

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) электронной инженерии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы Технология сборки и сварки основания для механизма поворота подъемно – транспортного сооружения

УДК 621.791.01:669.15-194.54:621.86-049.1

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Якупов Данил Маратович		03.06.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Татьяна Григорьевна	Доцент, к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев Милий Всеволодович			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства	Першина Анна Александровна	К.Т.Н.		

Планируемые результаты Обучения

	Результат обучения
P1	Способность 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; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, приборостроении и др. областях, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность 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, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
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 предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, 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

P7	Умение 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 производств.
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, 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.
P9	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества сварных швов и сварных конструкций
P10	Способность осваивать вводимое новое сварочное оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства
 Отделение школы (НОЦ) электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
1В61	Якупову Данилу Маратовичу

Тема работы:

Технология сборки и сварки основания для механизма поворота подъемно – транспортного сооружения	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	09.01.2020, №9-31/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Чертёж основания для механизма поворота подъемно – транспортного сооружения Материал конструкции сталь 30ХГСА Тип производства – единичный</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы 2. Описание конструкции 3. Разработка технологии сборки и сварки 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 5. Социальная ответственность 6. Заключение
--	--

<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж основания План раскроя заготовок Сборка конструкции Схема выполнения сварных швов</p>
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Обзор литературы	Першина А.А., к.т.н., доцент ОЭИ
Описание сварной конструкции	Першина А.А., к.т.н., доцент ОЭИ
Разработка технологии	Першина А.А., к.т.н., доцент ОЭИ
Комплект технологических документов	Першина А.А., к.т.н., доцент ОЭИ

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	05.02.2020
--	------------

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Якупов Д.М.		05.02.2020

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства
 Уровень образования высшее
 Отделение школы (НОЦ) электронной инженерии
 Период выполнения _____ осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2020
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.02.2020	1. Обзор литературы	15
15.03.2020	2. Описание конструкции	15
10.04.2020	3. Разработка технологии сборки и сварки	40
15.05.2020	4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
21.05.2020	5. Социальная ответственность	10
01.06.2020	6. Заключение	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства	Першина Анна Александровна	К.Т.Н.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1В61	Якупову Данилу Маратовичу

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Оклад руководителя- 43200 Оклад инженера - 25000 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Премимальный коэффициент руководителя 30%; Премимальный коэффициент студента 30%; Надбавки руководителя 20-30%; Надбавки инженера 20-30%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30,2 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Анализ конкурентных технических решений
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Планирование работ; Разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Определение эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>Альтернативы проведения НИ</i>
4. <i>График проведения и бюджет НИ</i>
5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Татьяна Григорьевна	Доцент, к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Якупов Данил Маратович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1В61	Якупову Данилу Маратовичу

Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Технология сборки и сварки основания для механизма поворота подъемно – транспортного сооружения	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является разработка технологии сборки и сварки основания для механизма поворота подъемно – транспортного сооружения, выполненного из высокопрочной стали группы М03; планируемое место внедрения разрабатываемой технологии – АО НПФ «Микран», г. Томск
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	– Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов <ul style="list-style-type: none"> - повышенный уровень шума на рабочем месте; - недостаточная освещенность рабочей зоны; - ультрафиолетовое облучение; - неудовлетворительный микроклимат и воздушная среда рабочего участка; - электробезопасность .
3. Экологическая безопасность:	- анализ воздействия объекта на атмосферу, литосферу и гидросферу (отходы, утилизация остаточного

	заготовительного материала, отработанных сварочных материалов); - решение по обеспечению экологической безопасности..
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	- Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. - Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения общетехнических дисциплин	Гуляев Милий Всеволодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Якупов Данил Маратович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 91 лист, 2 рисунка, 26 таблиц, 32 источника, 1 приложение

Ключевые слова: механизированная сварка, высокопрочная сталь 30ХГСА, источник питания, углекислый газ, расчет режима сварки.

Объектом исследования является технология сборки и сварки основания для механизма поворота подъемно – транспортного сооружения, выполненного из стали 30ХГСА

Цель работы – разработка технологии сборки и сварки основания из высокопрочной стали с помощью механизированной сварки плавящимся электродом в среде углекислого газа.

Процесс разработки комплекта технологической документации включает в себя изучение нормативно-технической документации, чтение чертежей и научной литературы.

Результатом работы является разработанная технология сборки и сварки, которая позволит обеспечить качество, эффективность и безопасность труда.

Степень внедрения: внедрение данной технологии в массовое производство рекомендуется, после проведение испытаний и проверки надежности конструкции.

Область применения: данная технология может применяться не только в производстве подъемно- транспортного оборудования, но и в других отраслях промышленности.

Описываемый в данной работе способ получения неразъемных соединений является экономически целесообразным и эффективным за счет универсальности и высокой степени распространения в машиностроительном производстве.

Работа представлена введением, обзором литературы, описанием сварной конструкцией разработкой технологии сборки и сварки основания, финансовым менеджментом, ресурсоэффективностью и ресурсосбережением, социальной

ответственностью и заключением, приведен список использованных источников.

В разделе «Разработка технологии сборки и сварки основания» произведен выбор способа сварки, сварочных материалов. Также был произведен расчет параметров режима сварки, выбор сварочного оборудования и разработана технология сборки и сварки основания

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» произведено сегментирование рынка, анализ конкурентных решений, SWOT – анализ, разработан график проведения научного исследо

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, разработаны мероприятия по снижению воздействия вредных и опасных факторов

В заключении изложены результаты проделанной работы по каждому разделу

В будущем планируется внедрить технологию в производство.

Актуальность выбранной темы заключается в том, что при сварке высокопрочных сталей существует много проблем и нет технологии, которая позволяет учесть все, для решения этих проблем. Поэтому в данной работе разработана оптимальная технология сборки и сварки основания из высокопрочной стали, которая учитывает практически все нюансы.

Обозначения и сокращения

Настоящая работа содержит следующие обозначения и сокращения:

ВКР- выпускная квалификационная работа;

КТД- комплект технологической документации;

ИП- источник питания;

СО₂- углекислый газ;

УФ- ультрафиолетовое излучение.

Оглавление

Введение	16
1 Обзор литературы.....	17
1.1 Характеристика материала изделия	17
1.2 Общие сведения о свариваемости	18
1.3 Особенность сварки стали 30ХГСА	20
1.4 Подъемно- транспортное оборудование	22
2 Описание сварной конструкции	24
3 Разработка технологии сборки и сварки основания.....	25
3.1 Выбор способа сварки.....	25
3.2 Выбор сварочных материалов	29
3.3 Расчёт параметров режима сварки	30
3.4 Выбор сварочного оборудования	34
3.4.1 Выбор источника питания.....	34
3.4.2 Выбор механизма подачи проволоки	36
3.5 Деформации и напряжения при сварке и меры борьбы с ними.....	36
3.6 Заготовительные операции	38
3.7 Сборочные и сварочные операции	39
3.8 Контроль качества	40
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	41
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	41
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	41
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений	42

4.1.3 SWOT – анализ	43
4.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	45
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	45
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	46
4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	47
4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	50
4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ	50
4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	51
4.3.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы ..	52
4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	53
4.3.5 Накладные расходы	53
4.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	54
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	55
5. Социальная ответственность	60
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	60
5.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства	60
5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	61
5.2 Производственная безопасность.....	61
5.2.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований	62
5.2.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов	63
5.2.2.1 Производственный шум рабочего участка	63

5.2.2.2 Воздушная среда и микроклимат. Вентиляция на рабочем месте.....	64
5.2.2.3 Поражение электрическим током и УФ излучением	66
5.2.2.4 Освещенность рабочего участка производства	68
5.3 Экологическая безопасность.....	68
5.3.1 Влияние производственного процесса на окружающую среду	69
5.3.2 Применяемые мероприятия по защите окружающей среды	69
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	70
5.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении электросварочных работ на производстве	70
5.4.2 Применяемые мероприятия по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	71
Заключение	73
Список использованных источников	74
Приложение А	77

Введение

Высокопрочные стали - это стали, у которых подбором химического состава и термической обработкой достигается предел прочности примерно вдвое больший, чем у обычных конструкционных сталей. Каждый день происходит изменения и модернизация существующих технологических процессов. В настоящее время проектируется все больше различных по сложности конструкции, которые требуют приставленного внимания и жесткие требования, на то какой именно конструкционный материал нужно использовать. Одним из важнейших критериев является несущая способность при снижении металлоемкости и, в тоже время, увеличении производительности технологического процесса. Любые высокопрочные стали подвержены хрупкому разрушению, которое происходит при длительном или кратковременном приложении нагрузки. Хрупкое разрушение встречается во всех областях промышленности, таких как, авиастроение, судостроение, машиностроение, нефтехимическая и газодобывающая промышленность. Данные стали плохо подвергаются резанию и сварки.

В производстве подъемно-транспортного оборудование все чаще стали использовать высокопрочные материалы, такие как сталь 30ХГСА. Однако, технология сборки и сварки таких конструкций существует, но имеет много недостатков и поэтому целью работы является: разработать технологию сборки и сварки основания из высокопрочной стали.

Задачи:

- изучить свойство стали 30ХГСА;
- выбрать способ сварки для высокопрочной стали;
- выбрать сварочные материалы;
- рассчитать параметры режима сварки;
- выбрать сварочное оборудование;
- разработать технологию сборки и сварки основания.

1 Обзор литературы

1.1 Характеристика материала изделия

30ХГСА относится к среднелегированной конструкционной стали. Высокие прочностные свойства среднелегированных сталей ($\sigma_B=600-2000$ МН/м²) [1] получаются благодаря повышенному содержанию легирующих элементов и углерода. Они увеличивают прокаливаемость стали и прочность феррита, а также благодаря применению закалки с последующим высоким или низким отпуском или нормализации. Основная часть среднелегированных сталей предназначенных для сварных конструкций относится к перлитному классу. Высокая прочность среднелегированных сталей сочетается с повышенными специальными свойствами, и при этом имеет хороший уровень стойкости и пластичности против хрупкого разрушения. Данное сочетание свойств среднелегированных конструкционных сталей обуславливает применение этих сталей в конструкциях ответственного назначения, работающих в тяжелых условиях в судостроении, энергомашиностроении, самолетостроении, тяжелом и химическом машиностроении и других отраслях промышленности. Область применения: различные улучшаемые детали: зубчатые колеса, корпуса обшивки, валы, оси, рычаги, фланцы, толкатели, крепежные детали, работающие при низких температурах, ответственные сварные конструкции, которые работают при знакопеременных нагрузках, лопатки компрессорных машин, работающие при температуре до 200°С.

