

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технология сборки и сварки садовой качели

УДК 688.773-049.1:621.791.7

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Гармонов Владислав Викторович		03.06.2020

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т.Г.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев М.В.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства	Першина А.А.	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 строительномонтажных 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, строительномонтажного 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)

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение. Оборудование и технология сварочного производства
 Отделение электронной инженерии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ 06.02.2020 Першина А.А.
 (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	Гармонову Владиславу Викторовичу

Тема работы:

Технология сборки и сварки садовой качели	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	09.01.2020 №9-31/с

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Эскиз конструкции садовой качели, нагрузка. Тип производства – единичный
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>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзорная часть 2. Разработка конструкции садовой качели и технологии её сборки и сварки 3. Технологии сборки и сварки 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 5. Социальная ответственность 6. Заключение
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	План раскроя заготовок Конструктивные элементы кромок

	Сборка конструкции Конструктивные элементы шва Схема выполнения сварных швов
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
1-3 пп.	Першина А.А., к.т.н., доцент ОЭИ ИШНКБ
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Трубченко Т.Г., к.э.н., доцент ОСГН ШБИП
5. Социальная ответственность	Гуляев М.В., старший преподаватель ООД ШБИП

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина А.А.	к.т.н.		05.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Гармонов В.В.		05.02.2020

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

Студенту:

Группа	ФИО
1В61	Гармонов Владислав Викторович

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	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- 52080руб. Оклад инженера –34160 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Премиальный коэффициент руководителя 30%; Премиальный коэффициент студента 30%; Надбавки руководителя 20-3 0%; Надбавки инженера 20-30%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
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>	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы. 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. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т.Г.	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Гармонов Владислав Викторович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1В61	Гармонов Владислав Викторович

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

Тема ВКР:

Технология сборки и сварки садовой качели	
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 конструкции садовой качели и технологии её сборки и сварки из профильной трубы, сталь Ст3пс
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 и организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны
2. Производственная безопасность: <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.</p> <p>Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отклонение показателей микроклимата 2. Превышение уровня шума и вибрации 3. Недостаточная освещённость рабочей зоны 4. Опасность поражения электрическим током 5. Движущиеся машины и механизмы 6. Термическая опасность 7. Загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны
3. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> • анализ воздействия объекта на атмосферу, гидросферу и литосферу. • решение по обеспечению экологической безопасности.

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> • Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; • Выбор наиболее типичной ЧС; • 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 ООД ШБИП	Гуляев М.В.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В61	Гармонов В.В.		

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Уровень образования высшее
 Отделение электронной инженерии
 Период выполнения весенний семестр 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:	30.06.2020
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.02.2020	1. Обзорная часть	10
28.02.2020	2. Разработка конструкции садовой качели и технологии её сборки и сварки 2.1 Описание сварной конструкции 2.2 Выбор материала для изготовления сварной конструкции 2.3 Подбор сечения профильной трубы	10
15.03.2020	2.4 Выбор способа сварки 2.5 Выбор сварочных материалов	10
30.03.2020	2.6 Расчет параметров режима сварки 2.7 Расчет химического состава шва	10
05.04.2020	2.8 Определение расхода сварочных материалов 2.9 Выбор сварочного оборудования	10
20.04.2020	3 Технологии сборки и сварки 3.1 Заготовительные операции 3.2 Сборочные операции 3.3 Сварочные операции	10
05.05.2020	3.4 Деформации и напряжения при сварке и методы борьбы с ними 3.5 Техника безопасности при проведении сварочных работ 3.6 Контроль качества сварных соединений	10
15.05.2020	4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10

29.05.2020	5. Социальная ответственность	10
01.06.2020	6. Заключение	10

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

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

Реферат

Выпускная квалификационная работа 118 с., 10 рис., 25 табл., 38 источников, 4 приложения.

Ключевые слова: сущность ручной дуговой сварки, прочность конструкции, металлическая профильная труба квадратного сечения, разработка конструкции, технология сборки и сварки.

Объектом исследования является процесс ручной дуговой сварки стали СтЗпс.

Предмет исследования – металлическая профильная труба из стали СтЗпс.

Цель работы – является разработка конструкции садовой качели, разработка технологии сборки и сварки садовой качели.

В процессе исследования проводился подбор оптимального сечения профильной трубы, выбор материала для изготовления конструкции, сравнение способов сварки, сварочных материалов и оборудования, разработка технологии сборки и сварки металлоконструкции.

В результате работы были рассчитаны параметры режима сварки и выбран наиболее подходящий способ для сварки профильной трубы из стали СтЗпс.

Область применения: для общего пользования – парки, детские площадки. Для частного пользования по индивидуальным заказам в различные ТСЖ и частные сектора.

Работа представлена введением, пятью разделами и заключением, приведен список использованных источников и приложения.

В 1 разделе «Обзорная часть» описаны варианты конструкции садовых качелей и общие термины, влияющие на надежность конструкции.

Во 2 разделе «Разработка конструкции садовой качели и технологии её сборки и сварки» было подобрано сечение профильной трубы, определены

способ сварки, сварочные материалы и оборудование, рассчитаны режимы сварки.

В 3 разделе «Технология сборки и сварки» описаны заготовительные, сборочные и сварочные операции сварной конструкции., контроль качества сварных соединений, меры по борьбе со сварочными напряжениями и деформациями, техника безопасности.

В 4 разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» представлены экономические расчёты, актуальность выбранного способа сварки и меры по безопасности на рабочем месте.

В 5 разделе «Социальная ответственность» представлены меры по безопасности на рабочем месте.

В заключении изложены выводы по проделанной работе.

Определения, сокращения и нормативные ссылки

В настоящей работе применены следующие термины с соответствующими определениями.

Ручная дуговая сварка – дуговая сварка с использованием покрытого металлического электрода, при которой операции подачи электрода, его перемещения вдоль оси шва и поперечные манипуляции выполняются сварщиком вручную.

Несущие элементы конструкции – элементы, которые статически взаимодействуя, выдерживают нагрузки, обеспечивают прочность и устойчивость всей конструкции.

В данной работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 32931-2015 – Трубы стальные профильные для металлоконструкций. Технические условия.
2. ГОСТ 13663-86 – Трубы стальные профильные. Технические требования.
3. ГОСТ 8639-82 – Трубы стальные квадратные. Сортамент.
4. ГОСТ 8645-68 – Трубы стальные прямоугольные. Сортамент.
5. ГОСТ 380-2005 – Сталь углеродистая обыкновенного качества.
6. ГОСТ 535-2005 – Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия.
7. ГОСТ 14637-89 (ИСО 4995-78) Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества. Технические условия.
8. ГОСТ 5264-80 – Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
9. ГОСТ 14771-76 – Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
10. ГОСТ 9466-75 – (СТ СЭВ 6568-89) – Electrodes covered metallic for manual arc welding of steels and non-ferrous metals. Classification and general technical conditions.

11. ГОСТ 9467-75 – Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы.
12. ГОСТ 16037-80 – Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
13. ГОСТ 32931-2015 – Трубы стальные профильные для металлоконструкций. Технические условия.
14. РД 03-606-03 – Инструкция по визуальному и измерительному контролю.
15. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.
16. СН 4557-88 Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях.
17. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
18. СанПиН 2.2.4.3359-16. Шум. Вибрация. Инфразвук. Ультразвук.
19. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
20. ГОСТ 12.0.004-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Организация обучения безопасности труда. Общие положения.
21. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
22. ГОСТ 12.1.002-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах.
23. РД 153-34.0-03.301-00 (ВППБ 01-02-95*). Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий.

В настоящей работе использованы следующие сокращения:

- $I_{св}$ – величина сварочного тока;
- $U_{д}$ – напряжение на дуге;

- $d_{эл}$ – диаметр электродной проволоки (электрода);
- $V_{св}$ – скорость сварки;
- $H_{пр}$ – глубина провара стыкового шва;
- K – катет шва;
- K_y – коэффициент, учитывающий усиление шва;
- F_H – площадь наплавленного металла;
- γ – плотность стали;
- q – эффективная тепловая мощность источника;
- γ_0 – доля участия основного металла;

Оглавление

Введение	20
1 Обзорная часть	21
1.1 Конструкция металлических качелей.....	21
1.2 Материал для изготовления конструкции.....	23
1.3 Прочность конструкции	26
1.4 Жесткость конструкции	27
1.5 Устойчивость конструкции.....	29
1.6 Центр тяжести конструкции	30
2 Разработка технологии сборки и сварки конструкции.....	32
2.1 Описание сварной конструкции	32
2.2 Выбор материала для изготовления сварной конструкции.....	33
2.3 Подбор сечения профильной трубы	34
2.4 Выбор способа сварки.....	37
2.5 Выбор сварочных материалов	38
2.6 Расчет параметров режима сварки	40
2.6.1 Выбор диаметра электрода.....	43
2.6.2 Определение числа проходов.....	43
2.6.3 Определение величины сварочного тока	44
2.6.4 Напряжение на дуге.....	44
2.6.5 Вычисление скорости сварки.....	45
2.6.6 Погонная энергия.....	45
2.6.7 Определение глубины проплавления	45
2.6.8 Определение доли участия основного металла	47
2.7 Расчет химического состава шва	47

2.8	Определение расхода сварочных материалов.....	48
2.9	Выбор сварочного оборудования	49
3	Технология сборки и сварки.....	52
3.1	Заготовительные операции	52
3.2	Сборочные операции.....	54
3.3	Сварочные операции	55
3.4	Деформации и напряжения при сварке и методы борьбы с ними	56
3.5	Техника безопасности при проведении сварочных работ.....	58
3.6	Контроль качества сварных соединений.....	59
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	60
4.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	60
4.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования	60
4.1.2	Анализ конкурентных технических решений	61
4.1.3	SWOT – анализ	62
4.2	Планирование научно-исследовательских работ.....	63
4.2.1	Структура работ в рамках научного исследования	63
4.2.2	Определение трудоемкости выполнения работ	64
4.2.3	Разработка графика проведения научного исследования.....	65
4.3	Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	69
4.3.1	Расчет материальных затрат НТИ	69
4.3.2	Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	70
4.3.3	Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы... ..	71
4.3.4	Расчёт амортизационных отчислений	73

4.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	74
4.3.6 Накладные расходы	75
4.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	75
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	77
4.5 Вывод	79
5 Социальная ответственность	81
5.1 Введение	81
5.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	82
5.3 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны сварщика	83
5.4 Производственная безопасность.....	85
5.4.1 Микроклимат	86
5.4.2 Уровень шума на рабочем месте	87
5.4.3 Освещенность рабочей зоны.....	88
5.4.4 Электрический ток.....	90
5.4.5 Ультрафиолетовое излучение	94
5.5 Обоснование мероприятий по защите работника от действия опасных и вредных факторов	95
5.6 Экологическая безопасность.....	96
5.7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	97
5.8 Вывод	100
Заключение	101
Список литературы	102
Приложение А	105

Приложение Б.....	106
Приложение В	109
Приложение Г.....	111

Введение

В большинстве городских дворов, а также в загородных домах устанавливаются качели. Наибольшее распространение получили качели, выполненные из металла.

