования оборудования
- б) высокая эксплуатационная надежность, простота обслуживания
- в) низкое потребление электроэнергии

- г) наименьшие габаритные размеры оборудования;
- д) высокий КПД;
- ж) минимальный срок окупаемости.

В базовом технологическом процессе применялось оборудование ESABMig 500tw, в целях экономии было решено оставить оборудование, используемое в базовом техпроцессе. Характеристики сварочного оборудования представлены в таблице 4.2

Таблица 4.2 - Характеристики сварочного оборудования ESABMig 500tw [13]

Напряжение сети В/Гц	400-415/50
Предохранитель, А	35
Напряжение холостого хода, В	53-60
Максимальный сварочный ток при ПВ 60%, А	500
Максимальный сварочный ток при ПВ 100%, А	400
Диапазон тока, А	50-500
Вес, кг	235

4.6 Контроль технологических операций

Важнейшей проблемой в области сварки является обеспечение высокого качества сварки.

Качество сварных соединений определяет эксплуатационную надежность экономичность и технологичность сварного изделия [14].

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

По ГОСТ 30242-97 дефекты при сварке металлов плавлением образуются вследствие нарушения требований нормативных документов к сварочным

материалам, подготовке, сборке и сварке соединяемых элементов, термической и механической обработке сварных соединений и конструкции в целом.

Дефекты бывают наружные, внутренние и сквозные.

В настоящем стандарте дефекты классифицированы на шесть следующих групп:

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

Дефекты бывают допустимые и недопустимые. Допустимые дефекты и их размеры указываются в стандартах или технических условиях на данный вид изделия.

При осуществлении контрольной операции готовой сборочной единицы контролю подлежит:

- 100% осмотр сварных швов (ВИК – визуально – измерительный контроль);
- контроль размеров сварных швов (выборочно);
- контроль МПД (магнитно-порошковая дефектоскопия) согласно указаниям в конструкторской документации;
- измерение линейных размеров;
- проверка соосности. [15].

Сварные соединения осматривают невооружённым глазом или с помощью лупы при хорошем освещении; обмер проводят с помощью измерительных инструментов, например, линейки и шаблонов, например, катетометров, УШС и т.п.

Данные меры обеспечат хорошее качество изделия. Применение способов

борьбы с деформациями и напряжениями нецелесообразно, так как это приведёт к неоправданному удорожанию изделия. На участке сборки и сварки ограждения крепи механизированной МКЮ.4У.58 используются следующие методы контроля качества: визуальный и измерительный контроль (контроль наличия непроваров, прожогов, трещин), с применением катетометров, шаблонов, луп, осуществляется по РД 03-606-03, а также капиллярный контроль (метод красок) осуществляемый по ГОСТ 18442-80.

Перечень стандартного инструмента и вспомогательного материала, применяемого при контрольных операциях:

- линейка 300 – 1000	ГОСТ 427 – 75;
- угольник УП – 1 (Н = 160 – 1000 мм)	ГОСТ 3749 – 77;
- рулетка ЗПК – 2 (L = 2 – 10 м)	ГОСТ 7502-98;
- линейка поверочная ШД (L = 1600 – 4000 мм)	ГОСТ 8026-92;
- угломер	ГОСТ 5378 – 88;
- штангенрейсмас ШР (L = 50 – 160 мм)	ГОСТ 164 – 90;
- штангенциркуль ШЦ – II – 250	ГОСТ 166 – 89;
- лупа 4 – 7 ^x	ГОСТ 25706 – 83;
- керосин	ГОСТ 10227-2013;
- мел	ГОСТ 4415 – 75.

4.7 Разработка технической документации

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

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда,

обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [16].

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.

Документация производственных технологических процессов сборки и сварки ограждения представлена в приложении А к пояснительной записке.

5 Конструкторская часть

5.1 Общая характеристика механического оборудования

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

При выполнении сборочных операций во время изготовления сварных конструкций, необходимо обеспечить точное взаимное расположение деталей собираемого изделия. Во время сборки рационально использовать упоры и прижимы.

Основными требованиями к сборочно-сварочным приспособлениям:

- а) полный, свободный доступ к деталям, входящим в изделие;
- б) обеспечение минимального числа кантовок изделий;
- в) безопасность во время работы;
- г) прочность и жесткость приспособления.

В проектируемом участке предлагается использовать кран-балку, являясь легким мостовым краном, позволят поднимать и перемещать грузы вдоль пролета. Перемещение производится за счет электродвигателя, управляется с помощью пульта управления. Применение кран-балки позволит обеспечить высокую механизацию транспортных операций.

5.2 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Важной и наиболее эффективной областью в развитии технического прогресса является комплексная механизация и автоматизация сварочных процессов. Особенностью этого производства является резкая диспропорция

между объемами основных и вспомогательных операций. Сварочные работы по интенсивности труда составляют только 25-30% от общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходится на сборку, транспортировку и разные вспомогательные операции, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью механического сварочного оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, они могут характеризоваться показателем 70-75% всего комплекса цехового оборудования [17].

В данной ВКР в базовом технологическом процессе используются сборочные плиты для сборки и сварки ограждения. В предлагаемом технологическом процессе используется приспособление ФЮРА.000001.092 СБ которое состоит из рамы, на которой добавлены упоры под размер изделия, вертикально зажимные устройства, пневматический прижим, а также валы и гребенки приспособления, которые позволяют отказаться от приварки технологических распорок.

5.3 Работа сборочно-сварочных приспособлений

Приспособление ФЮРА.000001.092.00.000СБ предназначено для сборки и сварки основания. Приспособление состоит из рамы, одного пневмоприжима и четырех вертикально зажимных устройств, упора, осей и штырей приспособления. Узлы фиксируются при помощи вертикально зажимных устройств, пневмоприжима, упора, гребенки, и осей. Производят прихватку и сварку установленных деталей, после чего открепляют.

6 Пространственное расположение производственного процесса

6.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Для рационального размещения в пространстве производственного процесса и основных элементов производства необходимых для этого процесса, требуется разработка плана и разрезов проектируемого цеха [18].

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.

Сборочно-сварочные цехи обычно включают следующие помещения и отделения:

1. производственные отделения: все помещения, связанные с металлом, могут содержать участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, сварки, слесарно-механический, штамповочной, очистки металла и т.д.