Таблица 1.1.1- Общая характеристика стали 30ХГСА [2]

Марка:	30ХГСА
Классификация:	Сталь конструкционная легированная
Дополнение:	Сталь хромокремнемарганцовая
Применение:	Различные улучшаемые детали: зубчатые колеса, корпуса обшивки, валы, оси, рычаги, фланцы, толкатели, крепежные детали, работающие при низких температурах, ответственные сварные конструкции, которые работают при знакопере-

Продолжение таблицы 1.1.1

Применение:	Ременных нагрузках лопадки компрессорных машин, работающие при температуре до 200°C.
-------------	--

Таблица 1.1.2 – Химический состав в % стали 30ХГСА ГОСТ 4543 – 71

C	Si	Mn	S	Ni	Cu	Cr	P
0.28 - 0.34	0.9 – 1.2	0.8 – 1.1	до 0.025	до 0.3	до 0.3	0.8 – 1.1	До 0.025

Таблица 1.1.3 – Механические свойства при T=20°C материала 30ХГСА

[2]

σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %	ψ , %	Термообработка
1080	830	10	45	Закалка и отпуск

Расшифровка обозначений для таблицы 1.1.3:

- σ_B – Предел кратковременной прочности, МПа
- δ_5 – Относительное удлинение при разрыве, %
- ψ – Относительное сужение, %
- σ_T – Предел текучести для остаточной деформации, МПа

1.2 Общие сведения о свариваемости

Под свариваемостью понимается способность стали определенного химического состава давать при сварке высококачественное сварное соединение без пор, трещин и прочих дефектов. Свариваемость металла зависит от степени легирования, наличия примесей, кристаллической решетки, физических и химических свойств, а также и от других факторов.

Важными критериями свариваемости металлов и их сплавов являются:

- способность стали сопротивляться образованию холодных трещин;
- соответствие свойств сварного соединения заданным эксплуатационным требованиям, к которым относятся: прочность, вязкость,

пластичность, коррозионная стойкость, выносливость, ползучесть, жаростойкость и жаропрочность и др; чувствительность к образованию пор;

– чувствительность металла к тепловому воздействию при сварки; окисляемость металла при сварочном нагреве;

– способность стали сопротивляться образованию горячих трещин;

Углерод больше всего оказывает влияние на свариваемость. Свариваемость сталей ухудшается при увеличении содержание углерода, а также ряда других легирующих элементов.

Влияние основных легирующих примесей на свариваемость сталей:

Влияние углерода на свариваемость стали

Самым важным и распространенным компонентом в составе углеродистых и других сталях является углерод. Он, в основном, определяет свойства стали при её сварке и обработке, и, во многом, определяет группу свариваемости стали. Низкоуглеродистые стали, с содержанием углерода до 0,25% свариваются без ограничений. Сварка среднеуглеродистых сталей, с содержанием углерода свыше 0,25% и до 0,35% происходит удовлетворительно. Ограничено свариваемые стали- это стали, содержащие в своём составе углерода более 0,35%. Высокоуглеродистые стали с содержанием углерода более 0,45% относятся к трудносвариваемой группе сталей.

Влияние серы на свариваемость сталей

Сера является одной из вредной примеси в стали и содержание её в составе стали не должно быть более, чем 0,05%. Сера, вступая во взаимодействие с железом, образует сернистое железо Fe_2S_3 , которое имеет более низкую температуру плавления, чем у стали, и является трудно растворимым в расплавленной стали.

При кристаллизации, сернистое железо кристаллизуется между кристаллами металла сварного шва. Это приводит к возникновению горячих трещин.

Влияние фосфора на свариваемость сталей

Фосфор является одной из вредных примесей в составе сталей и его содержание не должно быть более, чем 0,05%. Фосфор, когда объединяется с железом, образует фосфористое железо, которое придаёт стали хладноломкость и обладает высокой хрупкостью.

Влияние кремния на свариваемость

При содержании кремния в стали от 0,02% до 0,3% особого влияния на свариваемость стали не оказывает.

Если содержание кремния составляет 0,8-1,5%, то процесс сварки затрудняется, т.к. кремний, при взаимодействии с металлом, образует тугоплавкие химические соединения и, повышает жидкотекучесть стали.

Влияние марганца на свариваемость сталей

В основном, содержание марганца в стали находится в пределах 0,3-0,8%. При содержании до 1,5-2% марганец не оказывает существенного влияния на свариваемость. При содержании марганца больше 2%, механические свойства стали возрастают, но все это приводит к повышенному риску образования холодных трещин при сварке. В сталях с содержанием марганца больше 11% во время сварки происходит его выгорание. В данном случае марганец необходимо восполнять через флюсы, электродное покрытие или другими способами.

Влияние хрома на свариваемость

Хром в составе сталей в основном находится в пределах до 0,3%. При содержании хрома в стали менее 1% влияния на свариваемость не оказывает. При повышенном содержании хрома происходит ухудшение свариваемости стали из-за того, что образуются тугоплавкие оксиды Cr_2O_3 . Кроме того, в зоне термического влияния резко повышается твердость из-за образования карбидов хрома Cr_3C_2 [3].

1.3 Особенность сварки стали 30ХГСА

Сталь 30ХГСА относится к ограниченно свариваемым. Одна из основных трудностей при сварке сталей данного класса это склонность к образованию

холодных трещин и закалке. Для предупреждения образования холодных трещин предусматривают предварительный подогрев, отпуск после сварки. Хотя выполнение данных мероприятий не всегда гарантирует хорошее качество сварного соединения.

При сварке сталь 30ХГСА имеет повышенную склонностью к трещинообразованию. После сварки данной стали рекомендуется применять отпуск. Это нужно для того, чтобы снять внутренние напряжения. Конструкции, которые обрабатывают на заданную прочность после сварки, подвергают отпуску при 650 °С при длительном разрыве между сваркой и термической обработкой. При выполнении большого количества швов на узлах из данной стали, которые создают жесткую систему (большое число ребер жесткости и др.), после сварки нескольких швов рекомендуется производить промежуточный высокий отпуск. Конструкции подвергают отпуску при температуре на 50 °С ниже температуры отпуска после закалки, которые изготавливаются из термически обработанных элементов. Также возможно применить отпуск при 250°С с выдержкой не менее 2 ч. Детали из стали 30ХГСА толщиной более 3 мм, которые имеют швы с особо жесткими контурами, во избежание образования трещин, рекомендуется сваривать с подогревом до температуры 250—350 °С, данную температуру нужно поддерживать в течение всего процесса сварки. Подогрев должен быть на ширине не менее 100 мм по обе стороны от шва обязательно равномерным по всему периметру сварного шва и близлежащих зон [4].

Для изготовления сварных изделий из такой стали как 30ХГСА с пределом прочности 1100—1300МПа после сварки применяют термическую обработку. Изделия больших размеров изготавливают из предварительно термически обработанных элементов [5].

1.4 Подъемно- транспортное оборудование

Подъемно-транспортное оборудование нужно для механизации труда при выполнении таких операций: подъем и перемещение грузов на разные уровни здания; погрузка и разгрузка транспортных средств; заключения их штабелями, в подсобные помещения и на стеллажи; внутренне-складское и внутренне-магазинное перемещения грузов к месту их дальнейшей обработки.

Применение в промышленности простых видов подъемно-транспортного оборудования способствует облегчению тяжелых работ по перемещению грузов, повышению производительности труда. Развитие промышленного предприятия может иметь место только при условии повышения эффективности труда сотрудников, которой во многом способствует его механизация [6].

Подъемно-транспортное оборудование классифицируется по ряду признаков: направлению перемещения груза (горизонтальное, вертикальное, под углом); функциональному назначению (грузоподъемное, погрузочно-разгрузочное оборудование транспортирующее); рабочему циклу (непрерывного действия, периодического действия); виду привода (электромеханическое, ручное); типам конструкций (передвижные, стационарные); а также по различным техническим параметрам. Подъемно-транспортное оборудование должно обеспечивать удобство и безопасность труда, обладать необходимой подвижностью, прочностью и устойчивостью, занимать небольшие площади для маневрирования, обслуживаться малым числом работников[7].

На основании, на которые устанавливаются элементы механизмов, должны быть предусмотрены элементы (упоры, болты и т.п.), надежно фиксирующие эти узлы. Использование высокопрочных сталей для основания позволяет при минимальных массе и габаритах, иметь достаточную прочность и жесткость.

За последние годы в подъемно - транспортном машиностроении для сварки металлоконструкций из малоуглеродистых и низколегированных сталей широко внедряют электродуговую сварку плавящимся электродом в углекислом газе. Сущность способа состоит в том, что воздух оттесняется из зоны сварки

струей углекислого газа, а окисление самим углекислым газом переплавляемого дугой металла компенсируется повышенным содержанием элементов - раскислителей в электродной проволоке [8]. При ремонте кранового оборудования удобнее всего использовать ручную дуговую сварку покрытыми электродами. Также, при ремонте некоторых узлов, в цеховых условиях, удобнее всего использовать механизированную сварку в среде защитных газов.

3 Разработка технологии сборки и сварки основания.

3.1 Выбор способа сварки

Ручная дуговая сварка

Ручная дуговая сварка применяется практически везде: метод используется во всех отраслях промышленности для различного рода конструкций из черных и частично цветных металлов.

Для сварки конструкций из стали 30ХГСА применяются сварочные электроды НИАТ-3М с флюоритно-кальциевым покрытием. Они используются для сварки во всех пространственных положениях на постоянном токе обратной полярности и обладают неплохими сварочно-технологическими свойствами: устойчивость горения дуги- удовлетворительная, разбрызгивание – очень малое (порядка 1-2 процентов), формирование шва хорошее – валик с мелкочешуйчатой поверхностью, отделимость шлаковой корки хорошая (в том числе и из глубоких разделок), мало склонны к образованию пор и кристаллизационных трещин. Сварку электродами НИАТ-3М следует вести более короткой дугой. Ввиду гигроскопичности покрытия рекомендуется прокалывать электроды при температуре 300-350°С в течение часа. Свариваемые кромки должны быть тщательно зачищены. После сварки соединения подвергаются термообработке на высокую прочность: закалка с 880°С и низкий отпуск [9].

Ручная дуговая сварка обеспечивает большую скорость, малое коробление, малую зону температурного влияния, а также есть возможность управлять механическими свойствами наплавленного металла с помощью введения в покрытие различных легирующих элементов, которые содержат электроды для сварки [10].

Недостатки процесса ручной дуговой сварки:

- Вредные условия труда

- Трудности в получении качественного сварного шва при сварке тонкого материала, из-за невозможности регулирования глубины проплавления металла и скорости плавления электрода

- Качество шва зависит от квалификации сварщика
- Низкие производительность и КПД по сравнению с другими технологиями сварки.