В настоящее время рынок предлагает множество таких конструкций, которые отличаются не только дизайном, но и качеством. Большинство из них изготавливаются из облегченной тонкостенной профильной трубы с целью снижения стоимости и повышения покупательской способности. Однако, такие варианты являются недолговечными и при интенсивном использовании не только теряют свой внешний вид, но и разрушаются в различных местах.

В связи с этим некоторые товарищества собственников жилья предпочитают устанавливать на своей территории качели, выполненные по индивидуальному заказу. В этом случае возникает необходимость не только в проектировании конструкции и расчете несущих элементов на прочность, но и в разработке технологии сборки и сварки, которая бы обеспечила получение готового изделия заданных размеров без сварочных деформаций.

В данной работе стоит задача разработки конструкции качели и технологии ее сборки и сварки по индивидуальному заказу ТСЖ «Флагман».

Поэтому целью работы является разработка конструкции садовой качели и технологии её сборки и сварки.

1 Обзорная часть

1.1 Конструкция металлических качелей

Наиболее часто встречающийся вариант – это металлические качели из труб, конструкция которых может быть разнообразной. Выбирая тип сооружения, отталкиваются от места установки, если оно постоянное, то качели монтируются основательно, опорные трубы вкапываются и бетонируются, как например детские или большие качели. Такая конструкция должна быть устойчивой, прочной, а так же практичной и долговечной. Этого можно достичь благодаря металлической профильной продукции, которая предназначена для изготовления надежных и легких каркасов любой сложности.

Определившись с назначением и местом установки, необходимо выбрать тип сборки: он может быть разборным или сварочным.. Мы выбираем второй вариант, который предусматривает цельную, жесткую, долгие годы выдерживающую нагрузки конструкцию.

В этом случае особое внимание уделяется прочности и жесткости, как самого профиля, так и сварных швов, что позволит выдерживать нагрузки при эксплуатации качели.

Схематически садовые качели из профильной трубы состоят из опорных стоек, перекладины, подвесов, сиденья и навеса.

Опорные стойки могут иметь разнообразную конструкцию, главное их предназначение – это устойчивость качелей под действием нагрузки.

Каркасное основание А-образной формы состоит из двух перекладин, которые соединяются между собой в верхней части. Примерно посередине их высоты имеется перемычка. Она призвана увеличить жесткость конструкции. Существуют опоры и без перемычки, которые имеют Л-образную форму.

Еще один вид опоры – элементы с перекладиной, образующие основание П-образной формы. Создание подобной конструкции отнимает меньше усилий, но качели получаются менее устойчивыми. Их эксплуатация

будет длительной и безопасной, если опоры основания поместить в глубокие скважины в земле и хорошо забетонировать.

Так же немаловажно уделить внимание посадочному месту, от его формы зависит комфорт и безопасность качелей, и добавить навес к садовым качелям, который защитит от дождя и солнца. Его форма должна быть широкой, покатой, располагаться на достаточной высоте, чтобы не травмировать голову во время вставания.

Металлические конструкции обладают самым большим количеством преимуществ по сравнению с изделиями, изготовленными на основе других материалов:

- длительные сроки эксплуатационной службы;
- практичность;
- надежность;
- бюджетность;
- разнообразие модификаций.

Для изготовления конструкций используются следующие варианты материалов:

- уголки из металла;
- профили квадратной формы;
- трубы (профиль круглой формы);
- тавры (алюминиевые профили).

Нелишним будет сразу просчитать, сколько метров трубы потребуется. Заранее выяснив общую длину и величину каждого отдельного элемента, можно немало сэкономить и минимизировать число отходов, купив профильные трубы нужного метража.

Размеры начинают рассчитывать от ширины посадочного места, в среднем 500 мм на одного взрослого человека, которое крепят на высоте минимум 400мм от уровня земли. Далее предусматриваются боковые расстояния от сидения до опор, так как вариант цепных подвесов дает возможность раскачиваться во все стороны. Исключить задевание стоек

поможет отступ в 250 мм по бокам от посадочного места. Исходя из этого, длину верхней перекладины составит ширина сидения плюс боковые промежутки. Высота рамы (стойки + перекладина) в любом случае должна быть больше роста человека от 1,6 м (вариант подвесной лавки).

В данной работе будет рассматриваться металлическая конструкция с А-образной формой основания, как показано на рисунке 1.



Рисунок 1 – Разрабатываемая конструкция

1.2 Материал для изготовления конструкции

Для уменьшения веса конструкции при сохранении ее прочностных характеристик предпочтительнее использовать профильные трубы [1].

Профильные трубы – это полые изделия со специальным профилем в поперечном сечении. Трубы могут иметь прямоугольные, квадратные, овальные и другие специфичные профили. Большинство особенностей профильных труб связано с тем, что сечение этих изделий отличается от круглого. Грани профильной трубы берут на себя функцию ребер жесткости. Из-за этого профильным трубам совершенно не страшна нагрузка на изгиб. Они обладают повышенной жесткостью, высокой прочностью и не гнутся даже при

интенсивных механических воздействиях, так же выдерживают немалые статические нагрузки [2].

Стальные профильные трубы наиболее устойчивы к механическим повреждениям, высоким и низким температурам. Однако антикоррозийная устойчивость черной (железоуглеродистой) и оцинкованной стали оставляет желать лучшего, чего не скажешь о более дорогостоящих профилях из нержавеющей стали и меди.

Срок службы профильной трубы из разного типа материала:

- Железоуглеродистые и оцинкованные – 15-20 лет;
- Нержавеющие – 25-30 лет.

Для металлических профилей основополагающий технологический регламент – ГОСТ 13663-86. Дополнительными регламентными документами стандартизируется сортамент стальных профильных труб различной конфигурации:

- Квадратных – ГОСТ 8639-82 [3];
- Прямоугольных – ГОСТ 8645-68 [4].

Сечение в форме квадрата и прямоугольника обеспечивает профилю максимальную устойчивость и способность выдерживать наибольшие нагрузки. Такие профильные трубы легко монтируются и не доставляют затруднений при транспортировке, т.к. формируют устойчивые штабели.

Для изготовления профильных труб служат углеродистые, легированные и высоколегированные стали. Все они обладают своими особенностями, которые им придает наличие в составе того или иного химического элемента.

Выбор определенного материала зависит и от способа изготовления изделия.

Например, из холоднокатаной стали изготавливаются трубы с квадратным сечением и размерами от 10x10 до 40x40, а также с прямоугольным сечением, размерами от 12x10 до 60x40, с толщиной стенки от 0,6мм до 2мм, используются следующие марки стали 08пс, 1пс, 2пс.

Из горячекатаной стали марки 3СП, 1пс, стали 2ПС изготавливаются квадратные трубы размерами от 15x15 до 150x150 и прямоугольные, размерами от 20x10 до 180x150, с толщиной стенок от 1,5 до 5 миллиметров.

Марка влияет на основные характеристики изделия. Марки стали и вес трубы неразрывно связаны. Также марка влияет на долговечность изделия, на его способность выносить высокие и низкие температуры, на возможную и максимальную нагрузки, на способность противостоять коррозии и атмосферным явлениям, а также на его внешний вид.

Профильные трубы, как и любой другой строительный материал, обладают как плюсами, так и минусами.

Из преимуществ следует выделить:

1. Высокая прочность профиля на излом.
2. Меньший вес в сравнении с трубами круглого сечения.
3. Увеличенную площадь касания, которая облегчает монтаж и фиксацию профильных изделий.
4. Универсальность. Профили могут использоваться и как силовые элементы конструкций и декоративные детали разнообразных объектов.
5. Удобство транспортировки и хранения.
6. Сложность сгибания
7. Низкая стоимость.

Для того, чтобы садовые качели (в частности рама) выдерживали нагрузку, были добротными, при этом не выглядели громоздко, следует остановить выбор на профильной трубе сечением 40-70 мм при толщине стенки 1-2 мм (в зависимости от веса катающихся). Расчет нужного нам сечения произведем далее.

Перегородки, а также каркас сидения можно выполнить из профильной трубы меньшего сечения 15-25 мм, как и подвесы, которые будут жесткими, с плавным раскачиванием без виляния. Подвесы еще можно сделать из цепей, их удобно регулировать по длине, торможения при малом раскачивании не будет,

а сильное раскачивание погасится трением звеньев, однако лавка будет двигаться во все стороны.