2. вспомогательные отделения: включают различные склады: цеховой склад металла, промежуточный склад, склад готовой продукции, межоперационные складочные участки и места; кладовые электродов, проволоки, флюсов, баллонов с газами, приспособлений, инструмента, а также мастерские ремонта, изготовления шаблонов и т.п.

3. административно - конторские и бытовые помещения: гардероб, умывальные, уборные, душевые, буфет, комната отдыха, контора цеха, медпункт[7].

Проектируемый в составе завода сборочно-сварочный цех является как потребителем продукции заготовительных обрабатывающих цехов и складов завода, так и поставщиком своей продукции для цехов окончательной отделки изделий. Отсюда следует, что между сборочно-сварочным цехом и другими

цехами и сооружениями имеется производственная связь, необходимая для выполнения производственного процесса заданной продукции по заводу.

При проектировании завода, цехов и отдельных участков необходимо стремиться к прямоточности всех производственных связей между цехами, складами и сооружениями, и к недопущению возвратных перемещений.

6.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

Размещение цеха и всех его отделений, участков и вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно удовлетворять всем требованиям процессов, которые подлежат выполнению в каждом из этих отделений.

Требования устанавливаются в соответствии с особенностями данных сварных изделий и соответствующих выбранных способов изготовления; особенностями типа производства и форм его осуществления; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [18].

6.3 Планировка заготовительных отделений

Заготовительные отделения располагают в продольных пролетах сборочно-сварочного цеха. 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:

а) из общего количества различных сортов металла, подлежащего обработке в заготовительном отделении, выделяют группы сходных

сортаментов, поддающихся обработке на одинаковых группах станков;

б) общее количество станков различных типоразмеров подразделяют на количество групп, равное установленному выше количеству групп подлежащих обработке сортаментов металла;

в) 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 [18].

В случае если при планировке заготовительного отделения требуемое число пролетов получается меньше установленного количества пролетов для сборочно-сварочного цеха, площадь не занятых заготовительным отделением используется для вспомогательных производств [18].

6.4 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков

При разработке плана отделений узловой и общей сборки и сварки очень важно определить требуемое количество пролетов и их размеров – длины, ширины высоты. Данные параметры, принимаются приближенно и требуют уточнения во время подробной разработки технологического плана, учитывая рекомендуемые размеры пролетов по нормам технологического проектирования.

Уточнением данных параметров плана отделений сборки и сварки, во время детального проектирования, служит последовательное размещение расчетного количества оборудования, приспособлений, и других рабочих мест. При этом необходимо достигнуть наилучшего использования грузоподъемности транспортных средств и обеспечить прямоточность производства.

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 [18].

После завершения расчетов и расстановки, исходя из указанных выше соображения 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

6.5 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.

Перечень этих помещений, а также расчетные нормы требуемой площади для данного участка сборки и сварки балки левой крана представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 –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 место	Один стол на каждого сотрудника	-	4х3
Гардеробные	Индивидуальный шкаф 0,35х0,5 м	Один шкаф на каждого работающего по списочному составу	0,18	0,43х15
Уборные	Кабина 1,2х0,9 м Шлюз (тамбур)	При максим. явочном числе работающих в смену до 20 чел.	1,08 -	3,06х8 6,8
Душевые	Кабина 0,9х0,9 м	Одна кабина на каждые 10 явочных рабочих	0,81	1,62х2
	Место для переодевания 0,7х0,5 м	Три места на каждую кабину	0,35	1х6
	Тамбур	Между душевой и раздевальной один тамбур	-	4
Помещения для приема пищи	Комната	1 м ² /чел. По явочному составу	-	1х8

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 большом расстоянии от уборных [19].

6.6 Расчет необходимого количества производственного оборудования

Необходимое количество оборудования определяем по формуле:

$$C_p = N_r \cdot T_{ш} / F_d, \quad (6.1)$$

где N_r —годовая программа выпуска изделия, $N_r=250$ шт.;

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

F_d —действительный годовой фонд работы оборудования, ч.;

$F_d=3760$ ч [11].

Определяем необходимое количество производственного оборудования.

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

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле

$$K_z = C_p / C_n \cdot 100\%, \quad (6.2)$$

где C_p - расчетное количество оборудования, шт.;

C_n - принятое количество оборудования, шт.

Определим требуемое количество сварочного оборудования:

$$C_p = \frac{250 \cdot 5348,8}{3760 \cdot 60} = 6,18.$$

Для обеспечения каждого рабочего места сварочным оборудованием, принимаем количество оборудования равное $C_p=7$

Далее определим коэффициент загрузки

$$K_z = 6,18 / 7 \cdot 100\% = 88,4\%.$$

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

В данной выпускной квалификационной работе в качестве объекта исследования выступает участок сборки-сварки ограждение крепи механизированной МКЮ.4У.58.

Процесс сварки ведется механизированным способом в среде смеси газов Ar+CO₂.

Механизированная сварка производится с использованием сварочного полуавтомата ESABMig 500tw .

Все работы выполняются на участке площадью $S=326,96 \text{ м}^2$. В целях пожарной безопасности цех оснащен запасным выходом и системой пожарной сигнализации. Стены цеха выполнены из негорючих железобетонных блоков (в соответствии со СНиП 21-01-97), окрашенных в светлые тона.

Сварочные материалы: проволока ESAB OK AristoRod 69, защитный газ – смесь Ar и CO₂ в соотношении 80% и 20%. Основные материалы – сталь марки 14ХГ2САФД. Перемещение деталей и сборочных единиц в границах участка производят кран-балкой грузоподъемностью 5 т, в пределах пролета – краном мостовым грузоподъемностью 10 т. На случай пожара цех оснащен запасным выходом.

Используется слесарный инструмент: молоток ($m = 2 \text{ кг}$) ГОСТ 2310 - 77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002, стальная щетка.

На проектируемом участке при выполнении технологического процесса существует возможность воздействия следующих вредных и опасных факторов:

запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны, ультрафиолетовое излучение, инфракрасное и тепловое излучение сварочной дуги и сварочной ванны, шум, психофизическая нагрузка на рабочего, опасность поражения электрическим током, локальная вибрация, движущиеся механизмы и оборудование.