Механизированная сварка плавящимся электродом в среде углекислого газа

Сварка в среде углекислого газа (СО₂) является разновидностью дуговой сварки. Сварка производится с помощью сварочной проволокой диаметром 1,4...2 мм, подающаяся через токоведущий мундштук. Углекислый газ поступает в зону сварки, обтекает сварочную дугу и сварочную ванну, предохраняя расплавленный металл от воздействия атмосферного воздуха.

Для учета минимальной зоны термического влияния и минимального объема сварочной ванны нужно тщательно выбирать оптимальный режим сварки. При многослойной сварке каждый последующий шов следует выполнять после остывания предыдущего. Чтобы ускорить охлаждение можно использовать обдув. Сварку ведут постоянным током обратной полярности. Целесообразно выбирать сварочные проволоки сходные по химическому составу с основным металлом. Для получения качественных швов при сварке стали 30ХГСА применяют проволоки Св-18ХГСА [11].

Основные достоинства сварки в среде СО₂ [12]:

- получение сварного шва высокого качества;
- при высокой производительности по сравнению с ручной дуговой сваркой благодаря применению высокой плотности тока (100...200 А/мм²) обеспечивает получение высококачественных сварных соединений из различных металлов;
- по сравнению с ручной дуговой сваркой имеет лучшие условия труда;

– в отличие от сварки под слоем флюса возможно визуальное наблюдение за процессом горения дуги и образования шва, что особенно важно при механизированной сварке;

– возможна сварка во всех пространственных положениях, в отличие от сварки под слоем флюса;

К недостаткам относится возможность сдувание струи газа при ветре или сквозняке. Это ухудшает защитное действие газа и качество сварного шва. Кроме того, сварка в углекислом газе возможна только при постоянном токе и дает менее гладкую поверхность шва, чем сварка под флюсом.

Сварка под флюсом

Конструктивные элементы подготовки кромок для сварки под флюсом выполняют в соответствии с ГОСТ 8713-79. При механизированной сварке под флюсом необходимы техника и режимы сварки, при которых доля основного металла в шве была бы минимальной, а также подготовка кромок. Но все это повышает вероятность образования в сварочных швах горячих трещин. Выбор флюса осуществляется в зависимости от марки электродной проволоки. При использовании низколегированных проволок лучшие результаты обеспечивает применение низкокремнистых и низкомарганцовистых флюсов. При использовании низкоуглеродистой проволоки сварку выполняют под кислыми высоко- и среднемарганцовистыми флюсами. Сварку среднелегированных высокопрочных сталей проволокой марок Св-18ХГСА или Св-10ХГ2С производят только под безокислительными или слабо окислительными основными флюсами [13]

К преимуществам данного способа сварки можно отнести [14]:

1. Применение флюса повышает качество сварки благодаря тому, что вокруг зоны сварки образует защитную плёнку и препятствует проникновению в неё окружающего воздуха. Также, флюс, на поверхности расплавленного металла препятствует быстрому остыванию жидкого металла и обладает низкой теплопроводностью. Вследствие этого неметаллические включения и газы

успевают всплыть на поверхность сварочной ванны и выйти из неё до кристаллизации металла.

2. Имеет высокую производительность, которая превышает производительность ручной дуговой сварки в 5-10 раз. Это достигается за счёт использования сварочного тока значительной силы и за счёт глубокого проплавления свариваемого металла. А также за счёт того, что отсутствуют разбрызгивание металла и угар, а, следовательно, исключаются потери металла.

3. Процесс автоматической сварки под флюсом полностью механизирован, это позволяет уменьшить дорогостоящий и трудоёмкий ручной труд, в следствии этого возможно снизить квалификацию сварщика. А технология ручной дуговой сварки требует сварщика более высокой квалификации, так как подразумевает ручной труд.

4. При данном способе сварки не требуется специальной маски или очков для защиты глаз, так как дуга находится под слоем флюса, она не видна оператору, в следствии чего, исключено её воздействие на глаза.

Недостатком сварки под слоем флюса является возможность сварки швов только в нижнем положении, или при небольших наклонах сварных кромок, на угол не более 15° . Данный недостаток обусловлен недостаточной маневренностью сварочных автоматов из-за их конструктивных особенностей. Но с ростом технического прогресса подобный недостаток будет устранён.

Все три способа являются эффективными, но из-за того, что длина сварного шва короткая, использование сварки под флюсом будет не целесообразно, т.к. будет занимать большое количество времени на подготовку к сварке. Лучшим способом сварки из представленных будет механизированная сварка в среде защитных газов.

3.2 Выбор сварочных материалов

Сварку легированных сталей производят проволоками составом, близким к свариваемой стали. Сварку среднелегированных конструкционных сталей (30ХГСА)

Выбор сварочных материалов проводится с выполнением следующих условий:

- бездефектный сварочный шов;
- оптимальный химический состав металла шва;
- устойчивость сварных соединений при нагрузках.

Выбор сварочной проволоки

Таблица 3.2.1 – Химический состав сварочной проволоки, % [2]

Марка проволоки	Химический состав, %						
	сера	фосфор	углерод	марганец	никель	хром	кремний
	Не более						
Св-08А	0,03	0,03	Не более 0,1	0,35-0,60	Не более 0,1	Не более 0,1	Не более 0,1
Св-10Г2	0,03	0,03	Не более 0,12	1,5- 1,9	Не более 0,1	Не более 0,1	Не более 0,1
Св-18ХГСА	0,025	0,03	0,15-0,22	0.8- 1.1	Не более 0,3	0.8-1.1	0.9-1.2

Из представленных сварочных проволок была выбрана Св-18ХГСА, так как эта марка наиболее подходит по химическому составу с основным металлом.

Выбор защитного газа

Для того, чтобы выбрать защитный газ, нужно рассмотреть несколько видов газов и газовых смесей для среднелегированных сталей и сравнить их особенности.

Таблица 3.2.2 – Особенности защитных газов и газовых смесей [15]

Защитный газ	Особенности в процессе сварки
CO ₂	Глубокое проплавление, большая скорость сварки
Ar + CO ₂	Достаточная прочность, небольшое разбрызгивание по контуру сварного соединения, высокая устойчивость дуги

Из представленных различных газовых смесей, можно сделать вывод, что для сварки данной детали можно выбрать любую из вышеперечисленных. Но, хоть Ar + CO₂ выходит дороже, чем чистый углекислый газ, будет выбран именно он, так как качество сварного шва будет значительно лучше.

3.3 Расчёт параметров режима сварки

Режим сварки- это совокупность основных и дополнительных характеристик сварочного процесса, которые обеспечивают получение сварных швов заданных размеров, формы и качества.

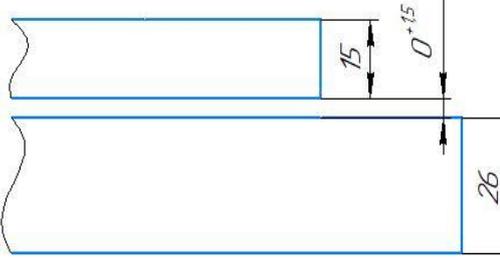
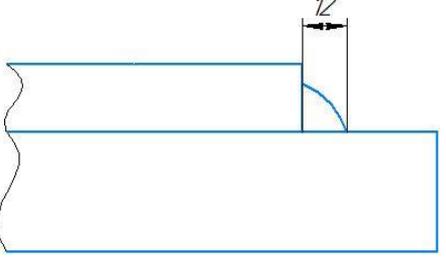
Расчет режимов сварки нужно начинать с определения геометрических размеров шва. Конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварного шва выбираются по меньшей толщине.

При механизированной сварке в среде углекислого газа плавящимся электродом, в соответствии с ГОСТ 14771-76, установлены следующие размеры подготовки кромок под сварку и размеры сварного шва, представленные в таблице 3.3.1.

Таблица 3.3.1 - Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. [16]

Условное	Конструктивные элементы
----------	-------------------------

Продолжение таблицы 3.3.1

Обозначение сварного соединения	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения
Н1		

Рассчитаем основные параметры сварки.

В основу выбора диаметра электродной проволоки при сварке и наплавке в углекислом газе положены те же принципы, что и при выборе диаметра электрода при ручной дуговой сварке, таким образом, для данной толщины деталей выбираем проволоку диаметром $d_{эл} = 2$ мм. Плотность тока j при сварке в среде CO_2 принимают от 110 до 130 А/мм². Плотность тока примем $j = 120$ А/мм²

Рассчитаем величину сварочного тока I_{CB} :

$$I_{CB} = \frac{\pi \cdot d_{эл}^2}{4} \cdot j \quad (1)$$

Подставив значения в формулу (1), определим силу тока:

$$I_{CB} = \frac{3,14 \cdot 4}{4} \cdot 120 = 376 A$$

Определим напряжение на дуге:

$$U_{д} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d_{эл}^{0,5}} \cdot I_{CB} \pm 1 \quad (2)$$

Подставив значения в формулу (2), получим:

$$U_{д} = (20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{2^{0,5}} \cdot 376) \pm 1 = 33 \pm 1 B$$

Определим скорость сварки по формуле:

$$v_{CB} = \frac{A}{I_{CB}} \quad (3)$$

где значение A принимают в зависимости от $d_{эл}$ согласно [17]; При $d_{эл} = 2$ мм, принимаем $A = 8000$ А·м/ч

Подставив значения в формулу (3), получаем:

$$v_{CB} = \frac{8000}{376} = 22 \text{ м/ч}$$

Рассчитаем погонную энергию q_{II} по формуле:

$$q_{II} = \frac{0.24 \cdot I_{CB} \cdot U_{д} \cdot \eta_u}{v_{CB}} \quad (4)$$

где $\eta_u = 0.8 - 0.9$ при сварке в CO_2 плавящимся электродом

Подставив известные значения, получаем:

$$q_{II} = \frac{0.24 \cdot 376 \cdot 33 \cdot 0.85}{22} = 115$$

Определяем коэффициент формы провара:

$$\psi_{II} = K^* (19 - 0.01 \cdot I_{CB}) \cdot \frac{d_{эл} \cdot U_{д}}{I_{CB}} \quad (5)$$

где значение K^* в зависимости от рода и полярности тока определяется согласно таблицы 2.4 [17], принимаем $K^* = 0.8$, тогда подставив все значения найдём коэффициент формы провара:

$$\psi_{II} = 0.8 \cdot (19 - 0.01 \cdot 376) \cdot \frac{2 \cdot 33}{376} = 2.14$$

Для механизированной сварки ψ_{II} должен находиться в пределах 0.8 – 4.