Правильно подобрав ширину основания, можно соорудить очень устойчивое изделие. Чем больше угол, который находится на вершине треугольника между основанием и боковинами, тем более устойчивой получится конструкция.

1.3 Прочность конструкции

Прочность - способность тела сопротивляться внешним нагрузкам не разрушаясь [5].

Термин «нарушение прочности» подразумевает собой поломку металлоконструкции и образование недопустимо больших пластических деформаций. Под достаточной прочностью любой постройки понимается такая прочность, которая не будет нарушена при увеличении изначального значения нагрузки. Любая конструкция должна иметь запас прочности. Критерием оценки прочности элементов является условие, при котором напряжения, возникающие под действием внешних нагрузок не должны превышать допустимых значений.

$$p_{max} \leq [p] \quad (1)$$

где p_{max} — максимальные значения полного напряжения в конструкции;

$[p]$ — величина допустимых значений напряжений для материала.

$$\sigma_{max} \leq [\sigma], \quad (2)$$

$$\tau_{max} \leq [\tau] \quad (3)$$

где σ_{max} и τ_{max} — максимальные нормальные и касательные напряжения соответственно;

$[\sigma]$ и $[\tau]$ — допустимые нормальные и касательные напряжения для материала элемента.

Исходя из нашей конструкции, высокой прочностью должны обладать такой элемент, как перекладина, но не стоит забывать о прочностных характеристиках других частей конструкции, так как на все элементы тоже приходится нагрузка.

Конструкция в целом считается прочной только тогда, когда прочны все составляющие ее элементы. Отсюда следует, что если хотя бы один элемент конструкции не является прочным, то вся конструкция тоже считается непрочной.

Прочность элементов в свою очередь зависит от материала, величины прикладываемой нагрузки и поперечных размеров, а в некоторых случаях формы и расположения сечения.

1.4 Жесткость конструкции

В ряде случаев работающие на изгиб элементы строительных конструкций должны быть рассчитаны не только на прочность, но и на жесткость.

Жесткость элементов металлоконструкций, которые имеют форму бруса в сечении, рассчитывается через определение перемещений в их поперечном сечении и сравнением с допускаемыми перемещениями. Допускаемые перемещения в сечении бруса зависят от условий эксплуатации объекта [6].

Жесткость — способность элементов конструкций, под действием внешних нагрузок получать лишь незначительные деформации, лежащие в пределах допустимых значений.

В большинстве случаев условие жесткости выражается неравенством:

$$f \leq [f] \quad (4)$$

где f — максимальная деформация;

$[f]$ — допустимая деформация для данного материала.

Коэффициент жесткости – мера оценки жесткости, который представляет собой отношение силы P , приложенной к системе, к максимальной деформации f , вызываемой этой силой.

Для случая изгиба бруса постоянного сечения коэффициент жесткости равен:

$$\lambda_{\text{изг}} = \frac{P}{f} = a \frac{EI}{l^3} \quad (5)$$

где P — приложенная нагрузка, Н;

F — сечение бруса, мм²;

I — момент инерции сечения бруса, мм⁴;

l — длина бруса, мм;

a — коэффициент, зависящий от условий нагружения.

На рисунке 2 приведены значения коэффициента жесткости при изгибе для нескольких случаев нагружения. За единицу принято значение $\lambda_{\text{изг}}$, соответствующее изгибу двухопорного бруса, нагруженного сосредоточенной силой P в середине пролета.

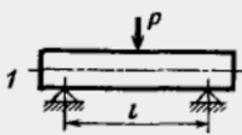
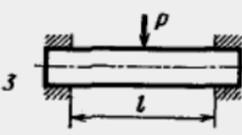
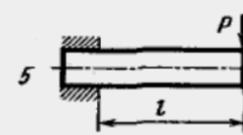
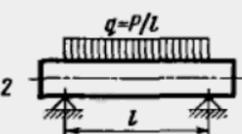
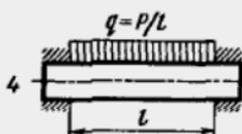
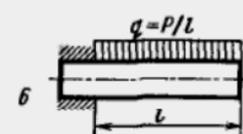
Схема нагружения	$\lambda_{\text{изг}}$	a	Схема нагружения	$\lambda_{\text{изг}}$	a	Схема нагружения	$\lambda_{\text{изг}}$	a
	1	48		4	192		0,063	3
	1,5	77		8	384		0,166	8

Рисунок 2 – Жесткость при изгибе для различных схем нагружения

Жесткость системы сильно зависит от условий приложения нагрузки. Брус, нагруженный равномерно распределенной силой, обладает в 1,5 раза большей жесткостью, чем брус, нагруженный сосредоточенной силой того же суммарного значения. Еще большее влияние на жесткость имеют тип и расположение опор. Например, жесткость двухопорного бруса с заделанными концами в 4—8 раз превышает жесткость бруса, свободно опертого по концам.

Жесткость консольного бруса, нагруженного сосредоточенной силой, составляет только 0,063 жесткости двухопорного бруса той же длины, нагруженного той же силой посередине пролета. При заданной нагрузке и заданных линейных размерах системы жесткость вполне определяется максимальной деформацией f . Эту величину часто применяют для практической оценки деформативности геометрически одинаковых систем.

Главным практическим средством увеличения жесткости является маневрирование геометрическими параметрами системы.

На жесткость сильно влияют размеры и форма сечений. В случае растяжения-сжатия жесткость пропорциональна квадрату, а при изгибе — четвертой степени размеров сечения (в направлении действия изгибающего момента).

В разрабатываемой конструкции особой жесткостью должны выделяться перекладина и стойки, так как эти элементы подвергаются максимальной деформации при нагрузке.

1.5 Устойчивость конструкции

В конструкциях особое значение имеет устойчивость системы. Конструкции такого рода склонны при напряжениях, безопасных с точки зрения номинального расчета на прочность и жесткость, подвергаться резким местным или общим деформациям, носящим характер внезапного крушения. Главным средством борьбы с потерей устойчивости (наряду с повышением прочности материала) является усиление легко деформирующихся участков системы введением местных элементов жесткости или связей между деформируемыми участками и узлами жесткости [7].

Устойчивость – это способность конструкции сохранять положение равновесия, отвечающее действующей на нее нагрузке. Положение равновесия конструкции устойчиво в том случае, если, получив малое отклонение

(возмущение) от этого положения равновесия, конструкция снова к нему возвращается.

Проблема устойчивости возникает, в частности, при расчете сжатых колонн. Может случиться так, что при критической нагрузке колонна, отвечающая и условию прочности, и условию жесткости, внезапно изогнется (потеряет устойчивость). Это может привести к разрушению всей конструкции.

Устойчивость конструкций и сооружений свойственно терять листовым элементам, так как они обладают способностью сжиматься. Поэтому перед их использованием нужно обязательно определить, будет или нет теряться устойчивость элементов конструкции после сварки. Если этого не сделать, сжимающее напряжение, оставшееся после сварки, может быть причиной, по которой листовые сварные элементы конструкции потеряют устойчивость.

Правильно подобрав ширину основания, можно соорудить очень устойчивое изделие. Взяв за основу работы правило: чем больше угол, который находится на вершине треугольника между основанием и боковинами, тем более устойчивой получится конструкция.

1.6 Центр тяжести конструкции

Центр тяжести – это точка, относительно которой суммарный момент сил тяжести, действующих на систему, равен нулю. То есть это такая точка, в которой система находится в идеальном равновесии независимо от того, как система повернута или вращается вокруг этой точки.

При определении центра тяжести полезны несколько теорем:

1. Если однородное тело имеет плоскость симметрии, то центр тяжести его находится в этой плоскости.
2. Если однородное тело имеет ось симметрии, то центр тяжести тела находится на этой оси.
3. Если однородное тело имеет центр симметрии, то центр тяжести тела находится в этой точке.

Устойчивость конструкции напрямую зависит от центра тяжести. Если этот параметр выбран правильно, то конструкция будет более устойчивой, так как на все элементы будет равномерно распределена нагрузка, за счет чего изделие не будет выходить из положения равновесия при эксплуатации [8].

Применительно к разрабатываемой конструкции – чем ниже центр тяжести, тем выше будет устойчивость качели

Поиск центра тяжести следует начать с вида сбоку. Центр тяжести треугольника находится в пересечении медиан, пользуясь этим правилом находим расположение центра тяжести для треугольного основания качели (рисунок 3). Но в нашем случае эта точка будет смещена вверх, так как присутствует такой элемент качели, как навес. Отсюда делаем вывод, что чем больше угол опорных стоек, тем ниже будет находиться и центр тяжести треугольника.

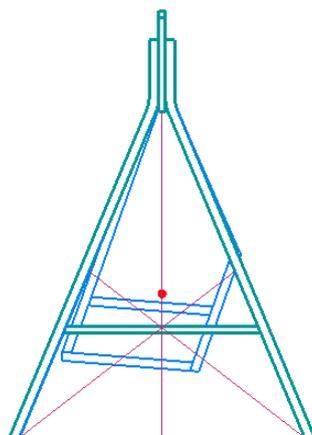


Рисунок 3 – Определение центра тяжести разрабатываемой конструкции

2 Разработка технологии сборки и сварки конструкции

2.1 Описание сварной конструкции

На рисунке 4 и 5 приведены чертежи каркаса и сидения соответственно со всеми необходимыми размерами.