7.2 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

Данный фактор определяется и регламентируется ГОСТ Р 54578-2011 «Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. Общие принципы гигиенического контроля и оценки воздействия».

При сварке в зону дыхания работающих могут поступать сварочные аэрозоли, содержащие в составе твёрдой фазы окислы различных металлов (марганца, хрома, никеля, меди, алюминия, железа и др.), их оксиды и другие соединения, а также токсичные газы (окись углерода, озон, фтористый водород, окислы азота и т.д.). [20]

Данные об интенсивности выделения сварочной пыли и основных ее компонентов на участке сборки и сварки представлены в таблице 7.1

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

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. [20]

Таблица 7.1 Данные об интенсивности выделения сварочной пыли и основных ее компонентов на участке сборки и сварки (по данным ЦСЭЛ ООО «Юргинский машзавод» на 20.01.16 г.)

Выделение сварочной пыли		Выделение компонентов сварочной пыли, мг/мин.						
г/кг	г/мин	Фторидов г/кг	Si	Fe	Mn	Cr	Mo	Ti
наплавоч ных материало в								
35,1	2,2	0,16	68,0	1208,0	145,2	-	18,0	23,0

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

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. [20]

Для защиты органов дыхания, необходимо использовать средства индивидуальной защиты, к которым относятся респираторы. На данном участке сборки и сварки применяют респиратор «Лепесток» ГОСТ 12.4.028–76, который защищает органы дыхания от пылевых аэрозолей. А также каждое рабочее место оборудуется вытяжной вентиляцией, которая производит отбор загрязненного воздуха из рабочей зоны. Подвижность воздуха в зоне сварки должна быть $0,2 \div 0,5$ метров в секунду.

Основным средством от повышенной запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны является применение приточно – вытяжной вентиляции.

Согласно требований СП 1009-73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов» многопролетных зданиях с целью предотвращения перетекания сварочного аэрозоля в помещения, где сварка не производится, пролеты вдоль линии раздела должны иметь перегородки, не доходящие до уровня пола на 2,5 м. При работе, связанной с применением защитных газов, обшивку по всему периметру не должна доходить до пола на расстояние 300 мм.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой, приближено к источнику выделений.

Тепловые излучения (инфракрасное и ультрафиолетовое излучение).

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей.

Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию.

Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

В зависимости от длины волны изменяется проникающая способность инфракрасного излучения. Наибольшую проникающую способность имеет коротковолновое инфракрасное излучение (0,76-1,4 мкм), которое проникает в ткани человека на глубину в несколько сантиметров. Инфракрасные лучи длинноволнового диапазона (9-420 мкм) задерживаются в поверхностных слоях кожи.

На проектируемом участке сборки и сварки ограждения крепи, механизированной источниками ультрафиолетового и инфракрасного излучения, является сварочная дуга, а также источником инфракрасного излучения является расплавленная сварочная ванна и свариваемые детали.

«Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях» (СН 4557-87) регламентируют данный производственный фактор.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. Рекомендуется использование светофильтров из темного стекла ЭЗ, С4.

Шум

Параметры шума на рабочих местах определены санитарными нормами СН2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в жилых помещениях, общественных зданиях и на территории жилой застройки». Допустимый уровень звукового давления на участке при эксплуатации оборудования составляет: 74÷99 дБ, что является нормой и не требует специальных средств защиты.

Источниками шума на участке сборки и сварки корпуса коронки являются: полуавтомат ESABMig 500 tw; сварочная дуга; слесарный инструмент; работа электродвигателя кран – балки и крана мостового. На проектируемом участке уровень шума составляет 65...80 дБ при норме 85 дБ.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противοшумные наушники по ГОСТ Р 12.4.255-2011

На данном участке используем виброизолирующие основания серии 3.901.1-17 для защиты от шума вентиляционного оборудования, вентиляторы установлены в отдельные звукоизолирующие помещения, вынесенные за пределы цеха.

Вибрация

Вибрация относится к факторам, обладающим высокой биологической активностью. Выраженность ответных реакций обуславливается главным образом силой энергетического воздействия и биомеханическими свойствами человеческого тела как сложной колебательной системы.

Согласно ГОСТ 12.1.012-2004 риск, сопутствующий работе виброактивных машин, должен быть снижен до минимально возможного, а вибрационная характеристика такой машины должна быть указана в сопроводительных документах.

Согласно ГОСТ30873.4 вибрация в каждом из направлений оказывает одинаково вредное воздействие на оператора. Поэтому измерения необходимо проводить во всех трех направлениях.

Гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасными механизмами и оборудованием ГОСТ 12.1.012-2004 "ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования". Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.556-96 "Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий".

На данном производственном участке вибрацию создает ручная шлифовальная пневматическая машина ИП 2002, применяемая для зачистки деталей от брызг сварки. Вибрация в данном случае – локальная, т.е. воздействующая на отдельные части организма.

Согласно требованиям СН 2.2.4/2.1.8.556 – 96 предельно допустимые величины нормируемых параметров производственной локальной вибрации при длительности вибрационного воздействия 480 мин (8 ч) виброускорения – от 1,4 м/с до 89 м/с. Работа в условиях воздействия вибрации с уровнями, превышающими настоящие санитарные нормы более чем на 12 дБ (в 4 раза) по интегральной оценке или в какой-либо октавной полосе, не допускается.

Движущиеся механизмы

На участке применяются: кран-балка (грузоподъемностью 1,0 т·с), кран мостовой (грузоподъемностью 5 т·с), автотранспорт, то есть имеется опасность нанесения вреда человеку движущимися и вращающимися частями машин.

Опасность представляют грузы, перемещаемые с помощью стропа.

В качестве защиты необходимо проводить регулярный инструктаж рабочих по технике безопасности, все движущиеся механизмы должны быть аттестованы.

Проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м; при эксплуатации подъемно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов.

При эксплуатации шлифовальной машины — защитный кожух на шлифовальном круге.

7.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380В. Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003 – 81.

На проектируемом участке применяются искусственные заземляющие устройства, которые состоят из заземлителей и заземляющих проводников. Заземлители представляют собой стальные трубы диаметром 50...70 мм с толщиной стенок 3...5 мм либо стержни из угловой стали размером 50x50x5 мм,

забиваемые в землю на глубину 2...2,5 м с шагом, равным их длине, так, чтобы их верхние части были под поверхностью земли на глубине 0,5...0,8 м.