Расчётный коэффициент формы провара $\psi_{II} = 2.14$ соответствует заданным границам.

Если известен катет шва (K), то площадь поперечного сечения наплавленного металла определяется по формуле:

$$F_n = \frac{K^2}{2} = 32 \text{ мм}^2$$

Принимаем вылет электрода $l = 20$ мм, согласно [17]

Определим коэффициент расплавления α_p :

$$\alpha_p = \alpha_p^s + \alpha_p^T \quad (6)$$

где α_p^T – составляющая коэффициента расплавления, зависящая от тепловложения вследствие предварительного нагрева вылета электрода протекающим током, г/А·ч;

α_p^s – составляющая коэффициента расплавления, обусловленная тепловложением дуги, г/А·ч.

При сварке постоянным током обратной полярности:

$$\alpha_p^s = 11.6 \pm 0.4 \approx 12 \text{ г/А} \cdot \text{ч} \quad (7)$$

Величина составляющей α_p^T может быть рассчитана по уравнению:

$$\alpha_p^T = 3.1 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{I_{CB}} \cdot \frac{l}{d_{эл}^2} = 3.1 \cdot 10^{-4} \cdot \sqrt{376} \cdot 4 = 0.03 \text{ г/А} \cdot \text{ч} \quad (8)$$

Подставив значения в формулу (6), получим:

$$\alpha_p = 12 + 0.03 = 12.03 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

Определим коэффициент наплавки α_H :

$$\alpha_H = \alpha_p (1 - \psi) \quad (9)$$

где ψ – коэффициент потерь, который определяется по формуле:

$$\psi = -4.72 + 17.6 \cdot 10^{-2} \cdot j - 4.48 \cdot 10^{-4} \cdot j^2 \quad (10)$$

$$\psi = -4.72 + 17.6 \cdot 10^{-2} \cdot 120 - 4.48 \cdot 10^{-4} \cdot 120^2 = 9,9\%$$

Подставив значения в формулу (9), определим коэффициент наплавки

α_H

$$\alpha_H = 12.03 \cdot (1 - 0.099) = 10.84 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

Определим скорость подачи электродной проволоки:

$$v_{п.э.} = \frac{4 \cdot \alpha_H \cdot I_{CB}}{\pi \cdot d_{эл}^2 \cdot \gamma} \quad (11)$$

где γ – удельный вес металла, г/м³ (Для 30ХГСА, $\gamma = 7850000$ г/м³).

Следовательно, скорость подачи равна электродной проволоки:

$$v_{п.э.} = \frac{4 \cdot 10.84 \cdot 376}{3,14 \cdot 0.002^2 \cdot 7850000} = 165 \text{ м/ч}$$

С помощью данных режимов получили нужные геометрические параметры шва ГОСТом 14771-76.

3.4 Выбор сварочного оборудования

3.4.1 Выбор источника питания

Сварочный выпрямитель ВДУ-506С предназначен для комплектации полуавтоматов дуговой сварки. Выпрямитель вместе с полуавтоматом предназначен для полуавтоматической сварки в среде защитных газов на постоянном токе (режим МИГ/МАГ). ВДУ-506С может быть использован в качестве источника сварочного напряжения в составе сварочных автоматов, роботов и т.п.

Основные особенности:

- Универсальный, так как имеет два вида внешних характеристик: жесткие и падающие;
- Легкое зажигание и устойчивое горение дуги;
- Улучшенные динамические свойства сварочного процесса;
- Плавная регулировка сварочного тока в режиме ММА и сварочного напряжения в режиме МИГ/МАГ;
- Наличие термозащиты от перегрузки.

Таблица 3.4.1.1 – Технические характеристики ВДУ-506С [18]

Сварочный ток, А	500
Количество постов сварки	1
Напряжение питания, В	380
Потребляемая мощность, кВт	26,4
Частота сети, Гц	50
Пределы регулирования сварочного тока, А	30- 510

Продолжение таблицы 3.4.1.1

Напряжение холостого хода, В	12- 85
Номинальное рабочее напряжение, В	11-40
Габаритные размеры, мм	840x530x850
Вес, кг	230

Инверторный сварочный аппарат Сварог MIG 500 предназначен для полуавтоматической сварки в среде защитных газов (MIG/MAG), сварки порошковой проволокой (FCAW), а также ручной дуговой сварки покрытым электродом (ММА). Аппарат имеет синергетические настройки, что позволяет в несколько нажатий начать работу. Оборудование позволяет сваривать различные типы сталей.

Основные особенности:

- Плавная регулировка скорости подачи проволоки;
- Плавная регулировка напряжения на дуге;
- Имеет мощные вентиляторы охлаждения;
- Имеет режим заварки кратера.

Таблица 3.4.1.2 – Технические характеристики Сварог MIG 500 [19]

Сварочный ток, А	500
Количество постов сварки	1
Напряжение питания, В	380
Потребляемая мощность, кВт	26,7
Частота сети, Гц	50
Пределы регулирования сварочного тока, А	60- 500
Напряжение холостого хода, В	12- 83
Номинальное рабочее напряжение, В	21,2 - 40
Габаритные размеры, мм	625x336x670
Вес, кг	53

Оба источника питания удовлетворяют требованиям для сварки данной конструкции. Но Сварог MIG 500 имеет меньшие габариты и массу, что очень важно при организации рабочего места сварщика, а также возможности транспортирования источника питания.

3.4.2 Выбор механизма подачи проволоки

WF-23A – данная модель для подачи проволоки отлично подходит для источника питания Сварог MIG 500 [19].

Основные особенности:

- Наличие регулируемых режимов «Мягкий старт», «Время растяжк дуги», «Продувка газа до и после сварки»;
- Стабильная скорость подачи сварочной проволоки при длине шлейфа горелки 3-5 м и изгибах шлейфа;
- Плавная скорости подачи электродной проволоки с подающего механизма, а также регулировка выходного напряжения сварочного источника;
- Наличие режимов заправки проволоки проверки подачи газа;
- Использование 4-х роликового механизма подачи, который обеспечивает повышенное тяговое усилие и возможность работы с горелками длиной до 5м;
- Габаритные размеры: 670x270x450;
- Вес: 14,1 кг;
- Скорость подачи проволоки: 0,5 – 23,5 м/мин.

3.5 Деформации и напряжения при сварке и меры борьбы с ними

Сварка вызывает возникновение в деталях собственных напряжений. Собственные напряжения вызывают значительные деформации детали и снижают ее работоспособности.

Основные причины возникновения деформаций и напряжений следующие:

- при быстром охлаждении возникают структурные изменения, когда перлитно-ферритная или аустенитная структура околошовной зоны переходит в мартенситную, объем которой больше объема исходной структуры [20].

-неравномерный нагрев металла. Местный нагрев металла в зоне сварки до высокой температуры и затем быстрое охлаждение приводят к образованию тепловых напряжений;

-линейная усадка наплавленного металла. Металл при затвердевании уменьшается в объеме, но так как он связан с основным металлом детали, то в переходной зоне возникают внутренние напряжения растяжения;

Меры борьбы со сварочными напряжениями и деформациями

Для снижения собственных напряжений используют подогрев детали из стали 30ХГСА перед сваркой и медленное охлаждение после нее. Предварительный подогрев применяется для снижения тепловых и усадочных напряжений, а медленное охлаждение нужно для предотвращения структурных превращений, особенно в околошовной зоне.

Также, не позднее чем через 8 часов после сварки 30ХГСА нужно подвергнуть сварные узлы закалке и высокому отпуску – закалка 30ХГСА осуществляется с нагревом до 880 градусов Цельсия, и впоследствии изделие из 30ХГСА охлаждается в масле при температуре от 20 до 50 градусов. Отпуск проводится путем нагрева изделия из 30ХГСА до 400-600 градусов и дальнейшего его охлаждения в горячей воде. Саму же сварку 30ХГСА необходимо проводить быстро, не задерживая пламя горелки на одном месте, чтобы избежать выгорания легирующих добавок.

Детали подогревают с помощью индукторов, многопламенных и однопламенных газовых горелок, специальных печей и т. п. Применение предварительного нагрева, отпуска и термообработки значительно усложняет технологический процесс и, как следствие, снижает производительность.

FUBAG PLASMA 65 T. План раскроя изображен на ФЮРА.20190.001 и ФЮРА.20190.002.

После плазменной резке торцы заготовок нуждаются в обработке. Так как детали имеют круглую форму, то обработку их лучше всего производить на токарно- карусельном станке с числовым программным управлением. Согласно заданному чертежу нужно сделать отверстия. Они будут выполняться на сверлильном станке согласно ФЮРА.20190.003 и ФЮРА.20190.004.

3.7 Сборочные и сварочные операции

При сборке необходимо погрузить подготовленные заготовки на сборочный стан, для дальнейшей компоновки и выполнения прихваток с последующим наложением сварных швов.

После укладки заготовок на сборочный стенд, необходимо выставить одну деталь относительно другой согласно чертежу, так как обе детали имеют отверстия, то с их помощью и стержней меньшего диаметра можно ровно собрать конструкцию и выставить необходимый зазор, равен $0+2,0$ мм; после чего необходимо поставить прихватки.

Прихватки выполняются механизированной дуговой сваркой плавящимся электродом в среде защитного газа CO_2 . Прихватки выполняются длиной 20-30 мм; с расстоянием между прихватками 70-80 мм, высотой 3-6 мм, при наложении основного шва прихватки должны быть полностью переплавлены. В местах наложения прихваток необходим предварительный подогрев до температуры $300-350^{\circ}C$ с помощью газовой горелки. Прихватки выполнять в порядке указанном в ФЮРА.20190.005. После окончания сварки со шва и околошовной зоны должны быть удалены наплывы и брызги металла.

Сварку будет выполнять один сварщик по схеме указанной в ФЮРА.20190.006. В зоне сварки обязателен предварительный подогрев до температуры $300 - 350^{\circ}C$. Для получения качественного соединения и катета равного 12 мм нужно произвести два прохода.

3.8 Контроль качества

Согласно РД 03-606-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю» проверяется поставка материала на входном контроле. Проверяется сертификат, который содержит информацию о марке стали, габаритных размерах изделия, химическом составе и содержании вредных примесей. Перед сборкой проверяется фактическое состояние изделий, определяется наличие недопустимых забоин и царапин. Также проверяется состояние изделий после сборки и после сварки.

Существует много методов контроля сварных соединений на наличие дефектов, для данного основания будет выбран капиллярный метод контроля.