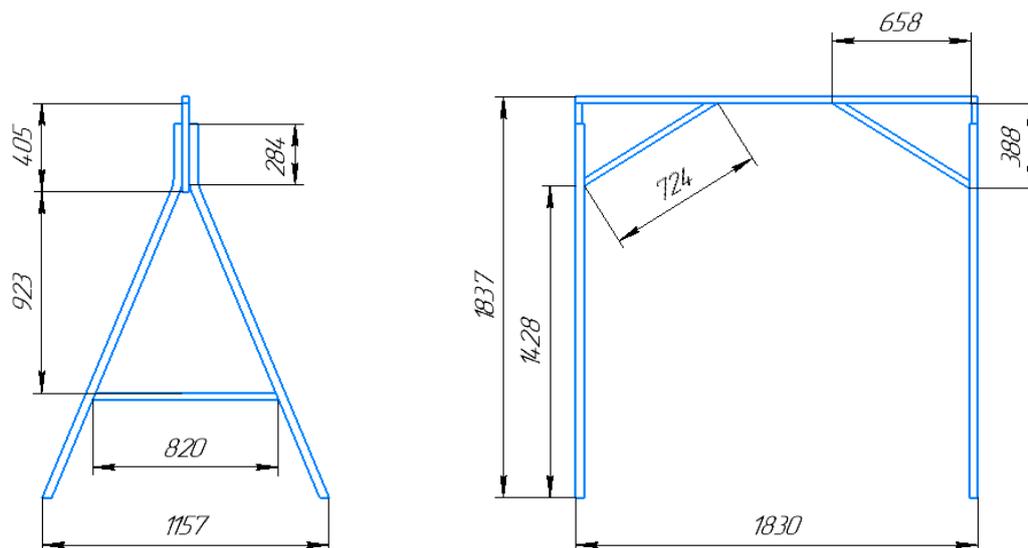


Рисунок 4 – Чертеж каркаса разрабатываемой конструкции

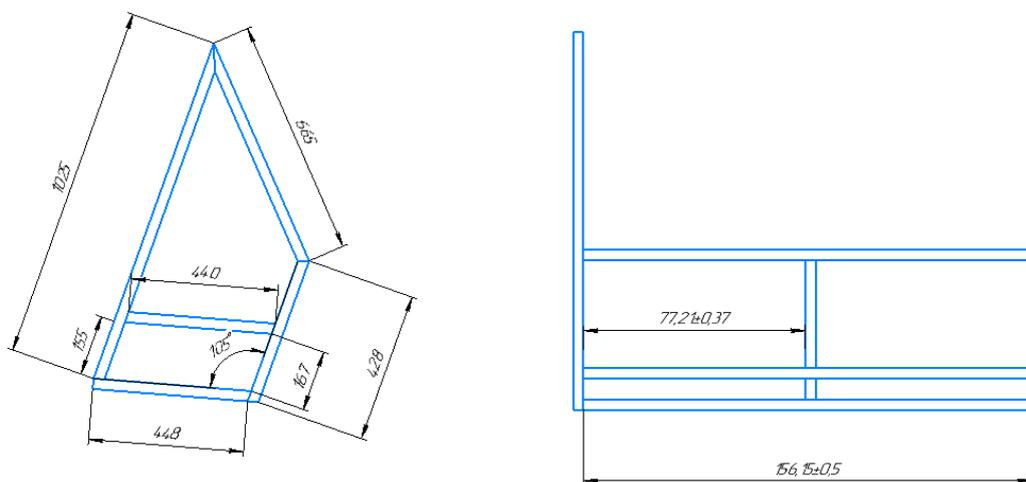


Рисунок 5 – Чертеж сидения разрабатываемой конструкции

Разрабатываемая конструкция состоит из 26 элементов разной длины:

- Стойки (4 шт.);
- Перекладина (1 шт.);
- Перемычка (2 шт.);
- Ребра жесткости перекладки (2 шт.);

- Элементы сиденья №1 (3 шт.);
- Элементы сиденья №2 (3 шт.);
- Элементы сиденья №3 (3 шт.);
- Элементы сиденья №4 (2 шт.);
- Элементы сиденья №5 (2 шт.);
- Элементы сиденья №6 (2 шт.);

При выполнении сварочных работ следует обратить внимание на расположение некоторых элементов конструкции – под углом друг к другу. Так, например, угол, образованный между стойками, напрямую влияет на то, насколько устойчивой получится конструкция.

2.2 Выбор материала для изготовления сварной конструкции

Чтобы сварить такую конструкцию, нужно разработать технологию по сборке и сварке. Нужно учитывать из какого металлопроката будет производиться сборка и сварка, какой химический состав у металла. Также нужно задать режимы и параметры сварки, подобрать нужные сварочные материалы и оборудование [11].

Рассматриваемая конструкция будет эксплуатироваться в условиях постоянных нагрузок, которые будут испытывать элементы качели на изгиб. В связи с этим оптимально будет выбрать конструкционную сталь марки Ст3пс, недорогостоящую и обладающую необходимыми механическими свойствами [12].

Ст3пс – сплав обыкновенного качества, который является самым популярным среди сталей, которые предназначены для возведения опорных конструкций. Данный сплав не имеет описания регламента по сварке, то есть, сваривается без ограничений [13]. Данный сплав практически не подвержен воздействию коррозии и обладает отпускной твердостью.

Ст3пс относится к категории материалов для возведения несущих и не несущих сооружений в среде с положительной температурой. Конструкции из

этой марки стали эксплуатируются в диапазоне температур от $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+425\text{ }^{\circ}\text{C}$. Касательно разрабатываемой качели, время, когда она будет использоваться – с теплой весны до холодной осени. При более низкой температуре, чем $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, конструкция эксплуатироваться не будет.

Ст3пс — это полуспокойная сталь с химическим раскислением происходящим в реакции с титановым или алюминиевым сплавом, ферросилициалюминием и ферросилицититаном. Это довольно распространенный тип стали отличающийся усредненными особенностями характеристик и небольшой ценой, стоящей между спокойным и кипящим сплавом.

Таблица 1 - Химический состав в % материала Ст3пс [13]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
0,14-0,22	0,05-0,15	0,4-0,65	$\leq 0,3$	$\leq 0,05$	$\leq 0,04$	$\leq 0,3$	$\leq 0,008$	$\leq 0,3$	$\leq 0,08$

Таблица 2 - Механические свойства при $T = 20^{\circ}\text{C}$ материала Ст3пс по ГОСТ 535-2005 [14][15]

σ_b , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	НВ, 10^{-1} МПа	ρ , кг/м^3
372	245	23	131	7850

2.3 Подбор сечения профильной трубы

Определяющие факторы при выборе подходящего профиля: форма и размер сечения, толщина стенки и материал, из которого он изготовлен [9].

Ключевое требование к профильным конструкциям, как и к любым другим сооружениям, – соответствие уровню расчетных нагрузок. При превышении нормативных показателей многократно повышается риск деформации и даже разрушения профильной трубы.

Для начала следует разобрать, какие нагрузки будут испытывать садовые качели в процессе эксплуатации и какие деформации могут появиться.

Переключатель является тем элементом, который воспринимает почти всю нагрузку на себя. Под действием значительной нагрузки, в нашем случае веса, переключатель подвергается деформации изгиба. При неправильном расчете сечения профильной трубы эта деформация может быть критической.

С точки зрения сопромата, переключатель качели является балкой, закрепленной с двух сторон, на которую действует распределенная нагрузка. Но мы будем проводить расчет через консольную балку [10].

По плану, разрабатываемая конструкция должна уместить 2 взрослых человека, брать среднюю их массу стоит с запасом, чтобы у нашей конструкции был запас прочности и жесткости. Принимаем массу человека за 90кг, соответственно переключатель должен удерживать вес как минимум 180кг (без учета веса самого сиденья). Массу сиденья возьмем 20кг, т.к. после того, как мы посчитаем нужное нам сечение, мы сможем узнать примерную массу сиденья. И рассчитываем какой вес должна выдержать наша переключатель не разрушаясь и претерпевая минимальные деформации:

$$(90\text{кг} \cdot 2) + 20 = 200 \text{ кг} \quad (6)$$

В нашем случае к концу консольной балки приложена нагрузка в 100кг, за точку приложения нагрузки берем точку крепления подвеса сиденья, таких точек у нас две. На рисунке 6 показана схема нагружения консольной балки.

Так как нагрузка в первой и второй точке приложения равны, делаем расчет только для одной точки приложения нагрузки:

$$M_A = -F \cdot x \quad (7)$$

$$M_A = -1000\text{Н} \cdot 0,25\text{м} = -250\text{Нм}$$

где M_A – изгибающий момент;

F – приложенная нагрузка;

x – нагружаемый участок.

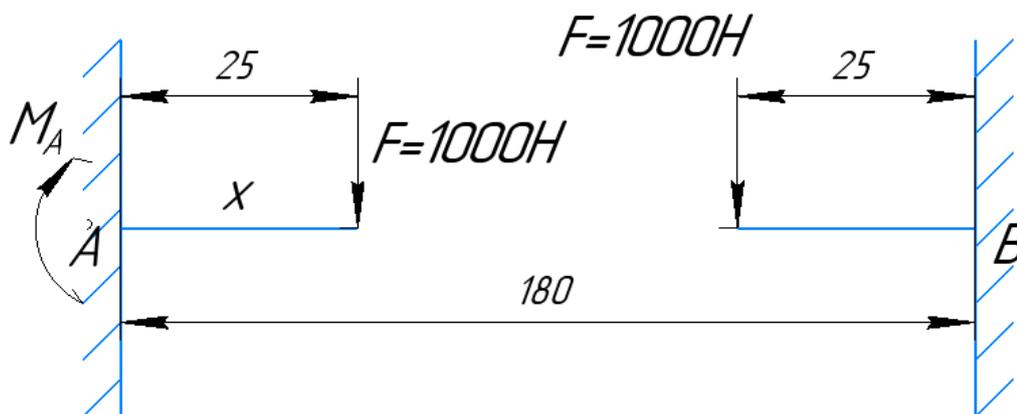


Рисунок 6 – Схема нагружения перекладки

$$W_x = \frac{M_{max}}{[\sigma]} \quad (8)$$

$$W_x = \frac{250 \text{ Нм}}{390 \cdot 10^6 \text{ Па}} = 0,64 \text{ см}^3$$

где W_x – момент сопротивления;

$[\sigma] = 390 \cdot 10^6 \text{ Па}$ – предел прочности стали Ст3пс;

M_{max} – максимальный изгибающий момент.