Количество заземлителей 7 шт. Сопротивление заземляющих устройств не должно превышать 4 Ом.[20]

Термические ожоги.

Термические ожоги возникают вследствие непосредственного контакта с раскаленным металлом сварочной ванны, электрической дугой и пламенем газовой горелки. Для предотвращения термических ожогов кожного покрова необходимо использовать индивидуальные средства защиты.

Маска из фибры защищает лицо, в соответствии ГОСТ Р 12.4.238-2007 шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда – 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, исключаящие попадание искр и капель расплавленного металла ГОСТ 12.4.250-2013.

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы со специальной противопожарной пропиткой ГОСТ 12.4.010.2013.

Согласно требований СП 1009-73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов» для защиты от лучистой энергии рабочих, не связанных со сваркой, наплавкой или резкой металлов, сварочные посты должны ограждаться экранами из негорючих материалов высотой не менее 1,8 м.

Пожаровзрывобезопасность.

Пожаровзрывобезопасность производства определяется показателями пожаровзрывоопасности веществ и материалов и их агрегатным состоянием. К этим показателям относится группа горючести, температура вспышки, воспламенения и самовоспламенения, условия теплового самовозгорания.

Участок сборки и сварки относится к категории В (пожароопасный).

7.4 Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте

Согласно СНиП 23 - 05 – 95 "Естественное и искусственное освещение" для проектируемого участка освещенность рабочей зоны должна быть не менее 500-700 лк. На проектируемом участке освещение комбинированное естественное, то есть осуществляемое через окна в наружных стенах (боковое освещение) и через фонарь (верхнее освещение). Также предусмотрено искусственное освещение газоразрядными лампами, используемое при недостаточном естественном освещении в темное время суток.

Световой поток светильника определяется по формуле: [21]

$$\varphi = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta} \quad (7.1)$$

где E- заданная минимальная освещенность, Лк;

K_3 - коэффициент запаса;

S- освещаемая площадь, м²;

Z- коэффициент минимальной освещенности;

η - коэффициент использования светового потока

E= 500Лм; $K_3=1,8$; S= 326,96 м²; Z=1,5; $\eta=0,48$; $\varphi = 33000\text{Лм}$.

$$N = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{\varphi \cdot \eta} \quad (7.2)$$

$$N = \frac{500 \cdot 1,8 \cdot 326,96 \cdot 1,5}{33000 \cdot 0,48} = 28 \text{ шт}$$

Принимаем светильники типа ОД с лампой ДРЛ-750, $\phi = 33000$ Лм.

7.5 Охрана окружающей среды

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки используют масляные фильтры типа EF-3000-4-4.6с.

Фильтр EF рассчитан на продолжительную работу при следующих климатических условиях:

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

Эффективность фильтров данного типа составляет 95 - 98 %.

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

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

7.6 Чрезвычайные ситуации

На проектируемом участке могут возникнуть чрезвычайные ситуации следующих видов:

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

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

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

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

- а) огнетушитель порошковый ОП-2 для тушения лакокрасочных материалов и оборудования под напряжением - 2 шт;
- б) песок (чистый и сухой) для тушения электроустановок под напряжением
 - 0,5 м³;
- в) кран внутреннего пожарного водопровода - 1 шт;

г) огнетушитель углекислотный ОУ-8 - 2 шт.

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

7.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

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

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

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

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

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

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником:[21]

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt[3]{1500 - 20} = 1,5 \cdot 6,96 = 17,09 \text{ Вт} \quad (7.3)$$

Определим максимальное расстояние от кромки зонта до источника выделений:

$$H = 1,5\sqrt{2 \cdot 2,5} = 1,5 \cdot 1,96 = 3,35 \text{ м} \quad (7.4)$$

Рассчитываем количество воздуха, достигающее вытяжного зонта с конвективным потоком:

$$L_K = 0.68 \cdot \sqrt{17,96 \cdot 5^2 \cdot 3,35} = 25,76 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (7.5)$$

Находим размеры вытяжного зонта:

$$A = 2 + 0,8 \cdot 3,35 = 4,68 \text{ м} \quad (7.6)$$

$$B = 2,5 + 0,8 \cdot 3,35 = 6,7 \text{ м} \quad (7.7)$$

Подсчитываем количество воздуха, которое должен удалять вытяжной зонт:

$$L_3 = \frac{25,73 \cdot 4,68 \cdot 6,7}{2,5 \cdot 2} = 161,36 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (7.8)$$

Подсчитываем количество воздуха, которое должен удалять вытяжной зонт с каждого рабочего места:

$$L_o = 161,36 \cdot 7 = 1129,52 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (7.9)$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L = 1129,52 \text{ м}^3/\text{ч}$. В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный FUK-1800/СП с двигателем типа АДМ63В2У2, мощностью 0.55 кВт.

7.8 Заключение

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

а) для устранения вредного воздействия аэрозолей, пыли, дыма на рабочих местах применяется общеобменная система вентиляции с использованием вентилятора радиального FUK-1800/СП с двигателем типа АДМ63В2У2, мощностью 0.55 кВт;

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

в) требуемое освещение на рабочем участке обеспечивается 28 светильниками типа ОД с лампами ДРЛ-750;

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

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

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

ж) для получения оптимальных условий в теплый период года на участке необходимо установить кондиционеры, которые будут охлаждать, и увлажнять воздух в особо жаркую погоду, а для доведения температуры в холодный период до оптимальной дополнительные отопительные радиаторы и калориферы;

и) для ограничения вредного влияния психофизиологических факторов производственной среды на рабочего рекомендуется проведение специальных мероприятий, а для повышения работоспособности рабочих необходимо чередовать период труда и отдыха;

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

8.1 Расчет объема капитальных вложений

В объем капитальных вложений входит:

- стоимость технологического оборудования;
- стоимость вспомогательного оборудования;
- стоимость инструментов и инвентаря;
- стоимость эксплуатируемых помещений;
- стоимость оборотных средств в дебиторской задолженности;
- сумма денежных оборотных средств.