Он позволяет выявить дефекты сварного шва при одностороннем доступе к поверхности шва. Цветной капиллярный метод проводится согласно ГОСТ 18442-80 «Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования», который содержит общие сведения и область применения, перечень применяемых дефектоскопических материалов, описание этапов проведения контроля, а также порог чувствительности метода. Класс чувствительности объем, периодичность и нормы оценки качества, согласно этому госту, устанавливает разработчик объекта контроля или материала, подлежащего контролю.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка технологии сборки и сварки основания для механизма поворота подъемно – транспортного сооружения, выполненного из высокопрочной стали группы М03» выполняется в рамках научно-исследовательской работы для организации. Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники организации.

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо провести его сегментирование.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).

Таблица 4.1.1 - Сегментирование рынка

		Показатель		
		Низкий	Средний	Высокий
Технологические свойства	Скорость сварки	3	2	1
	Качество сварного	3	1	2
	Удобство для рабочих	2	3	1

1. Механизированная сварка в среде защитных газов– 1
2. Сварка под флюсом – 2
3. Ручная дуговая сварка– 3

Результат сегментирования показал, что уровень конкуренции низок. Механизированная сварка в среде защитных газов, как видно из

сегментирования, наилучший способ сварки из представленных, с помощью которого возможно получать качественные сварные соединения.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Экспертная оценка основных технических характеристик данных продуктов представлена в таблице 4.1.2.

Таблица 4.1.2 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобства в эксплуатации	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
2. Затраты сварочного материала	0,2	4	5	4	0,8	1	0,8
3. Качество сварного соединения	0,2	5	4	3	1	0,8	0,6
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,1	4	5	4	0,4	0,5	0,4
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
3. Конкурентоспособность работы	0,3	5	4	3	1,5	1,2	0,9
Итого	1	28	25	22	4,7	4,2	3,5

где Б_ф – Механизированная сварка в среде защитных газов;

Б_{к1} – Сварка под флюсом;

Б_{к2} – Ручная дуговая сварка.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Анализ конкурентных технических решений определили по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (12)$$

где K – конкурентоспособность разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

По результатам расчетов можно сделать вывод, что предложенный метод, конкурентоспособен, по сравнению с аналогичными видами сварки. Основные преимущества наблюдаются в качестве сварного соединения и удобства в эксплуатации.

4.1.3 SWOT – анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Матрица составляется на основе анализа рынка и конкурентных технических решений, и показывает сильные и слабые стороны проекта, возможности и угрозы для разработки.

SWOT-анализ используется для определения слабых и сильных сторон проекта, таблица 4.1.3.

Таблица 4.1.3 - Матрица SWOT- анализа

	Сильные стороны	Слабые стороны
	С1. Широкая область применения С2. Высокая ресурсоэффективность С3. Удобное местоположение предпри	Сл1. Текучесть кадров Сл2. Дефицит квалифицированного персонала Сл3. Внедрение новых технологий

Продолжение таблицы 4.1.3

	предприятия С4. Функциональная мощность	Сл4. Сложность транспортировки продукции
Возможности	Повышение конкурентоспособности за счет разработки новых технологий и применения новых источников питания.	Качественная работа с потенциальными потребителями. Расширение сетевых активов. Работа с потенциальными инвесторами.
В1. Получение финансирования проекта В2. Использование новых источников питания В3. Регулирование производительности В4. Получение качественных сварных соединений		
Угрозы	Анализ деятельности новых игроков на рынке. Своевременное обучение и повышение квалификации персонала.	Своевременное обновление оборудования. Решение проблем с транспортной логистикой
У1. Новые игроки на рынке У2. Нестабильная ситуация в экономике У3. Быстрое устаревание оборудования У4. Ограничение экспорта продукции		

По итогам проведения SWOT-анализа были выявлены основные проблемы, с которыми сталкивается или может столкнуться в будущем предприятие, применяя механизированную сварку в среде защитных газов. Из матрицы SWOT видно, что необходимо сделать упор на такие сильные стороны, как высокая ресурсоэффективность, широкая область применения, так как именно эти сильные стороны проекта связаны с наибольшим количеством возможностей. Что касается слабых стороны, необходимо обратить внимание на улучшение технических параметров и на создании научной группы из квалифицированных работников. Работа над этими недостатками позволит повысить конкурентоспособность, уменьшить влияние внешних угроз на проект.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей. Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 4.2.1.

Таблица 4.2.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание проекта	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Инженер
	4	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Инженер
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Изучение установки	
Оценка полученных результатов	9	Анализ результатов	Руководитель, инженер
	10	Вывод по цели	

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоёмкости работ каждого из участников исследования.

Трудоёмкость выполнения исследования оценивается экспертным путём в силу вероятностного характера величины. За единицу измерения трудоёмкости принимаются человеко-дни. Ожидаемая трудоёмкость рассчитывается по формуле:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{\min\ i} \cdot 2t_{\max\ i}}{5} \quad (13)$$

где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы человеко-дней;

$t_{\min\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), человеко-дней;

$t_{\max\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), человеко-дней.

Исходя из ожидаемой трудоемкости определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{ч_i} \quad (14)$$

где $ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, человек.

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (15)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (16)$$

где $T_{\text{кал}} = 366$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}} = 78$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}} = 26$ – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 78 - 26} = 1,4$$

С учетом приведенных выше формул составляется расчетная таблица 4.2.3. Диаграмма Ганта, представляющая собой календарный график работ, приведена в таблице 4.2.4.

Таблица 4.2.3 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работы									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в рабочих дня T_{ki}				
	t_{min} , человеко-дни			t_{max} , человеко-дни			$t_{ож}$, человеко-дни				Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3									
Разработка технического задания	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	Руководитель			2	2	2	3	3	3
Анализ актуальности темы	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель–инженер			1	1	1	2	2	2
Поиск и изучение материала по теме	2	2	2	4	4	4	2,8	2,8	2,8	Инженер-руководитель			2	2	2	3	3	3
Выбор направления исследований	1	3	2	3	4	3	1,8	3,4	2,4	Руководитель			2	4	3	3	6	5
Календарное планирование работ	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	Руководитель			2	2	2	3	3	3
Изучение литературы по теме	6	6	6	12	12	12	8,4	8,4	8,4	Инженер			9	9	9	13	13	13
Подбор нормативных документов	4	5	5	8	10	9	5,6	7	6,6	Инженер -руководитель			3	4	4	5	6	6
Изучение результатов	2	3	3	3	4	4	2,4	3,4	3,4	Инженер			3	4	4	5	6	6
Проведение расчётов по теме	4	5	5	8	9	9	5,6	6,6	6,6	Инженер			6	7	7	9	10	10
Анализ результатов	2	2	2	5	6	5	3,2	3,6	3,2	Инженер -руководитель			2	2	2	3	3	3
Вывод по цели	1	2	2	4	5	5	2,2	3,2	3,2	Инженер			3	4	4	5	6	6

Таблица 4.2.3.1 – Календарный план-график проведения ВКР по теме

№ Работ	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кол- во дней	Продолжительность выполнения работ										
				Март			Апрель			Май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Разработка технического задания	Руководитель	3	■										
2	Анализ актуальности темы	Руководитель – инженер	2	■	■									
3	Поиск и изучение материала по теме	Руководитель	3		■									
4	Выбор направления исследований	Руководитель	3			■								
5	Календарное планирование работ	Руководитель	3			■								
6	Изучение литературы по теме	Инженер	13				■							
7	Подбор нормативных документов	Инженер - руководитель	5				■	■						
10	Изучение результатов	Инженер	5							■				
11	Проведение расчётов по теме	Инженер	9								■			
12	Анализ результатов	Инженер - руководитель	3								■	■		
13	Вывод по цели	Инженер	5										■	

■ - Инженер; ■ - Руководитель

4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- Материальные затраты НТИ;
- Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных работ);
- Основная заработная плата исполнителей темы;
- Дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- Затраты на научные и производственные командировки;
- Накладные расходы.

4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх\ i} \quad (17)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расх\ i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования;

$k_T = 15\%$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы;

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материалов.

Значения цен на материальные ресурсы установлены по данным, размещенным на сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями.

В таблицы 4.3.1 представлены стоимость материалов, используемых при разработке проекта.

Таблица 4.3.1 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (З _м), руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Бумага	Упаковок	1	1	1	400	400	400	460	460	460
Электроды	Упаковок	-	-	1	-	-	970	-	-	1115,5
Сварочная проволока	кг	0,5	0,5	-	607,8	607,8	-	350	350	-
Защитный газ	литр	23	-	-	12	-	-	317,4	-	-
Флюс	кг	-	2	-	-	200	-	-	460	-
Картридж для принтера	Штук	1	1	1	1000	1000	1000	1150	1150	1150
Интернет	М/бит (пакет)	1	1	1	300	300	300	345	345	345
Итого								2622	2765	3070,5

4.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по конкретной теме. Стоимость определяется по действующим прейскурантам, также учтены затраты на доставку и монтаж в размере 15% от цены.

Все расчеты сведены в таблице 4.3.2.

Таблица 4.3.2 - Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Количество единиц оборудования			Цена за единицы оборудования, тыс. руб.			Общая стоимость оборудования, тыс руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Источник питания	1	-	-	70	-	-	80,5	-	-
Итого								80,5	-	-

4.3.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей

ТЕМЫ

Оклад научного руководителя составляет 40000 рублей. Оклад инженера 23200 рублей. В 2020 году с учётом 48-дневного отпуска 252 рабочих дня. Среднее количество рабочих дней в месяце составит 21 день. Среднедневная заработная плата для руководителя составит 1904,76 рублей в день, для инженера – 1104,76 рублей в день.

Зарботная плата включает в себя основную и дополнительную части. При этом основная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{осн} = ЗП_{дн} \cdot T_{РД} \cdot (1 + K_{пр} + K_{\partial}) \cdot K_p, \quad (18)$$

где $ЗП_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.;

$T_{РД}$ – трудоёмкость выполнения работы в рабочих днях;

$K_{пр}$ – коэффициент премирования;

K_{∂} – коэффициент доплат;

K_p – районный коэффициент.

Результаты расчёта основной заработной платы по формуле 18 приведены в табл. 4.3.3.

Таблица 4.3.3– Расчет основной заработной платы

Исполнители	$ЗП_{дн}$	K_p	K_{∂}	$K_{пр}$	$T_{РД}$	$ЗП_{осн}$, руб
Руководитель	1904,76	0,3	0,2	1,3	28	39999,96
Инженер	1104,76	0,3	0,2	1,3	40	33142,8
Итого						73142,76

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{дон} = K_{дон} \cdot З_{осн} \quad (19)$$

где $K_{дон}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Таким образом, дополнительная заработная плата руководителя составляет 4800 рублей, а инженера 3977 рублей, а общая заработная плата руководителя равна 44800 рублей, инженера – 37119,8 рублей.