Расчетный момент сопротивления $W_x = 0,64 \text{ см}^3$ соответствует квадратным сечениям 25x25x0.9, 30x30x0.8 по ГОСТ 8639-82 [3] и прямоугольным сечениям 30x20x1.2, 35x15x0.8 по ГОСТ 8645-68 [4]. Данное значение момента сопротивления было рассчитано для нагрузки 200кг.

Так как наша основная задача сконструировать безопасные и долговечные качели, нам следует рассчитать сечение с запасом. Для построения более тяжелой и устойчивой конструкции с эстетичным внешним видом, мы увеличиваем изгибающий момент до значения $M_A = 1000 \text{ Нм}$, что соответствует нагрузке в точке приложения:

$$F = \frac{M_A}{x} = \frac{1000 \text{ Н}}{0,25 \text{ м}} = 4000 \text{ Н}$$

Рассчитываем момент сопротивления для $M_{max} = 1000 \text{ Нм}$.

$$W_x = \frac{M_{max}}{[\sigma]} = \frac{1000 \text{ Нм}}{390 \cdot 10^6 \text{ Па}} = 2,56 \text{ см}^3$$

Расчетный момент сопротивления $W_x = 2,56 \text{ см}^3$ соответствует квадратным сечениям 35x35x2, 40x40x1.5 по ГОСТ 8639-82 [3] и

прямоугольным сечениям 40x25x3.5, 45x30x2 по ГОСТ 8645-68 [4]. Следует отметить, что сечение можно взять толще, это повлияет на массу конструкции, устойчивость и прочность. Данное значение момента сопротивления было рассчитано для нагрузки 400кг.

Профильные трубы с прямоугольным сечением имеет большее количество вариантов, подходящих нам, из-за своего строения. Для несущих элементов конструкции мы остановимся на варианте с квадратным сечением 40x40x2. Остальные элементы конструкции будут выполнены из сечения 30x30x2.

2.4 Выбор способа сварки

На сегодняшний день профильные трубы пользуются высоким спросом и практически незаменимы в строительной сфере. Поэтому за все время использования профильного сечения разработано несколько способов сваривания такого металлопроката.

- Ручная дуговая сварка [16] – самый популярный способ. Его распространенность можно объяснить несколькими причинами: простота, доступность, высокое качество, низкая стоимость материалов, возможность сварки в труднодоступных местах. ручной дуговой сваркой можно сваривать профильные трубы любой толщины, но толстостенные трубы (от 4 мм) свариваются с предварительной разделкой кромок.

- Электродуговая сварка в среде защитного газа [17] осуществляется неплавящимся электродом, используется довольно часто. Данная технология предназначена для соединения тонкостенных изделий. Для сварки этим способом исполнителю понадобится вольфрамовый электрод, источник питания (трансформатор/инвертор), блок питания, горелка и газовая аппаратура: баллон с газом, редуктор и шланги.

- Газовая сварка. Сущность метода заключается в создании в районе рабочей зоны (края металла с присадкой) необходимой температуры для их

плавления. Это производится при горении смеси кислорода и ацетилена. Присадка плавится и заполняет рабочую зону, формируя сварной шов.

В связи с тем, что производство качели в нашем случае является единичным, все свариваемые элементы имеют короткие швы в разных пространственных положениях, назначается ручная дуговая сварка для изготовления нашей конструкции.

Для того, чтобы осуществить процесс ручной дуговой сварки, сварщику понадобится такое оборудование и приспособления, как:

- Сварочный аппарат
- Покрытые электроды
- Роба, маска, перчатки
- Центратор, магнитные угольники
- Металлическая щётка, молоток, наждачная бумага.

Перед началом работ нужно рассчитать параметры режима сварки, подобрать электрод, сварочный аппарат, зачистить и обезжирить заготовки.

2.5 Выбор сварочных материалов

Для сварки углеродистых сталей существует ряд марок электродов, лидерами из которых по качеству шва являются МР-3С и УОНИ 13/55 [18].

Электроды МР-3С по внешнему виду выделяются синим цветом рутилового покрытия, которым они обработаны снаружи. Они нашли широкое применение в производстве, машиностроении, строительстве при сваривании высокоуглеродистых и низколегированных сталей и сплавов.

Варить следует очень быстро, чтобы шов не успевал остыть. При сварке образуется много шлака, он полностью покрывает ванну и шов по всей ширине. Температура плавления обмазки значительно выше, чем у свариваемой стали. Поэтому он всплывает и легко отделяется после остывания даже в многопроходных швах. Темп сварки должен быть высоким, чтобы металл и шлак не успевали застыть.

Отличительная характеристика электродов марки МР-3С – работа при любых погодных условиях, сварка сырых изделий и по ржавчине.

Основные достоинства электродов МР-3С:

- Легкое воспламенение дуги и ее постоянство
- Прочный шов с высокими техническими характеристиками
- Минимальное разбрызгивание металла
- Обмазка не выделяет вредных веществ

К недостаткам относятся высокая стоимость и большой расход сварочного материала, невозможность варить вертикаль сверху вниз.

УОНИ 13/55 – сварка особо ответственных конструкций из углеродистых и низколегированных сталей, когда к металлу шва предъявляются повышенные требования по пластичности и ударной вязкости. Сварка во всех пространственных положениях шва постоянным током обратной полярности. Обеспечивают получение металла шва с высокой стойкостью к образованию кристаллизационных трещин и низким содержанием водорода. Сварку производят только на короткой длине дуги по очищенным кромкам.

Недостаток электродов марки УОНИ-13/55 заключается в том, что сварку можно вести только постоянным током обратной полярности, и, кроме того, при наличии ржавчины на кромках при увлажнении покрытия понижается стойкость против образования в металле шва пор.

Таблица 3 – Химический состав наплавленного металла по ГОСТ 9467-75 [19]

Марка	С	Mn	Si	S	P
МР-3С	0,8-0,12	0,5-0,8	0,07-0,2	0,025	0,035
УОНИ 13/55	0,1	0,7	0,25-0,35	0,019	0,035

Таблица 4 – Механические свойства наплавленного металла [19]

Марка	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %
MP-3C	460	410	18
УОНИ 13/55	350	500	25-28

Таблица 5 – Прокалка перед сваркой

Марка электрода	Температура прокалки, °С	Время прокалки, ч
MP-3C	120-160	1
УОНИ 13/55	350-400	1-2

Стоимость данных электродов относительно равны. Среднерыночная стоимость электродов марки УОНИ 13/55 (2мм, 1кг) 275 рублей за упаковку, а MP-3C (2,5мм, 1кг) – 330 рублей.

Для сварки профильной трубы мы выбираем электроды MP-3C, опираясь на сравнительную характеристику, описанную выше. Электроды MP-3C обладают лучшими химическими и механическими характеристиками, имеют меньшее время и температуру предварительной прокалки и при сварке данными электродами минимизировано появление трещин, что в разрабатываемой конструкции с высокими нагрузками недопустимо. Даже несмотря на различие в цене, в пользу УОНИ 13/55, так как разница в цене незначительна.

2.6 Расчет параметров режима сварки

Режимом сварки называют совокупность основных характеристик сварочного процесса, обеспечивающих получение сварных швов заданных размеров, формы и качества. При РДС это диаметр электрода, сила сварочного тока, напряжение дуги, площадь поперечного сечения шва, выполняемого за один проход дуги, число проходов, род тока, полярность [20].

Важнейшим параметром при работе ручной дуговой сварки является сила сварочного тока. Сварочный ток определяет качество сварочного шва и величину проплавления.

Рекомендации по выбору силы сварочного тока указывается в инструкции к сварочному аппарату и на упаковке с электродами в соответствии с диаметром.

Уровень сварочного тока зависит от расположения сварочного шва в пространстве. При сварке швов в потолочном или вертикальном положении рекомендуется диаметр электродов не меньше 4 мм и понижение силы сварочного тока на 10-20 %, относительно стандартных показателей тока при работе в горизонтальном положении.

Диаметр электрода подбирают в зависимости от толщины свариваемого изделия. Существует зависимость уменьшения плотности тока от увеличения диаметра электрода, это приводит к блужданию сварочной дуги, её колебаниям и изменениям длины. От этого растет ширина сварочного шва и уменьшается глубина провара – то есть качество сварки ухудшается.

Следующим параметром является расчет длины сварочной дуги.. Важно стабильно поддерживать длину сварочной дуги. Рекомендуется соблюдать равенство между диаметром электрода и длиной сварочной дуги, так как сварка на короткой дуге наиболее эффективна.

Выбор скорости сварки зависит от толщины свариваемого изделия и от толщины сварочного шва. Подбирать скорость сварки следует так, чтобы сварочная ванна заполнялась жидким металлом от электрода и возвышалась над поверхностью кромок с плавным переходом к основному металлу изделия без наплывов и подрезов. Желательно поддерживать скорость продвижения так, чтобы ширина сварочного шва превосходила в 1,5-2 раза диаметр электрода.

Слишком быстрая сварка чревата такими дефектами как непровар, а в дальнейшем, это может перетечь в трещины, что является недопустимым дефектом.

Наиболее простой способ подбора скорости сварки ориентирован на приблизительно среднее значение размеров сварочной ванны. В большинстве случаев сварочная ванна имеет размеры: ширина 8–15 мм, глубина до 6 мм, длина 10–30 мм. Важно следить, чтобы сварочная ванна равномерно заполнялась расплавленным металлом, т.к. глубина проплавления почти не изменяется.