Стоимость технологического оборудования

Стоимость технологического оборудования ($K_{то}$) представляет собой сумму произведения количества оборудования и его цены по всем операциям технологического процесса:

$$K_{то} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i, \quad (8.1)$$

где m – количество операций технологического процесса изготовления изделия;

Q_i – принятое количество единиц оборудования, занятого выполнением i -ой операции, шт.;

C_i – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением i -ой операции, руб. Расчет сводим в таблицу 8.1

Таблица 8.1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Устройство	C_i , руб.	Q_i , шт.	$K_{тоi}$, руб.
005	Кран балка	40 000	1	40000
010	Приспособление, кран балка	166522	2	166522

Продолжение таблицы 8.1

015	Пост для сварки ESAB	283076	1	283076
020	Пост для сварки ESAB	283076	1	283076
025	Приспособление, кран балка	166522	2	166522
030	Пост для сварки ESAB	283076	1	283076
035	Пост для сварки ESAB	283076	1	283076
045	Приспособление	126522	1	126522
050	Пост для сварки ESAB	283076	1	283076
055	Пост для сварки ESAB	283076	1	283076
065	Приспособление, кран балка	166522	2	166522
070	Пост для сварки ESAB	283076	1	283076
075	Пост для сварки ESAB	283076	1	283076
080	Приспособление	126522	1	126522
085	Приспособление	126522	1	126522
090	Пост для сварки ESAB	283076	1	283076
095	Пост для сварки ESAB	283076	1	283076
100	Приспособление, кран балка	166522	2	166522
105	Пост для сварки ESAB	283076	1	283076
110	Пост для сварки ESAB	283076	1	283076
115	Приспособление	126522	1	126522
Всего				4482566

Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование, неучтенное в стоимости основного технологического оборудования, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

Стоимость вспомогательного оборудования определим приближенно – 30 процентов стоимости технологического оборудования:

$$K_{\text{во}} = K_{\text{то}} \cdot 0,30, \quad (8.2)$$

где $K_{\text{во}}$ – стоимость вспомогательного оборудования, руб.;

$K_{\text{то}}$ – стоимость технологического оборудования, руб.

$$K_{\text{во}} = 4482566 \cdot 0,30 = 1344769,8 \text{ руб.}$$

Стоимость инструментов, приспособлений инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию может быть установлена приближенно в размере 10 – 15 процентов от стоимости технологического оборудования.

В данном случае учитывается стоимость:

1. Инструментов всех видов (и прикрепляемые к машинам приспособления для обработки изделия (приспособления для крепления заготовок на плите, зажимы, упоры и т.д.);

2. Производственного инвентаря для обеспечения производственных процессов (рабочие столы, инвентарь для хранения жестких и сыпучих тел, охраны труда и т.д.);

3. Хозяйственного инвентаря (шкафы, столы, инвентарь конторского назначения и т.д.).

$$K_{\text{ии}} = K_{\text{то}} \cdot 0,15, \quad (8.3)$$

где $K_{\text{ии}}$ – стоимость инструментов и инвентаря, руб.;

$K_{\text{то}}$ – стоимость технологического оборудования, руб.

$$K_{\text{ии}} = 4482566 \cdot 0,15 = 672384,9 \text{ руб.}$$

Стоимость эксплуатируемых помещений

$$C_{\text{II}}^{\text{II}} = (S_{\text{III}} \cdot A_{\text{III}} + S_{\text{СП}} \cdot A_{\text{СП}}) \cdot T, \quad (8.4)$$

где S_{III} , $S_{\text{СП}}$ – соответственно производственная и складская площадь, м²;

A_{III} , $A_{\text{СП}}$ – арендная плата 1 м² за месяц, руб./м²;

T – отчетный период ($T=12$ мес.).

$$C_{\text{II}}^{\text{II}} = (326,96 \cdot 94 + 60,2 \cdot 94) \cdot 12 = 436716,48 \text{ руб.}$$

Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах.

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{изм} = \frac{H_m \cdot N \cdot C_m}{360} \cdot T_{обм} = \frac{1792 \cdot 250 \cdot 40,63}{360} \cdot 30 = 1516853,33 \text{ руб.}, \quad (8.5)$$

где H_m - норма расхода материала, кг/ед;

N - годовой объем производства продукции, шт.;

C_m - цена материала, $C_m = 40,63$ руб./кг;

$T_{обм}$ - продолжительность оборота запаса материалов (квартал, полугодие, определенный период) в днях.

Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ($K_{нзп}$) определяется из следующего выражения:

$$K_{нзп} = \frac{N \cdot T_{ц} \cdot C' \cdot k_z}{360} = \frac{250 \cdot 5 \cdot 91011,2 \cdot 0,90}{360} = 284410 \text{ руб.}, \quad (8.6)$$

где $T_{ц}$ - длительность производственного цикла, дни;

C' - себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

k_z - коэффициент готовности.

Себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов определяется по формуле:

$$C' = \frac{H_m \cdot C_m}{k_m} = \frac{1792 \cdot 40,63}{0,8} = 91011,2 \text{ руб.}, \quad (8.7)$$

где k_m - коэффициент, учитывающий удельный вес стоимости основных материалов в себестоимости изделия ($k_m = 0,8 \div 0,85$).

Коэффициент готовности:

$$k_z = (k_m + 1) \cdot 0,5 = (0,80 + 1) \cdot 0,5 = 0,9 \quad (8.8)$$

Оборотные средства в запасах готовой продукции.

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{zn} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{zn} = \frac{91011,2 \cdot 250}{360} \cdot 7 = 63202,2 \text{ руб.}, \quad (8.9)$$

где T_{zn} - продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях.

Оборотные средства в дебиторской задолженности.

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{\partial z} = \frac{B_{pn}}{360} \cdot T_{\partial z} = \frac{26848304}{360} \cdot 30 = 2237358.67 \text{ руб.}, \quad (8.10)$$

где B_{pn} - выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

$T_{\partial z}$ - продолжительность дебиторской задолженности ($T_{\partial z} = 7 \div 40$), дней.

Выручка от реализации продукции на данном этапе расчета устанавливается приближенным путем:

$$B_{pn} = C' \cdot N(1 + p / 100) = 91011,2 \cdot 250(1 + 18 / 100) = 26848304 \text{ руб.}, \quad (8.11)$$

где p - рентабельность продукции ($p = 15 \div 20\%$).