4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) \quad (20)$$

где $k_{внеб} = 30,2\%$ - коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный, ОМС и пр.).

На 2020 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, в 2015 году водится пониженная ставка – 28%.

Таблица 1.3.4 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	39999,96	4800
Инженер	33142,8	3977
Коэффициент отчислений	0,302	
Итого	24739,77	

4.3.5 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{накл} = (\sum статеи) \cdot k_{нр} \quad (21)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.
 Таким образом, наибольшие накладные расходы при первом исполнении равны:

$$Z_{\text{накл}} = 189781,53 \cdot 0,16 = 30365,04 \text{ руб.}$$

4.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 4.3.6

Таблица 4.3.6 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИИ	2622	Пункт 1.3.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	80500	Пункт 1.3.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	73142,76	Пункт 1.3.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	8777	Пункт 1.3.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	24739,77	Пункт 1.3.5
6. Накладные расходы	30365,04	16% от суммы ст. 1-5
7. Бюджет затрат НИИ	220146,57	Сумма ст.1-6

4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождения связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{фин пр}}^{\text{исп. } i} = \frac{\Phi_{p i}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (22)$$

где $I_{\text{фин пр}}^{\text{исп. } i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{p i}$ – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Таблица 4.4 - расчет интегрального финансового показателя

	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
--	--------	--------	--------

Продолжение таблицы 4.4

Стоимость выполнения, руб	220146,57	190000	210000
$I_{финр}^{испi}$	1	0,86	0,95

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (23)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспериментальным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Таблица 4.4.1 – сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп. 2	Исп.3
1. Сварочный материал	0,3	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации	0,25	5	3	4
3. Защитный газ	0,2	4	2	3
4. Улучшение установки	0,25	4	5	5
Итого	1	4,55	3,3	4,05

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{р-исп.i}}{I_{фин пр}} \quad (24)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки, позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.i}}{I_{исп.max}} \quad (25)$$

Таблица 4.4.2 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,86	0,95
2	Интегральный показатель Ресурсоэффективности разработки	4,55	3,3	4,05
3	Интегральный показатель эффективности	4,55	3,79	4,22
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,83	0,93

Сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что реализация технологии в первом исполнении является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Выводы

В данном разделе был выполнен анализ ресурсоэффективности и ресурсосбережения научно-исследовательской работы – разработки технологии

сборки и сварки основания для механизма поворота подъемно – транспортного сооружения, выполненного из высокопрочной стали группы М03, путём механизированной сварки в среде защитных газов:

1. Выявлены потенциальные потребители результатов исследования. Данная разработка будет применена на промышленном предприятии АО НПФ «Микран».

2. Проведён анализ конкурентных технических решений. Выявлено три метода сварки, с помощью которых возможно реализовать разработку. Механизированная сварка в среде защитных газов является наиболее конкурентно способной. Основные преимущества наблюдаются в качестве сварного соединения и удобства в эксплуатации. .

3. В ходе SWOT-анализа основными угрозами обозначены: нестабильная ситуация в экономике, быстрое устаревание оборудования. Основной упор необходимо сделать упор на такие сильные стороны, как высокая ресурсоэффективность, широкая область применения, так как именно эти сильные стороны проекта связаны с наибольшим количеством возможностей.

4. Подсчёт затрат на разработку позволяет заключить, что основной статьёй расходов в научно-исследовательской работе является заработная плата исполнителей: основная – 73142,76 руб. (33,22%), дополнительная – 8777 руб. (4%). На втором месте затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ – 80500 руб. (36,57%). Затем идут накладные расходы – 30365,04 руб. (13,8%). Меньше всего средств уходит на отчисления во внебюджетные фонды – 24739,77 (11,2%) и на материальные затраты – 2622 руб. (1,2%). Общий бюджет разработки составил 220146,57 руб.

5. В подразделе 1.4 оценена экономическая эффективность разработки. Разрабатываемая технология является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

По произведенному анализу видим, что механизированная сварка в среде защитных газов – является эффективным методом для сварки основания из высокопрочной стали и способна занять свое место на рынке

5. Социальная ответственность

Научно-исследовательская работа направлена на разработку технологии сборки и сварки основания для механизма поворота подъемно – транспортного сооружения.

Сборка и сварка основания из высокопрочной стали будет производится внутри помещения.

Выполнение работ включают работу на аппарате плазменной резке, оборудовании для механизированной сварке в среде защитных газов.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Согласно ТК РФ, N 197 –ФЗ [21] работник АО НПФ «Микран», имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

В данном разделе рассматривается вопрос охраны труда инженера сварочного производства на стадии сварки основания. Рабочим местом работника на сварочном участке является специальное приспособление, которое представляет собой сварочный стол, площадь которого составляет 54,4 м². Рабочие места для механизированной сварки в среде защитных газов должны защищаться стационарными или переносными светонепроницаемыми ограждениями из несгорающих материалов, высота которых должна быть не менее 2,5 м.

Ширина проходов по периметру сварочного стола должна быть не менее 1 м.

Полы для производственных помещений для выполнения механизированной сварки в среде защитных газов должны быть изготовлены из несгорающих материалов с малым коэффициентом теплопроводности. Пол должен иметь ровную не скользкую и не токопроводящую поверхность.

5.2 Производственная безопасность

Рассматриваемая в настоящей выпускной квалификационной работе металлоконструкция выступает в качестве двух свариваемых деталей, к которой применяют заготовительные, сборочные и сварочные операции, подразумевающие использование различного рода машины и механизмы, электроинструменты и электрооборудование. Следовательно, необходимо и целесообразно рассмотреть, и проанализировать опасные и вредные факторы, которые могут возникнуть при проведении необходимых производственных операций по созданию металлоконструкции, в целях определения методов минимизации этих факторов и защиты от них.

5.2.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [22]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы:

Таблица 5.2.1 - Опасные и вредные факторы при выполнении работ по сборке и сварке основания

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Заготовительные операции/ резка/очистка поверхности металла от загрязнений и включений;	<ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенный уровень шума и вибраций 2. Загрязнение воздуха металлической пылью 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Поражение электрическим током 2. Термическая опасность 2. Пожаро- взрывоопасность. 	СП 2.2.2.1327 – 03 [23] ГОСТ Р 12.1.019-2009 [24] ГОСТ 12.4.021-75 [25]
2. Сборочные/ сварочные операции.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Загрязнение воздуха рабочей зоны металлической аэрозолью 2. Повышенное содержание ультрафиолетового излучения в рабочей зоне 3. Повышенная физическая нагрузка 4. Неудовлетворительный уровень оснащенности рабочего участка 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Поражение электрическим током 2. Термическая опасность 3. Пожаровзрывоопасность 	СП 2.2.2.1327 – 03 [23] ГОСТ Р 12.1.019-2009 [24] ГОСТ 12.4.021-75 [25]

5.2.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

Как было отмечено ранее, есть необходимость в более подробном рассмотрении перечня опасных и вредных факторов, которые могут возникнуть при проведении требуемых производственных операций по созданию данной металлоконструкции. Детальный анализ с применением технической документации поможет разработать план действий мероприятий по снижению вредоносного воздействия факторов производства. Это создаст благоприятную рабочую среду, которая снизит уровень утомляемости работников и увеличит показатель производительности труда.

5.2.2.1 Производственный шум рабочего участка

Основными источниками шума при проведении заготовительных и сборочно-сварочных операций по созданию основания из высокопрочной стали являются станки для обработки металла, подвижные передвигающиеся части машин и механизмов, сварочная дуга и шум, издаваемый источником питания сварочной дуги.

Шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может вредно влиять на органы человека. Шумовое воздействие ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации. Длительное воздействие шума на человека приводит его в состояние утомления, следовательно, при прочих равных условиях существует необходимость в обеспечении работника требуемыми средствами защиты от шумового воздействия, как индивидуальными, так и общетехническими конструктивными методами, и средствами объемно-пространственной шумоизоляции.

Допустимая норма уровня шума регламентируется согласно следующему документу – СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» [26]. Максимальный уровень шума, величина которого колеблется во времени и прерывается, не должна превышать 50-55 дБА.

Максимальный уровень для импульсного шума не должен превышать 125 дБА. Максимальный уровень шума на рабочем месте сварщика не должен превышать 75 дБА.

Для снижения шума в производственных помещениях применяют различные методы коллективной защиты по ГОСТ 12.1.029 [27]. Этими мерами являются:

- уменьшение уровня шума в источнике его возникновения;
- рациональное размещение оборудования;
- борьба с шумом на путях его распространения, в том числе изменение направленности излучения шума;
- использование средств звукоизоляции и звукопоглощения.

Для защиты от шума также широко применяются различные средства индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051 [28].

Согласно [29] уровень шума на рабочем сборочно-сварочном участке цеха составляет не более 80 дБА и соответствует нормам.

5.2.2.2 Воздушная среда и микроклимат. Вентиляция на рабочем месте

При полуавтоматической сварке количество газов и пыли значительно меньше, чем при ручной дуговой, но все же в процессе сварки в воздухе рабочей среды выделяется сварочная пыль. Сварочная пыль представляет собой аэрозоль – взвесь частиц оксидов металлов и минералов в газовой среде. Основными составляющими аэрозоля являются оксиды железа (до 70%), марганца, кремния,

хрома, фтористые и другие соединения. Наиболее вредны соединения хрома, марганца и фтора. На рабочем месте допускаются следующие: предельные концентрации веществ в воздухе (в мг/м³): марганец и его соединения – 0,30; хром и его соединения – 0,10; свинец и его соединения – 0,01; цинковые соединения – 5,00; оксид углерода-20,00; фтористый водород – 0,50; оксид азота – 5,00.

Концентрация нетоксичной пыли более 10 мг/м³ не допускается. Однако если содержание кварца в пыли превышает 10%, то концентрация нетоксичной пыли допускается только до 2 мг/м³.

Нормирование параметров микроклимата заключается в установлении их оптимальных или допустимых величин в отношении конкретных производственных условий. Оно проводится с учетом следующих характеристик: степени тяжести выполняемой работы; времени года; количества избыточного тепла, поступающего в рабочую зону от оборудования (СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [30]).

Оптимальные и допустимые параметры микроклимата в рабочей зоне производственных помещений в теплый и холодный периоды приведены в таблице 5.2.2.2.