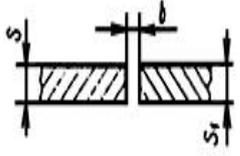
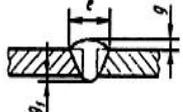
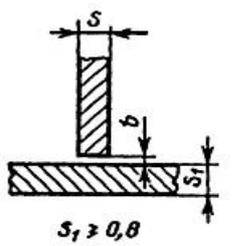
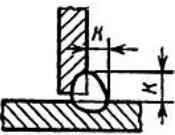
У большинства моделей бытовых аппаратов для ручной дуговой сварки на выходе путем выпрямления переменного тока образуется постоянный сварочный ток. При использовании постоянного тока возможны два варианта подключения электрода и детали:

- При прямой полярности деталь подсоединяется к зажиму «+», а электрод к зажиму «-»
- При обратной полярности деталь подключается к «-», а электрод – к «+»

На положительном полюсе выделяется больше тепла, чем на отрицательном. Прямую полярность используют для резки металлических конструкций, когда металл толстый и нужны высокие температуры. Эта полярность увеличивает количество тепла, выделяемого током при сварке. Обратную полярность используют при сварке тонких листов стали, например. Она минимально сказывается на поверхности тонкого материала.

В разрабатываемой конструкции имеются тавровые и стыковые соединения. Расчет режимов сварки будем производить на примере таврового соединения Т1 по ГОСТ 5264-80 [16]. В связи с равной толщиной стенки по всей конструкции, расчет для стыкового соединения проводить не требуется.

Таблица 6 – Тавровое сварное соединение при ручной дуговой сварке

Обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		S=S ₁	b		e	g	
	подготовленных кромки свариваемых деталей	сварного шва		Номин. пред.	откл. откл.		Номин. пред.	откл. откл.
C2			1,5 - 3,0	1	±1	7	1,5	±1
T1			2,0 – 3,0	0	+1			

В таблице 6 показаны стыковое и тавровое соединения при ручной дуговой сварке с условным обозначением C2 и T1 соответственно согласно ГОСТ 16037-80 [21].

2.6.1 Выбор диаметра электрода

Для сварки тонкостенного профиля, в нашем случае толщина стенки 2 мм, рекомендуется выбирать электрод диаметром 2,5 мм.

2.6.2 Определение числа проходов

С помощью формулы 9 рассчитаем площадь наплавленного металла.

$$F_n = \frac{K_y \cdot K^2}{2}, \quad (9)$$

где К- катет шва;

K_y - коэффициент, учитывающий усиление шва;

Катет шва по ГОСТ 5264-80 для металла с толщиной стенки 2 мм $K=2.5$ мм. Для катета шва 2,5 мм $K_y=1,5$.

$$F_H = \frac{1,5 \cdot 2,5^2}{2} = 4,68 \text{ мм}^2$$

Площадь металла, наплавленного за один проход при котором обеспечиваются оптимальные условия формирования, должна составлять:

$$F_1 = (6..8) \cdot d_э, \quad (10)$$

где $d_э$ – диаметр электрода;

$$F_1 = (6..8) \cdot 2,5 = 15..20 \text{ мм}^2$$

Из расчета видно, что сварку можно выполнять за один проход.

2.6.3 Определение величины сварочного тока

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d_э^2}{4} \cdot j, \quad (11)$$

где j - плотность тока А/мм², для рутилового покрытия $j = 14-20$ А/мм².

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 2,5^2}{4} \cdot (14..20) = 68,6..98 \text{ А}$$

Принимаем ток $I_{св} = 83,3 \text{ А}$.

2.6.4 Напряжение на дуге

При ручной дуговой сварке напряжение изменяется в сравнительно узких пределах и при проектировании технологических процессов сварки выбирается на основании рекомендаций паспорта на данную марку электродов.

Напряжение на дуге можно вычислить по формуле 12.

$$U_d = 20 + 0.04 I_{св} \quad (12)$$

$$U_d = 20 + 0,04 \cdot (68,6 \cdot 98) = 22,7 \cdot 23,92 \text{ В}$$

Принимаем $U_d = 23,3 \text{ В}$.

2.6.5 Вычисление скорости сварки

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot F_n \cdot \gamma}, \quad (13)$$

где α_n - коэффициент наплавки, для электродов МР-3С $\alpha_n = 7,8$;

γ - плотность стали, $\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$

$$V_{св} = \frac{7,8 \cdot (68,6 \cdot 98)}{3600 \cdot 0,0468 \cdot 7,8} = 0,4 \cdot 0,58 \text{ см/с}$$

2.6.6 Погонная энергия

$$q_{п} = \frac{I_{св} \cdot U_d \cdot \eta_u}{V_{св}}, \quad (14)$$

где $\eta_u = 0,8$ – эффективный КПД для ручной дуговой сварки;

$$q_{п} = \frac{83,3 \cdot 23,3 \cdot 0,8}{0,32} = 3,168 \text{ кДж/см}$$

2.6.7 Определение глубины проплавления

Глубина провара при наплавке валика на лист с достаточной для практических целей степенью точности может быть определена следующим образом. Максимальную температуру на расстоянии r рассчитывают по формуле 15:

$$T_{\max} = \frac{2 \cdot 0,368 \cdot q}{\pi \cdot V \cdot c \cdot \rho \cdot r_0^2}, \quad (15)$$

где q – эффективная тепловая мощность источника, Вт;

$$q = I_{cs} \cdot U_d \cdot \eta_u \quad (16)$$

$$q = 83,3 \cdot 23,3 \cdot 0,8 = 1553 \text{ Вт}$$

$c\rho = 4,9 \text{ Дж/см}^3 \cdot \text{град}$ - объемная теплоемкость;

r_0 – расстояние до изотермы плавления $T_{пл}$;

Из формулы 15 выводим r_0 :

$$r_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,368 \cdot q}{\pi \cdot V \cdot c \cdot \rho \cdot T_{пл}}} \quad (17)$$

$$r_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,368 \cdot 1553}{3,14 \cdot 0,49 \cdot 4,9 \cdot 1500}} = 0,32 \text{ см.}$$

Глубина провара при ручной дуговой сварке рассчитывается по формуле 18:

$$H_{пр} = (0,5..0,7) \cdot r_0 \quad (18)$$

$$H_{пр} = (0,5..0,7) \cdot 0,17 = 0,16..0,22 = 0,19 \text{ см.}$$

В связи с тем, что расчет площади проплавления в тавровом соединении не имеет точной формулы и является весьма сложным, мы воспользуемся программой КОМПАС – 3D 18.1 Учебная версия.

Выполнив чертеж сварного соединения в масштабе, воспользуемся функцией «Площадь» и выделяем сектор проплавления металла. На рисунке 6 представлена схема сварного соединения, на рисунке 7 – расчет программы площади проплавления.

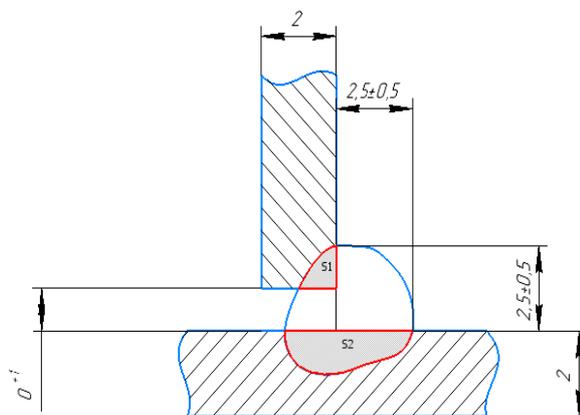


Рисунок 7 – Схема сварного таврового соединения

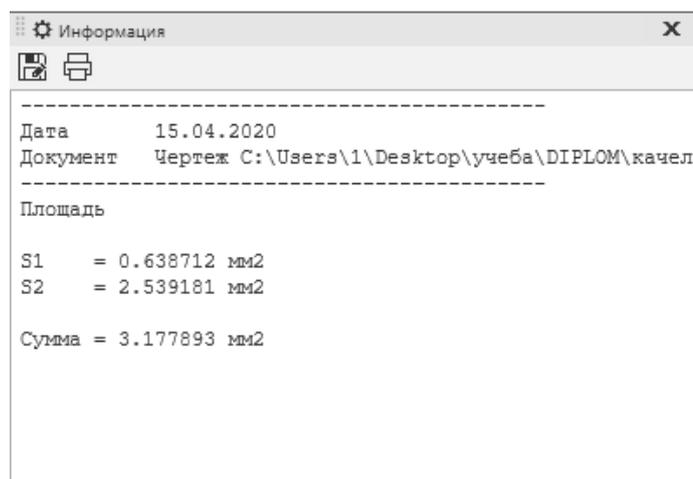


Рисунок 8 – Расчет проплавления с помощью программы КОМПАС – 3D 18.1

Исходя из этого, можно сделать вывод, что $F_{\text{пр}} = 3,17\text{мм}^2$

2.6.8 Определение доли участия основного металла

Доля участия основного металла высчитывается по формуле 19:

$$\gamma_0 = \frac{F_{\text{пр}}}{F_{\text{пр}} + F_{\text{н}}} \quad (19)$$

$$\gamma_0 = \frac{3,17}{3,17 + 4,68} = 0,4$$

2.7 Расчет химического состава шва

Степень легирования металла шва, с некоторой погрешностью, может быть установлена сопоставлением химического состава основного металла и металла наплавленного валика, определяемого по формуле (20):

$$R_{\text{ш}} = R_0 \cdot \gamma_0 + (1 - \gamma_0) \cdot R_{\text{э}} \pm \Delta R \quad (20)$$

где $R_{\text{ш}}$ - содержание рассчитываемого элемента, %;

R_0 - содержание того же элемента в основном металле, %;

$(1 - \gamma_0)$ - доля участия электродного металла в металле шва, %;

R_3 - содержание рассчитываемого элемента в металле, наплавленным данной маркой электродов, %;

γ_0 - доля участия основного металла в металле шва;

ΔR - переход данного металла из покрытия или газа в шов.