Денежные оборотные средства.

Для нормального функционирования предприятия необходимо иметь денежные средства на текущие расходы. Сумма денежных средств приближенно принимается 10% от суммы материальных оборотных средств.

$$C_{\text{обс}} = K_{\text{нзм}} \cdot 0,10 = 1516853,33 \cdot 0,10 = 151685,3 \text{ руб.} \quad (8.12)$$

Сумма капитальных вложений определяется по формуле:

$$C_{\text{к.в.}} = K_{\text{мо}} + K_{\text{во}} + K_{\text{ии}} + C_{\text{н}} + K_{\text{нзи}} + K_{\text{нзи}} + C_{\text{обс}} \quad (8.13)$$

$$C_{\text{к.в.}} = 4482566 + 1344769,8 + 672384,9 + 36393 + 1516853,33 + 284410 + 151685,3 = 8489062,33 \text{ руб.}$$

8.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

Основные материалы за вычетом реализуемых отходов. Затраты на основные материалы (C_m) рассчитываются по формуле:

$$C_m = N \cdot (C_m \cdot H_m \cdot K_{\text{мзр}}) = 250 \cdot (40,63 \cdot 1792 \cdot 1,04) = 18930329,6 \text{ руб.} \quad (8.14)$$

где $K_{мзр}$ – коэффициент транспортно - заготовительных расходов ($K_{тзр}=1,04$);

Расчет сводим в таблицу 8.2

Таблица 8.2 - Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	C_m , руб.
Деталь-представитель	189303,29	0	18930329,6
Всего:			18930329,6

Расчёт заработной платы производственных работников.

Заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{zo} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{umi} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N, \quad (8.16)$$

где m – количество операций технологического процесса;

t_{umi} - норма времени на выполнение i -ой операции, мин/ед;

$C_{часj}$ - часовая ставка j -го разряда, руб./час;

k_n - коэффициент, учитывающий премии и доплаты ($k_n \approx 1,5$);

k_p - районный коэффициент ($k_p=1,3$).

Таблица 8.3 - Расчёт заработной платы производственных работников

Профессия рабочего	t_{umi} , мин	Разряд	Количество	$C_{часi}$, руб.	$C_{зоi}$, руб
010 Слесарь	26,1	3	2	39,54	8384,95
015 Сварщик	46,2	4	1	43,62	16378,86
020 Сварщик	220,8	4	1	43,62	78254,28
025 Слесарь	82,8	3	3	39,54	26600,55
030 Сварщик	96	4	1	43,62	34023,6
035 Сварщик	2319	4	1	43,62	821882,59

Продолжение таблицы 8.3

045 Слесарь	16,8	3	2	39,54	5397,21
050 Сварщик	10,8	4	1	43,62	3827,66
055 Сварщик	936	4	1	43,62	331730,1
065 Слесарь	37,8	3	2	39,54	12143,72
070 Сварка	34,2	4	1	43,62	12120,91
075 Сварка	903	4	1	43,62	320034,49
080 Слесарь	25,2	3	1	39,54	8095,82
085 Слесарь	19,2	3	1	39,54	6168,24
090 Сварщик	25,2	4	1	43,62	8931,20
095 Сварщик	63	4	1	43,62	22327,99
100 Слесарь	12,6	3	1	39,54	4047,91
105 Сварщик	25,2	4	1	43,62	8931,2
110 Сварщик	264	4	1	43,62	93564,9
115 Слесарь	258	3	1	39,54	82885,73
Фонд заработной платы всех рабочих					1905731,91

Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих.

Отчисления на социальные нужды:

$$C_{oco} = C_{zo} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2, \quad (8.17)$$

где C_{oco} – отчисления на социальные нужды, руб.;

C_{zo} – основная заработная плата, руб.;

α_1 – обязательные социальные отчисления, $\alpha_1 = 0,3$ руб./год;

α_2 – социальное страхование по профессиональным заболеваниям и несчастным случаям, $\alpha_2 = (0,03 \div 0,017)$ руб./год.

$$C_{oco} = 1905731,91 \cdot 0,3 \cdot 0,1 = 57171,98 \text{ руб./год.}$$

Расчет амортизации основных фондов.

Амортизация основных фондов – это перенос части стоимости основных фондов на вновь созданный продукт для последующего воспроизводства основных фондов к времени полного износа.

Годовые амортизационные отчисления начисляются одним из следующих методов: линейным и нелинейным.

Расчет амортизации оборудования.

При крупном масштабе производства, при полной загрузки оборудования сумма амортизационных начислений распределяется на каждую единицу продукции равномерно.

В расчетах ВКР целесообразно определить годовую норму амортизации каждого оборудования, по следующей схеме используя линейный метод:

$$a_{ni} = \frac{1}{T_0} \cdot 100\%, \quad (8.18)$$

где a_{ni} – годовая норма амортизации каждого оборудования, руб.;

T_0 – срок службы оборудования, $T_0 = (3 \div 12)$ лет.

$$a_{ni} = \frac{1}{12} \cdot 100\% = 8,33\%$$

Сумма амортизации определяется:

$$A = \sum_{i=1}^n C_i \cdot a_{ni}, \quad (8.19)$$

где A – сумма амортизации, руб.;

n – количество оборудования, шт.;

$$A=37339774,78$$

C_i – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением i -ой операции, руб.;

a_{ni} – годовая норма амортизации каждого оборудования.

Списание стоимости происходит равномерно и к концу срока использования достигается нулевая балансовая стоимость.

При небольшом объеме производства и не полной загрузки оборудования (оборудование загружено еще производством других видов продукции) необходим расчет амортизационных отчислений, приходящихся на один час работы оборудования:

$$A_{\text{ч}} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot a_{\text{ни}}}{F_{\text{д}} \cdot K_{\text{эpi}}}, \quad (8.20)$$

где $A_{\text{ч}}$ – сумма амортизации, руб.;

n – количество оборудования, шт.;

C_i – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением i -ой операции, руб.;

$a_{\text{ни}}$ – годовая норма амортизации каждого оборудования, руб.;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени работы оборудования, $F_{\text{д}} = 3602$ часов;

$K_{\text{эpi}}$ – коэффициент загрузки i -го оборудования по времени.