Таблица 5.2.2.2 – Оптимальные и допустимые микроклиматические условия в рабочей зоне для помещений (согласно СанПиН 2.2.4.548-96)

	Время года	Категория тяжести работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Оптимальные параметры	Холодная	Тяжелая-III	16-18	40-60	0,3
	Теплая		18-20	40-60	0,4
Допускаемые параметры	Холодная	Тяжелая-III	13-19	75	0,5
	Теплая		15-26	75	0,6-0,5

Эффективным средством нормализации воздуха в производственных помещениях является вентиляция, которая представляет собой комплекс

средств, обеспечивающих воздухообмен, то есть удаление загрязненного нагретого влажного воздуха и подача свежего, чистого воздуха соответствующее нормативным нормам.

Согласно [29] показатели концентрации токсичных веществ и микроклиматические условия на рабочем месте сборочно-сварочного участка цеха не превышает допустимые значения и соответствует нормам.

5.2.2.3 Поражение электрическим током и УФ излучением

Для предотвращения поражения электрическим током, где размещается рабочее место, оборудование должно быть оснащено защитным заземлением, занулением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации. Поражение электрическим током возникает при замыкании электрической цепи сварочного аппарата через тело человека. Причинами являются: недостаточная электрическая изоляция аппаратов и питающих проводов, плохое состояние спецодежды и обуви сварщика, сырость и теснота помещений и другие факторы.

Для предупреждения поражения электрическим током во время проведения электросварочных работ необходимо соблюдать следующие условия:

- корпуса источников питания дуги, сварочного вспомогательного оборудования и свариваемые заготовки должны быть надежно заземлены. Заземление осуществляется медным проводом, один конец которого закрепляется к корпусу источника питания дуги к специальному болту с надписью «Земля», а второй конец присоединяется либо к общей заземляющей шине, либо к металлическому штырю, вбитому в землю;

- для подключения источников сварочного тока к сети должны использоваться настенные ящики с рубильниками, предохранителями и зажимами;

- заземление передвижных источников питания производится до их включения в силовую сеть, а снятие заземления – только после отключения от силовой сети;

- все сварочные провода должны иметь исправную изоляцию и соответствовать применяемым токам. Применение проводов с ветхой и растрепанной изоляцией категорически запрещается;

- спецодежда электросварщика должна быть сухой и исправной. Куртка, брюки, фартук и рукавицы должны быть из брезента или сукна. Ботинки или кожаные сапоги должны иметь кожаную подошву, прикрепленную деревянными гвоздями.

Горение сварочной дуги, помимо инфракрасного излучения и видимого света, сопровождается ультрафиолетовым излучением. Яркость световых лучей значительно превышает норму, допускаемую для человеческого глаза, и поэтому зрительная ответная реакция на дугу производит ослепляющее действие.

Ультрафиолетовые лучи при действии даже в течение нескольких секунд вызывают заболевание глаз, называемое электрофтальмией. Оно сопровождается острой болью, резью в глазах, слезотечением, спазмами век. Более продолжительное облучение ультрафиолетовыми лучами вызывает ожоги кожи. Инфракрасные лучи при длительном воздействии вызывают помутнение хрусталиков глаза (катаракту), а также ожоги кожи лица.

Во избежание последствий облучения ультрафиолетовым излучением кожи и сетчатки глаз необходимо соблюдать технику безопасности на рабочем месте. При проведении сварочных работ сварщик обязан быть обеспечен средствами индивидуальной защиты, сварочной защитной маской и производственной сварочной защитной одеждой. В комплект защитной одежды входят костюм и рукавицы, изготовленные из брезентового материала

5.2.2.4 Освещенность рабочего участка производства

По категории зрительных работ полуавтоматическая сварка относится к восьмой категории – «общее наблюдение за прохождением процесса» (постоянный надзор). Согласно СНиП 23-05-95 [31] требования к освещению помещений промышленных предприятий приведены в таблице 5.2.2.4.

Таблица 5.2.2.4 – Требования к освещению помещения промышленных предприятий

Разряд зрительных работ	Общее наблюдение за прохождением процесса (постоянный надзор)			
Контраст объект с фоном	Независимое от характеристик фона и контрастности объекта			
Характеристика фона				
Искусственное освещение	Освещенность, лк	При системе комбинированного освещения	Всего	-
			В т.ч. от общего	-
		При системе общего освещения		200
	Совокупность нормируемых величин показателя освещенности и коэффициента пульсации		Р	40
		Кп, %	20	
Естественное освещение	При верхнем или комбинированном освещении			3
	При боковом освещении			1
Совмещенное освещение	При верхнем или комбинированном освещении			1,8
	При боковом освещении			0,6

5.3 Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые

источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений.

5.3.1 Влияние производственного процесса на окружающую среду

При выполнении сварочных операций атмосферный воздух загрязняется сварочным аэрозолем. В его составе находятся вредные для здоровья оксиды металлов.

При механизированной сварке в среде углекислого газа плавящейся электродной проволокой Св-18ХГСА значение показателей удельного количества выделяемых загрязняющих веществ в атмосферу не превышает допустимых пределов.

В связи с тем, что при механизированной сварке в среде защитного газа не образуется шлаковая корка, а также отсутствует необходимость в утилизации остатков электродов (по причине их отсутствия) влияние на почвенные и водные ресурсы отсутствуют.

5.3.2 Применяемые мероприятия по защите окружающей среды

Для уменьшения концентрации вредных веществ на рабочих местах при производстве до предельно допустимых величин применяются местные воздухоотводы (вытяжные панели и фильтровытяжные агрегаты, вытяжные шкафы и др.). Задачей вентиляции является обеспечение чистоты воздуха и заданных метеорологических условий в производственных помещениях. Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха. Воздух, удаляемый системами вентиляции и содержащий пыль, вредные или неприятно пахнущие вещества, перед выбросом в атмосферу должен очищаться при помощи фильтрующих материалов и устройств с целью обеспечения минимального

нецеленаправленного распространения выбрасываемых вредных веществ в атмосферный воздух близлежащих населенных пунктов

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении электросварочных работ на производстве

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-94 ЧС [32] - это нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте или определенной территории (акватории), вызванное аварией, катастрофой, стихийным или экологическим бедствием, эпидемией, эпизоотией (болезнь животных), эпифитотией (поражение растений), применением возможным противником современных средств поражения и приведшее или могущее привести к людским или материальным потерям.

Наиболее вероятными чрезвычайными ситуациями на машиностроительном производстве могут являться следующие ситуации:

- пожар;
- взрыв;
- внезапное обрушение зданий, сооружений;
- различного рода аварии (радиационная, промышленная, химическая, биологическая, транспортная).

Основными причинами возникновения разрушения сварной конструкции, возникающее в процессе его эксплуатации, могут являться:

- физический износ используемого на предприятии оборудования и низкое качество применимого сварочного материала, приводящий к получению конструкции с низкими прочностными характеристиками и эксплуатационными показателями;
- низкое качество материала конструкции, несоответствующее сертификату входного контроля;

- несоблюдение технологии сварки, приводящее к созданию металлоконструкции, несоответствующей поставленным требованиям по качеству.

Разрушение рабочих сварных соединений влечет за собой выход из строя поворота подъемного механизма в целом. Это может привести к частичному или полному разрушению конструкции, что повлечет за собой угрозу здоровью и жизни. Следовательно, при сборке и сварке металлоконструкции следует в полной мере следовать технологии, прописанной в комплекте технологической документации.

Взрыво- и пожароопасные ситуации возможны при несоблюдении правил техники безопасности на рабочем месте, и в особенности при неосторожном обращении со сварочными материалами и оборудованием. Пожар – это неконтролируемое горение, причиняющее вред здоровью человека либо имуществу.

Пожарная безопасность – состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей и имущества. Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. Во всех служебных помещениях обязательно должен присутствовать «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения возгорания и указывающий места расположения противопожарной техники.

5.4.2 Применяемые мероприятия по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

С целью предотвращения пожаров необходимо осуществлять проверку на отключение всех электронагревательных приборов, электроустановок, а также силовой и осветительной сети при покидании рабочего помещения. Также, во

избежание пожароопасных ситуаций, инженер сварочного производства обязан следовать правилам техники безопасности на рабочем месте, согласно установленным предприятием требованиям.

При проведении сварочных работ рабочие должны быть обеспечены спецодеждой, не имеющей следов нефтепродуктов, защитными масками (очками) и другими специальными средствами защиты.

При проведении сварочных работ на рабочем месте должны быть размещены первичные средства пожаротушения.

В нашем случае оборудуем участок специальными средствами пожаротушения:

- пожарной цистерной с водой (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) - 2 шт.;

- огнетушитель ОП-5 (порошковый) (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;

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

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

В случае возникновения пожара необходимо выполнить следующие действия:

- принять меры к вызову на место пожара непосредственного руководителя или других должностных лиц;

- оповестить персонал производственного помещения и принять меры к тушению очага пожара;

- горящие части электроустановок и электропроводку, находящиеся под напряжением, тушить углекислотным огнетушителем.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была разработана технология сборки и сварки основания для механизма поворота подъемно – транспортного сооружения, выполненного из высокопрочной стали группы М03. А именно, были выбраны способ сварки, сварочные материалы и сварочное оборудование и по ним был составлен комплект технологической документации.

При соблюдении данной технологии при сварке основания поворота-подъемного механизма планируется получить качественное сварное соединение, которое будет удовлетворять всем техническим требованиям.

По результатам полученных показателей экономической оценки и ряду достоинств можно сделать вывод, что использование механизированной сварки в среде защитных газов в данной технологии является экономически выгоднее, чем других способов сварки, при лучшем качестве сварного соединения и удобства в эксплуатации.

Проведен анализ производства на предмет выявления вредных и опасных факторов на сварочном участке. Предложены мероприятия по их предотвращению и ликвидации в случае возникновения.

Список источников

1. Гуляев А.П. Металловедение. – М.: Металлургия, 1978. – 648 с.
2. Марочник сталей и сплавов / Ю.Г. Драгунов, А.С. Зубченко, Ю.В. Каширский [и др.]; Под общей ред. Ю.Г. Драгунова и А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2014 – 263 с.
2. Акулов, А.И. Сварка в машиностроении / А.И. Акулов. – М.: Машиностроение, 1978 – 98 с.
3. Козловский, С.Н. Введение в сварочные технологии /С.Н.Козловский [Электронный ресурс]: СПб.: Лань, 2011. – 237 с. Режим доступа <http://e.lanbook.com/books/> (дата обращения 01.12.2019)
4. Молодык Н. В., Зенкин А.С., Сварка деталей машин. Справочник. - М.: Машиностроение, 2009. - 480 с.
5. Моисеенко, В. П. Материалы и их поведение при сварке / В.П. Моисеенко. - М.: Феникс, 2009. - 304 с.
6. Подъемно- транспортное оборудование// [Электронный ресурс] URL: <https://dmliefer.ru/podemno-transportnoe-oborudovanie/> (дата обращения: 01.04.2020)
7. Подъемно- транспортное оборудование// [Электронный ресурс] URL: <https://znaytovar.ru/s/podemnotransportnoe-oborudov/> (дата обращения: 03.04.2020)
8. Энциклопедия производства подъемных кранов// [Электронный ресурс] URL: <http://www.kranmash.su/Entsiklopediya-proizvodstva-podemnich-kranov/Methodi-i-sposobi-svarki/> (дата обращения: 05.04.2020)
9. Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И. Акулов, Г. А. Бельчук, А. П. Демянцевич. – М.: Машиностроение, 1977. – 224 с.
10. Петров Г.Л., Тумарев А.С., Теория сварочных процессов. М.,1990. - 752 с.