Для определения химического состава шва, необходимо знать химический состав основного металла и электродов. Значения химических составов приведены в таблицах 1 и 3 соответственно

Определяем по формуле (20) химический состав металла шва для ручной дуговой сварки плавящимся электродом:

$$[C]: R_{uu} = 0,18 \cdot 0,4 + (1 - 0,4) \cdot 0,12 = 0,144\%$$

$$[Si]: R_{uu} = 0,1 \cdot 0,4 + (1 - 0,4) \cdot 0,135 = 0,121\%$$

$$[Mn]: R_{uu} = 0,52 \cdot 0,4 + (1 - 0,4) \cdot 0,65 = 0,6\%$$

$$[P]: R_{uu} = 0,04 \cdot 0,4 + (1 - 0,4) \cdot 0,045 = 0,043\%$$

$$[S]: R_{uu} = 0,05 \cdot 0,4 + (1 - 0,4) \cdot 0,04 = 0,044\%$$

$$[Ni]: R_{uu} = 0,3 \cdot 0,4 = 0,12\%$$

$$[Cr]: R_{uu} = 0,3 \cdot 0,4 = 0,12\%$$

$$[Cu]: R_{uu} = 0,3 \cdot 0,4 = 0,12\%$$

$$[As]: R_{uu} = 0,08 \cdot 0,4 = 0,032\%$$

$$[N]: R_{uu} = 0,008 \cdot 0,4 = 0,0032\%$$

2.8 Определение расхода сварочных материалов

При ручной дуговой сварке расход электродов можно определить по формуле (21):

$$G_s = G_n \cdot (1,6..1,7) \quad (21)$$

где G_n – масса наплавленного металла, которую определим по формуле (22):

$$G_H = F_H \cdot l_{ш} \cdot \gamma \quad (22)$$

где F_H – площадь наплавленного металла; $F_H=0,0468 \text{ см}^2$;

$l_{ш}$ – длина шва; $l_{ш} = 4 \text{ см}$;

γ – плотность металла; $\gamma=7,8 \text{ г/см}^3$.

Таким образом:

$$G_3 = 0,0468 \cdot 4 \cdot 7,8 \cdot (1,6 \div 1,7) = (2,336 \div 2,482) \text{ г}$$

2.9 Выбор сварочного оборудования

Для получения качественного соединения источник питания сварочной дуги должен обладать свойствами, требуемыми процессом сварки и проявляющимися при высоких технико-экономических показателях [22].

Сварочный инвертор чаще всего применяют для производства каркаса из профильных труб толщиной от 2 мм. Инвертор позволяет сваривать заготовки из различных марок металла с применением соответствующих электродов. В зависимости от толщины стенки, размера профиля трубы выбирают инверторные аппараты, способные обеспечить необходимый режим протекания процесса. Благодаря универсальности инверторных аппаратов можно производить сварку под любым необходимым углом. Одним из оптимальных режимов считается работа под углом 90 градусов. В этом случае необходимо применять инструменты и приспособления, обеспечивающие сохранение вертикальности угла в течение всего периода работы. Для получения профиля заданной конструкции с применением трубы 2 мм необходимо аккуратно работать электродом, чтобы не допустить повреждения края заготовки и тем более прожога.

Требования к источнику питания:

- Работа при определенных нагрузках и условиях эксплуатации, пространственное положение шва, влажность, температура.
- Устойчивое горение дуги;
- Безопасность в эксплуатации;

- длительность непрерывной сварки(5–10 минут у бытовых сварочных аппаратов);
- наличие защитной функции от перегрева;
- напряжение холостого хода, влияющее на то, насколько легко будет зажигаться дуга, стабильно держаться разряд. Чем выше напряжение, тем лучше;
- наличие дополнительных функций, например, «антиприлипание», «горячий старт», «форсаж дуги» ;
- Малые габаритные показатели;
- Низкая стоимость

На основе перечисленных требований и режимов сварки, вычисленных двумя пунктами выше, выбраны 2 источника питания: SIRIO IN 160 и PЕСАНТА САИ-160К.

Таблица 7 - Технические характеристики сварочного инвертора SIRIO IN 160

Номинальный сварочный ток, А	10-160
Напряжение, В	187-242
Напряжение холостого хода, В	85
Продолжительность включения при максимальном токе	40% при 160А
Габаритные размеры, мм:	65 x 115 x 175
Масса, кг	5,2
Класс защиты	IP21

Таблица 8 - Технические характеристики сварочного инвертора PЕСАНТА САИ-160К

Номинальный сварочный ток, А	10-160
Напряжение, В	220
Напряжение холостого хода, В	85

Продолжительность включения при максимальном токе	70% при 160А
Габаритные размеры, мм:	310x135x250
Масса, кг	3.47
Класс защиты	IP21

Оба сварочных аппарата являются малогабаритными инверторами со схожими характеристиками. В нашем случае, мы делаем выбор в пользу сварочного инвертора марки ПЕСАНТА САИ-160К. В первую очередь обращаем внимание на продолжительность периода, при котором источник питания может выдавать заданные параметры (160А) без срабатывания тепловой защиты или выхода из строя. А именно: продолжительность включения источника питания ПЕСАНТА САИ-160К составляет 7 минут при силе тока, равной 160А, против 4 минут продолжительности включения оппонента. Следующим критерием, второстепенного плана, является стоимость – средняя стоимость по рынку и масса источника питания – оба критерия в пользу отечественного инвертора производителя.

3 Технология сборки и сварки

3.1 Заготовительные операции

После выполнения полного чертежа нашей конструкции будет разметка и нарезка труб нужной длины согласно размерам, установленным на чертеже.

По ГОСТ 32931-2015 [22] длина профильных труб варьируется от 1,5 метров до 12,5 метров в зависимости от способа изготовления. Чаще всего используются трубы длиной 3 и 6 метров. Трубами такой длины мы и воспользуемся для раскроя.

После того, как материал поступил на рабочее место, на стадии входного контроля следует выполнить проверку с целью подтверждения его соответствия требованиям стандартов, технических условий, конструкторской документации и убедиться в качестве поставки, проверить на наличие трещин, полученных при транспортировке.

Следующим шагом после выполнения визуального контроля является разметка материала. Обратившись к рисунку 5, с помощью линейки и мела, или перманентного маркера разметить заготовки по размерам. При разметке на металлопрокате необходимо учитывать припуски на механическую обработку и усадку от сварки. В бытовых условиях наличие угловой шлифовальной машинки реальнее, чем наличие газового резака. Воспользуемся УШМ и нарежем заготовки. Важно резать не размер в размер, а немного больше, чем заданная величина.

После нарезки всех элементов конструкции необходимо подготовить кромки труб к сборке и сварке. Свариваемые кромки необходимо зачистить до металлического блеска и обезжирить на ширину около 20мм. Для выполнения этих операций исполнителю понадобится такая оснастка, как металлическая щетка, наждачная бумага, тряпка, спирт, также, при ручной дуговой сварке должны быть тщательно зачищены от окалины, грязи, краски, масла, ржавчины, влаги, снега и льда.

Важной частью подготовки к сборке и сварке является подготовка электродов. Излишняя влага резко ухудшает прочностные характеристики шва из-за повышенной вероятности возникновения пор недопустимого размера. Прокалку электродов допускается производить не более трех раз, не считая первичную прокалку при их изготовлении. Если электроды после трех прокалок показали неудовлетворительные сварочно-технологические свойства, то применение их для сварочных работ не допускается. В таблице 5 указан режим прокалки электродов МР-3С.

Таблица 9 – Рекомендации по размерам припусков

Назначение припуска	Характеристика припуска	Размер припуска, мм
На ширину реза	При ручной кислородной резке листового проката для толщины стали, мм:	
	5-25	4,0
	28-50	5,0
	50-100	6,0
	При машинной кислородной и пламенно-дуговой резке листового проката для толщины стали, мм:	
	5-25	3,0
	28-50	4,0
	50-100	5,0
	При ручной кислородной резке профильного проката	4,0
На усадку при сварке	Стыковые швы (усадка перпендикулярно стыку):	
	листовой прокат толщиной, мм:	
	до 16	1,0
	" 40	2,0
	более 40	3,0-4,0
	профильный прокат:	
	уголок, швеллер, трубы, балки с высотой стенки, мм:	
	400 и менее	1,0
более 400	1,5	
	Продольные угловые швы, на каждый 1 м шва	1,0
	На приварку пары ребер жесткости длиной шва до 400 мм	0,5

В целях экономии средств и материала необходимо наиболее оптимально раскроить материал для конструкции.

На рисунках 9 и 10 показан оптимальный раскрой для каркаса конструкции и навеса с сиденьем соответственно.