Таблица 8.4 – Расчет амортизационных отчислений

№ операции	C_i , руб.	$a_{\text{ни}}$	$F_{\text{дi}}$, час.	$K_{\text{эpi}}$	$A_{\text{чi}}$, руб.
010	166522	0,0833	3602	0,03	1279
015	283076	0,0833	3602	0,05	1304,6
020	283076	0,0833	3602	0,25	260,9
025	166522	0,0833	3602	0,1	383,7
030	283076	0,0833	3602	0,11	592,9
035	283076	0,0833	3602	2,68	24,3
045	126522	0,0833	3602	0,02	14575,7
050	283076	0,0833	3602	0,01	6522,9
055	283076	0,0833	3602	1,08	60,4
065	166522	0,0833	3602	0,04	959,3

Продолжение таблицы 8.4

070	283076	0,0833	3602	0,04	1630,7
075	283076	0,0833	3602	1,04	62,7
080	126522	0,0833	3602	0,03	971,8
085	126522	0,0833	3602	0,02	1457,7
090	283076	0,0833	3602	0,03	2174,3
095	283076	0,0833	3602	0,07	931,8
100	166522	0,0833	3602	0,02	1918,6
105	283076	0,0833	3602	0,03	2174,3
110	283076	0,0833	3602	0,31	210,4
115	126522	0,0833	3602	0,3	971,8
Амортизационные отчисления для всех станков A_q					38465,3

Амортизационные отчисления эксплуатируемых площадей, включены в стоимость арендной платы. $A_{3i} = C_{II}^{\Pi} = 436716,48$ руб.

Отчисления в ремонтный фонд.

Отчисления в ремонтный фонд рассчитываются по формуле:

$$C_p = (K_{mo} + K_{so}) \cdot k_{pem} + C_n \cdot k_{з.рем}, \quad (8.21)$$

$$C_p = (4482566 + 1344769,8) \cdot 0,001 + 36393 \cdot 0,005 = 6009,3 \text{ руб}$$

Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования.

8.3 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [17]:

$$C_{п.с} = g_{п.с} \cdot K_{р.п.с} \cdot \Pi_{п.с}, \text{ руб/изд.} \quad (8.22)$$

где $g_{п.с}$.-масса наплавленного металла электродной проволоки для базового техпроцесса для Св-08ГСМТ $g_{п.с} = 157,146$ кг;

для предлагаемого техпроцесса ESAB OK AristoRod $g_{п.с.}=157.146$ кг;

$k_{р-п.с.}$ - коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода), $k_{р-п.с.} = 1,02$ (1,6);

$$Ц_{п.с.} = 116,53 \text{ руб/кг}$$

$$Ц_{п.с.} = 545.72 \text{ руб/кг.}$$

Для базового техпроцесса:

$$C_{п.с.} = 157.146 \cdot 1,02 \cdot 116,53 = 18678.5 \text{ руб,}$$

Для предлагаемого техпроцесса:

$$C_{п.с.} = 157.146 \cdot 1,02 \cdot 545.72 = 87472.8 \text{ руб,}$$

Затраты на защитную смесь определяем по формуле:

$$C_{з.г.} = g_{з.г.} \cdot Ц_{г.з.}, \text{ руб./изд.} \quad (8.23)$$

где $g_{з.г.}$ – расход защитного газа, m^3 . для базового, $g_{з.г.} = 44 m^3$;

$Ц_{г.з.}$ – стоимость защитного газа, руб./ m^3 , $Ц_{г.з.} = 51,17 \text{ руб./}m^3$;

Для базового и предполагаемого технологического процесса:

$$C_{г.} = 44 \cdot 51,17 = 2251,48 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на силовую электроэнергию.

Расчет затрат на электроэнергию:

$$C_{чэ} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_{\partial} \cdot K_N \cdot K_{вр} \cdot K_{од} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot Ц_{\varepsilon}, \quad (8.24)$$

где $C_{чэ}$ – затраты на электроэнергию, руб.;

m – количество операций технологического процесса изготовления изделия;

N_{yi} – установленная мощность электродвигателей оборудования, занятого выполнением i -ой операции, кВт;

F_{∂} – действительный годовой фонд рабочего времени работы оборудования, 3602-часов;

K_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, $K_N = 0,5$;

K_{ep} – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени,

$$K_{ep} = 0,3$$

K_{od} – средний коэффициент одновременной работы всех

электродвигателей, $K_{od} = 0,6 \div 1,3$, принимаем $K_{od} = 0,7$;

K_{ω} – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода,

$$K_{\omega} = 1,06$$

η – КПД оборудования, $\eta = 0,78$;

$C_{\text{э}}$ – средняя стоимость электроэнергии по данным городской электросети) $C_{\text{э}} = 3,43$ руб.

Таблица 8.5 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	Q_i , шт.	$C_{\text{чэ}i}$, руб.
015	15	1	26444,2
020	15	1	26444,2
030	15	1	26444,2
035	15	1	26444,2
050	15	1	26444,2
055	15	1	26444,2
070	15	1	26444,2
075	15	1	26444,2
090	15	1	26444,2
095	15	1	26444,2
105	15	1	26444,2
110	15	1	26444,2
Затраты на электроэнергию для всех операций			317329,8

Затраты на инструмент приспособление и инвентарь.

Стоимость инструмента для изготовления данной детали ($K_{ин1} = K_{ин} \cdot 0,05 = 672384,9 \cdot 0,05 = 33619,3 \text{руб.}$) по предприятию установлена приблизительно, поэтому их учет как плановые показатели включим в себестоимость произведенной продукции. На предприятии затраты такого плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

Расчет заработной платы вспомогательных рабочих.

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{звр} = \sum_{i=1}^k C_{змj} \cdot Ч_{врj} \cdot 12 \cdot k_{nj} \cdot k_{pj} \cdot k_y, \quad (8.25)$$

где $C_{звр}$ – заработная плата вспомогательных рабочих, руб.;

k – количество вспомогательных рабочих;

$C_{змj}$ – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда;

$Ч_{врj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии, чел.;

k_{nj} – коэффициент, учитывающий премии и доплаты для вспомогательных рабочих, $k_{nj} = (1,2 \div 1,3)$;

k_{pj} – районный коэффициент, $k_{pj} = 1,3$;

k_y – коэффициент участия работника в изготовлении детали, $k_y = 0,08$.

$$C_{зврВСП} = 7500 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 0,08 = 12168 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{овр} = C_{звр} \cdot (0,26 + 0,05), \quad (8.26)$$

где $C_{овр}$ – сумма отчислений за год, руб./год;

$C_{звр}$ – заработная плата вспомогательных рабочих, руб.

$$C_{овр} = 12168 \cdot (0,3 + 0,05) = 4259 \text{ руб.}$$

Заработная плата административно-управленческого персонала.