11. Виноградов, В.С. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки / В.С. Виноградов. - М.: Академия, 2001. - 319 с.
12. Языков Ю.Ф., Алексина И.В. Преимущества сварки в защитных газовых смесях // Сварочное производство. -2008. - №9. - 35 с.
13. ГОСТ 8713-79. Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. - Введ. 1981-01-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1981. – 35 с.
14. Теория сварочных процессов: учебник для вузов / А. В. Коновалов, А. С. Куркин, Э. Л. Макаров [и др.]; под ред. В. М. Неровного. – М.: Издво МГТУ, 2007. - 313 с.
15. Инертные и активные защитные газы, их смеси// [Электронный ресурс] URL: <https://welding.com/> (дата обращения: 09.04.2020).
16. ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные.// [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200004932/> (дата обращения: 10.04.2020).
17. Покатаев Е. П. Расчёт режимов дуговой сварки: методические указания к курсовому и дипломному проекту для студентов специальности 0504. – Волгоград, Под ред. Л.Н. Головановой - 1987-18 с.
18. Выпрямитель сварочный типа ВДУ-506// [Электронный ресурс] URL:<https://electro.mashinform.ru/svarochnye-vypryamiteli/> (дата обращения: 10.04.2020).
19. Инверторный сварочный аппарат с механизмом подачи сварочной проволоки// [Электронные ресурс] URL: <https://svarog-rf.ru/> (дата обращения: 11.04.2020)
20. Патон Б.Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. // Москва: Машиностроение 1974. – С. 456
21. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018)

22. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, 2015
23. СП 2.2.2.1327-03 Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту.
24. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
25. ГОСТ 12.4.051 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты.
26. СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»
27. ГОСТ 12.1.029 Система стандартов безопасности труда
28. ГОСТ 12.4.051 Средства индивидуальной защиты органов слуха
29. Специальная оценка условий труда на предприятии АО НПФ «Микран» 2017г
30. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
31. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение
32. ГОСТ Р 22.0.02-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Приложение А
Комплект технологической документации

Дцбл.			
Взам.			
Подл.			

ФЮРА.02190.019

6

1

Разраб.	Якупов Д.М.		
Проверил	Першина А.А.		

ТПУ

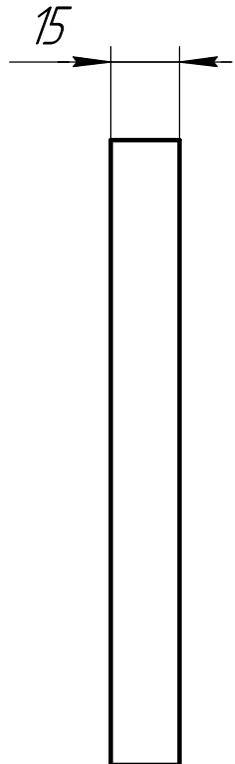
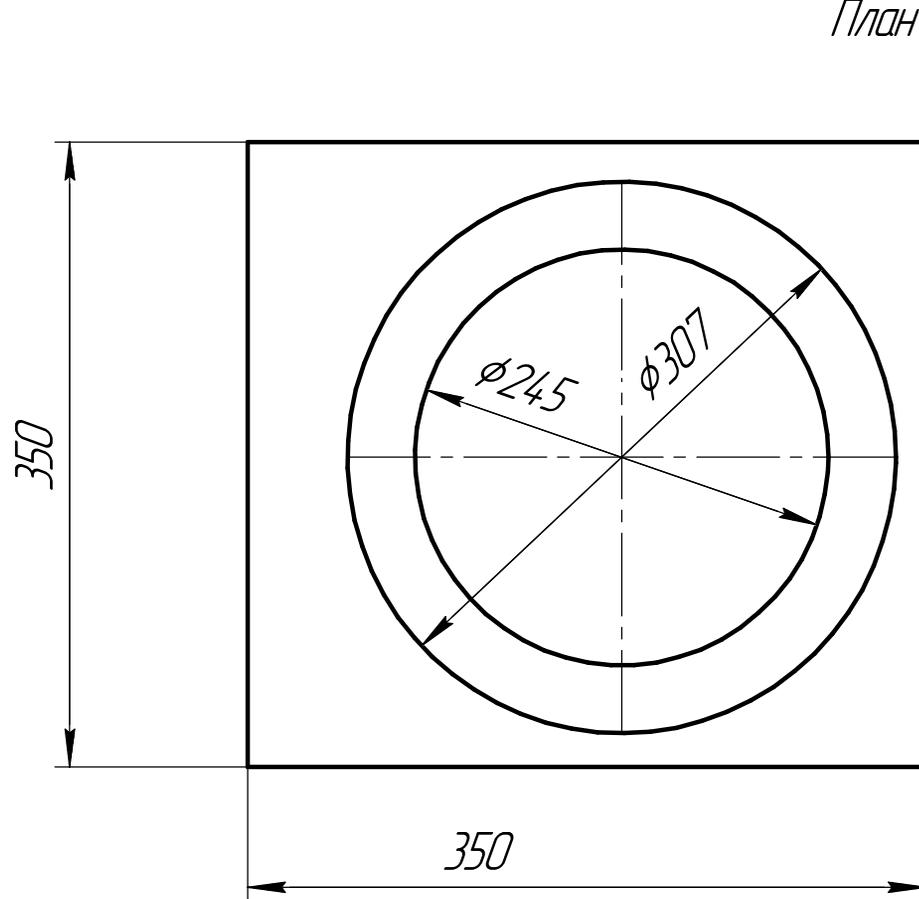
ФЮРА.20190.001

Н. контр.	Першина А.А.		
-----------	--------------	--	--

Основание из стали 30ХГСА

У

План раскроя



Примечание: остаток металла 35,5%

Дцбл.			
Взам.			
Подл.			

ФЮРА.02190.019

6

2

Разраб.	Якупов Д.М.		
Проверил	Першина А.А.		
Н. контр.	Першина А.А.		

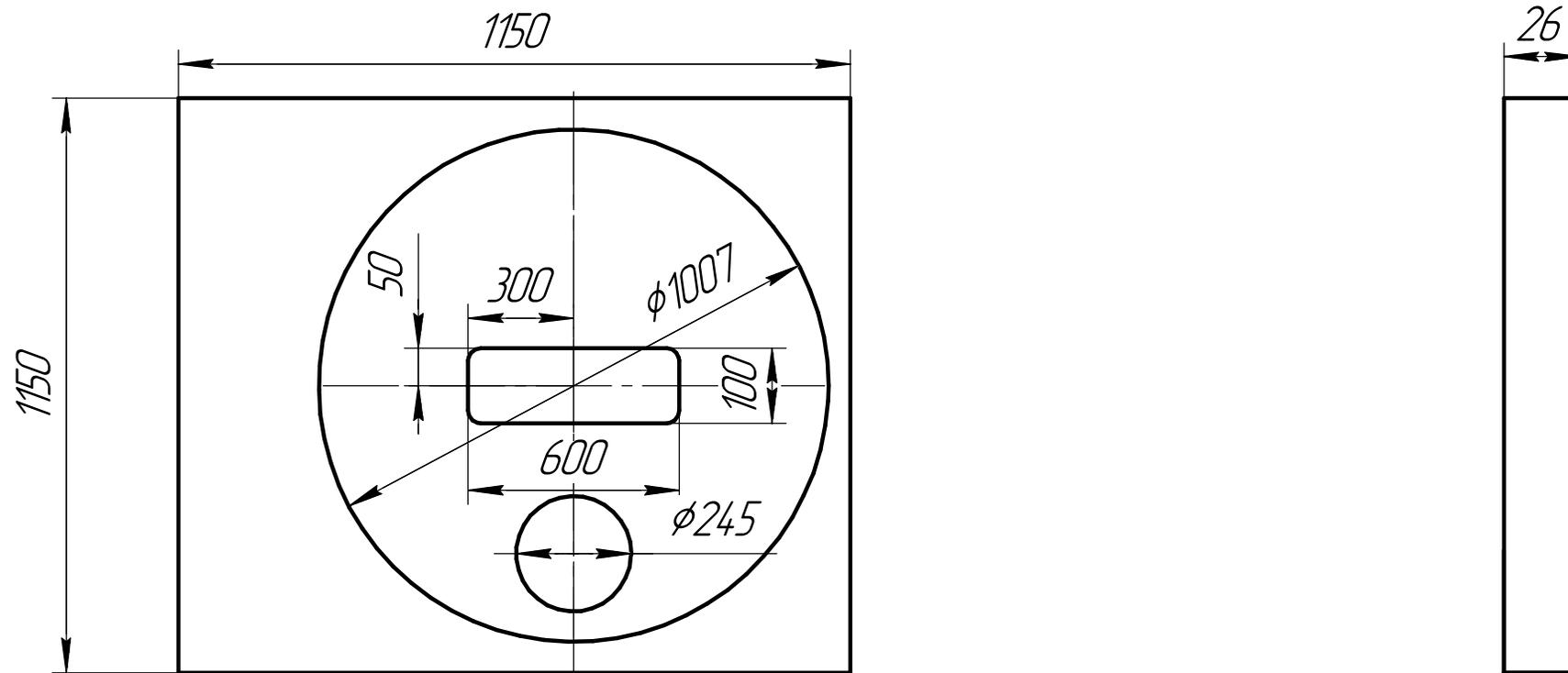
ТПУ

ФЮРА.20190.002

Основание из стали 30ХГСА

У

План раскроя



Примечание: остаток металла 26,2%

Дцдл			
Взам			
Подл			

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--

ФЮРА.02190.019

6

4

Разраб	Якупов Д.М.		
Проверил	Першина А.А.		
Н. контр.	Першина А.А.		

ТПУ

ФЮРА.20190.004

Основание из стали 30ХГСА

У

Ø40 Сверление