Заработная плата административно-управленческого персонала определяется по формуле:

$$C_{\text{зауп}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{зауп}i} \cdot \chi_{\text{ауп}i} \cdot 12 \cdot k_{pj} \cdot k_{ндj} \cdot k_y, \quad (8.27)$$

где $C_{\text{зауп}}$ – заработная плата административно-управленческого персонала;

k – количество административно-управленческого персонала;

$C_{\text{зауп}i}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, руб.;

$\chi_{\text{ауп}i}$ – численность работников административно-управленческого персонала, чел.;

k_{pj} – районный коэффициент, $k_{pj} = 1,3$;

k_y – коэффициент участия работника в изготовлении детали, $k_y = 0,02$.

$k_{ндj}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала.

$$C_{\text{заупРВК}} = 13450 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 272766 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{заупСПЕЦ}} = 11500 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 233220 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зауп}} = (272766 + 233220) \cdot 0,02 = 10119,7 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{\text{оауп}} = C_{\text{зауп}} \cdot (0,26 + 0,02), \quad (8.28)$$

где $C_{\text{оауп}}$ – сумма отчислений за год, руб./год;

$C_{\text{зауп}}$ – заработная плата административно-управленческого персонала, руб.

$$C_{\text{оауп}} = 10119,7 \cdot (0,3 + 0,02) = 3238 \text{ руб.}$$

Прочие расходы.

В прочие расходы входят разнообразные и многочисленные расходы: налоги и сборы, отчисления на социальные фонды, платежи по обязательству страхованию имущества и за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, командировочные и представительские расходы, оплата работ по сертификации продукции, специальной одежды вознаграждения за изобретательства и рационализации, и др.

Таблица 8.6 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	75721,3	18930329,6
заработная плата производственных рабочих	7622,9	1905731,91
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	4764,3	57171,98
Косвенные затраты:		
амортизации оборудования предприятия	3204,4	38465,3
арендная плата или амортизация помещений	36393	436716,2
вспомогательные материалы на содержание оборудования	89724,3	22431075
затраты на силовую электроэнергию	26444	317329
износ инструмента	2801,6	33619,3
заработная плата вспомогательных рабочих	12168	146016
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	4259	51108
заработная плата административно-управленческого персонала	22730,5	272766
отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала	19435	233220
Итого	310032,1	44853548,29

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе для повышения производительности и удешевления производительности спроектирован участок сборки и сварки ограждения механизированной крепи МКЮ.4У.58.

Произведена замена сборочных плит на сборочно-сварочные приспособления ФЮРА.000001.092.00.000 СБ, обеспечивающие более быструю сборку и позволяют избавиться от приварки технологических распорок.

В результате вышеперечисленных изменений время сборки сократилось на 40 минут, а экономический эффект составил 963,49 рублей на изделие.

Так же в данной работе обоснован выбор оборудования, способа сварки, и сварочных материалов.

Список использованных источников

- 1 Сварочное оборудование и материалы [Электронный ресурс]: <https://profsvarka.net/g3321636-svarochnoe-oborudovanie-materialy>. Режим доступа 29.04.2019.
- 2 П. П. Проценко, Н. Т. Привалов Влияние легирующих элементов на перенос электродного металла при дуговой сварке в защитных газах. Автоматическая сварка 1999 №12 С. 29 – 33..
- 3 Б. Е. Патон, В. А. Лебедев, Я. И. Микитин, Способ комбинированного управления процессом переноса электродного металла при механизированной дуговой сварке Сварочное производство 2006 №8 С. 27 – 31.
- 4 Проволока сварочная ESAB ОК Aristorod 69 [Электронный ресурс]: <https://www.ventsvar.ru/catalog/esab-ok-aristorod-69.html?pid=12234> Режим доступа 29.04.2019.
- 5 М. М. Колосков, Е. Т. Долбенко, Ю. В. Коширский Марочник сталей и сплавов / под общей ред. А.С Зубченко – М.: Машиностроение, 2001. 627с.: ИЛЛ.
- 6 ГОСТ Р ИСО 14175-2010 Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/1200084975> Режим доступа 30.04.2019.
- 7 Свариваемость сталей | Сварка и сварщик [Электронный ресурс]: <http://weldering.com/svarivaemost-staley> Режим доступа 30.04.2019.
- 8 Оботуров В.И. Дуговая сварка в защитных газах. М: Стройиздат, 1989 232с.
- 9 Федько В.Т. Дуговая сварка плавлением: Учебное пособие. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1994. – 241 с.
- 10 Крампит Н. Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. - 2005. - 40с
- 11 Васильев В. И., Ильященко Д. П. Разработка этапов технологии при

дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. - 96 с

12 Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на дуговую сварку в среде защитных газов. Москва, Экономика, 1989 – 181 с.

13 ESAB Mig 400t, ESAB Mig 500t [Электронный ресурс]: <https://manualzz.com/doc/24175797/esab-mig-400t-esab-mig-500t> Режим доступа 30.04.2019.

14 Маслов Б. Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.

15 ТУ

16 Азаров Н. А. Конструирование и расчет сварочных приспособлений Томск, ТПУ, 2009. – 48 с

17 Сборочно-сварочные приспособления. Этапы конструирования: учебное пособие / А.А.Хайдарова; Томский политехнический университет. – Томск. – Изд-во Томского политехнического университета, 2013, - 132 с.

18 Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов. Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1980. – 319с.

19 Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. - 2005. - 40с.

20. Гришагин В.М., Портола В.А., Фарберов В.Я. Охрана труда, безопасность и экологичность проекта. Учебно-методическое пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 177 .

21. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Расчеты по обеспечению комфорта и безопасности: учебное пособие. Учебно-методическое пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2007. – 155 с.