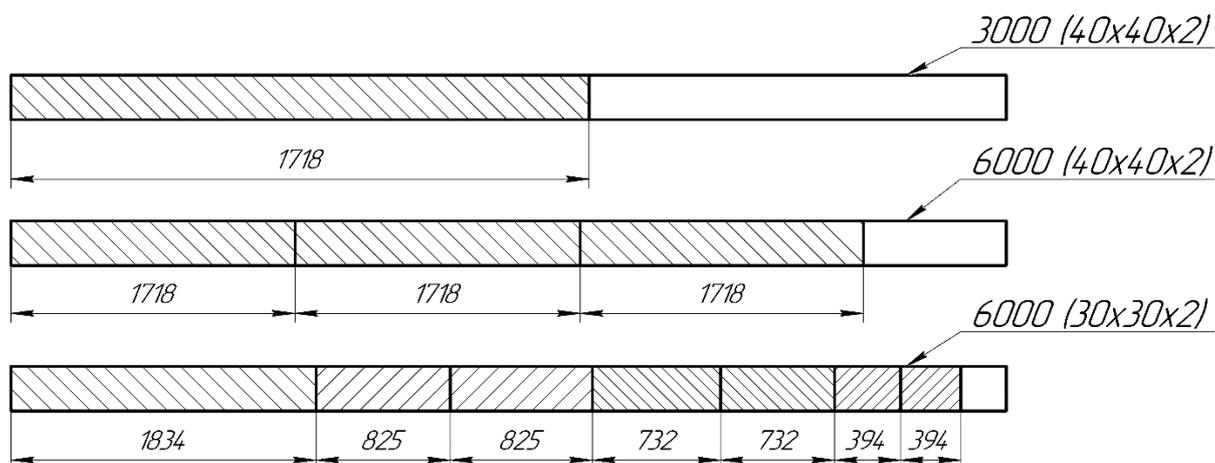


Рисунок 9 – Оптимальный раскрой каркаса конструкции

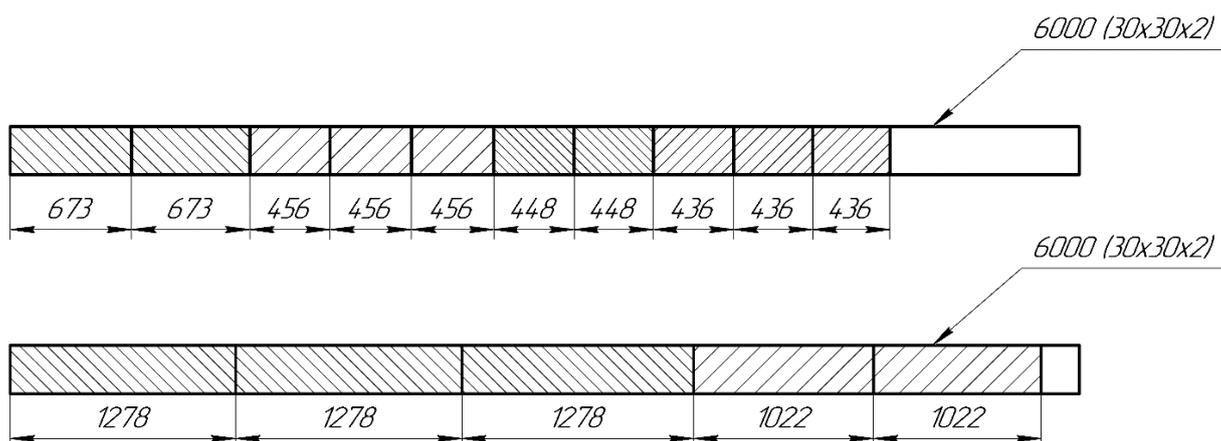


Рисунок 10 – Оптимальный раскрой сидения конструкции

Отход металла для каркаса конструкции в соответствии с рисунками 5 и 9 составляет 29%.

Отход металла для сидения в соответствии с рисунками 6 и 10 составляет 10% .

3.2 Сборочные операции

После выполнений всех заготовительных операций производится сборка таврового соединения. Сборка под сварку является одной из трудоемких

операций. Она должна обеспечивать возможность качественной сварки конструкции. Для этого необходимо выдержать заданный зазор между соединяемыми деталями (выставив зазор больше рекомендуемого, есть риск сквозного проплавления кромок, то есть прожога), установить детали в проектное положение и закрепить между собой так, чтобы взаиморасположение деталей не нарушилось в процессе сварки. Должен быть обеспечен свободный доступ к месту сварки. В подавляющем большинстве случаев взаимное расположение деталей перед дуговой сваркой фиксируется при помощи коротких отрезков швов, называемых прихватками [23].

С учетом того, что некоторые из заготовок имеют внушительную длину, есть риск в неудобном положении для дальнейшего сваривания. Исполнителю следует воспользоваться магнитными угольниками для удобства сборки таврового/углового соединения.

С помощью точечной сварки электродом необходимо произвести соединение профиля в нескольких местах, учитывая толщину выбранного профиля, хватит 1-2 прихватки. Для сборки таврового и стыкового соединения технология сборки, выполнения прихваток одинакова. Перед сваркой следует очистить прихватки от шлака.

В процессе сборки должно быть исключено попадание влаги, масла и других загрязнений в разделку соединений и на прилегающие поверхности.

3.3 Сварочные операции

Сварку производят от краев к центру, стараясь равномерно прогревать шов, не задерживаясь на одном участке, в связи с тем, что сваривается тонкостенная профильная труба. По той же причине, сварку рекомендуется проводить короткими участками с отрывом, следя за тем, чтобы кромки успевали оплавляться.

Так как способы выполнения швов зависят от их длины и толщины свариваемых деталей, устанавливаем, что сварка выполняется напроход.

Для предотвращения перегрева внутри соединения следует вставить отрезок металлического бруса с сечением, максимально приближенным к внутренним размерам заготовки, либо увеличить скорость сварки.

Сварку тонкостенной профильной трубы следует выполнять в обратной полярности подключения.

Сварку необходимо выполнять на стабильном режиме. Допускаемые отклонения принятых значений силы сварочного тока и напряжения на дуге не должны превышать $\pm 5\%$ от номинальных.

Сварка ведется на возможно короткой дуге. Перед гашением дуги сварщик должен заполнить кратер путем нескольких частых коротких замыканий электрода и вывести место обрыва дуги на шов на расстоянии 8-10 мм от его конца

Свариваемые поверхности конструкции и рабочее место сварщика должны быть ограждены от дождя, снега, ветра и сквозняков. При температуре окружающего воздуха ниже минус 10°C необходимо иметь вблизи рабочего места сварщика инвентарное помещение для обогрева, а при температуре ниже минус 40°C сварка должна производиться в обогреваемом тепляке, где температура должна быть выше 0°C .

Последовательность выполнения сварных швов должна быть такой, чтобы обеспечивались минимальные деформации конструкции и предотвращались появления трещин в сварных соединениях.

Технологический процесс сборки и сварки представлен в комплекте технологических документов (Приложение).

3.4 Деформации и напряжения при сварке и методы борьбы с ними

На величину деформации влияет теплопроводность свариваемого металла: чем выше теплопроводность, тем равномернее распределяется тепловой поток и тем меньше деформация. Неравномерное нагревание металла. Наличие сосредоточенного источника тепла (сварочное пламя, электрическая

дуга), перемещающегося вдоль шва с какой-то скоростью и вызывающего неравномерное нагревание металла при сварке, является основной причиной возникновения внутренних напряжений и деформаций в сварных изделиях.

Сварочные напряжения и деформации, в зависимости от времени существования, можно разделить на:

- Остаточные. Они остаются в изделии даже после снятия нагрузки;
- Временные. Такие напряжения находятся только, когда существует нагрузка, либо в какой-то определённый момент времени.

Напряжения различают в зависимости от размеров области, в пределах которых они залегают и уравниваются:

- Напряжения I рода - уравниваются в крупных объемах, соизмеримых с размерами изделий или отдельных его частей;
- Напряжения II рода - уравниваются в микрообъеме тела в пределах одного или нескольких зерен;
- Напряжения III рода - уравниваются в объемах соизмеримых с атомной решеткой.

Сварочные напряжения можно разделить по направлению действия:

- Вдоль оси шва - продольные;
- Перпендикулярно оси шва – поперечные.

В процессе разработки конструкции была выбрана сталь марки СтЗпс, которая сваривается без ограничений. Ввиду того, что данная сталь не имеет описания регламента по сварке и толщина стенки свариваемых деталей равна 2 мм, предварительная термообработка не требуется. Во избежание появления сварочных напряжений исполнителю сборки и сварки следует жестко закрепить детали, следовать указанной последовательности сборки и сварки [Приложение А], рассчитать параметры режима сварки, подобрать оптимальное сварочное оборудование и материалы, выполнять сварку на стабильном режиме (допускаемые отклонения силы сварочного тока и напряжения на дуге не должны превышать $\pm 5\%$ от номинальных).

3.5 Техника безопасности при проведении сварочных работ

Сборочные и сварочные работы выполняются в соответствии с Федеральным законом. При выполнении работ существуют следующие основные опасности для здоровья рабочих:

- поражение электрическим током;
- поражение лучами дуги глаз и открытых поверхностей кожи;
- ушибы и порезы во время подготовки изделий к сварке и во время сварки;
- отравление газами и пылью;
- ожоги от разбрызгивания электродного расплавленного металла и шлака.

Для защиты сварщика от поражения электрическим током необходимо:

- надёжно заземлять корпус источника питания дуги и свариваемое изделие;
- не использовать контур заземления в качестве сварочного провода;
- хорошо изолировать рукоятку электрододержателя;
- горелка для сварки в газе не должна иметь открытых токоведущих частей, а рукоятка её должна быть покрыта диэлектрическим и теплоизолирующим материалом;
- работать в сухой и прочной спецодежде и рукавицах (ботинки не должны иметь в подошве металлических шпилек и гвоздей).

Для защиты глаз сварщику необходимо иметь сварочную маску, которая задерживает и поглощает излучение дуги.

Помещение, в котором производятся работы должно быть оснащено приточно-вытяжной вентиляцией. Для защиты органов дыхания рабочего, рекомендуется использовать респиратор с химическим фильтром.

Для защиты от ожогов сварщиков обеспечивают специальной одеждой, обувью, рукавицами и головным убором.

При сборочно-сварочных работах чаще всего наблюдаются травмы в виде ушибов и ранений рук (от неумелого обращения с инструментом и

детальями) и ног (от падения заготовок). Правильное оснащённое рабочее место сварщика должно полностью обеспечить работающих от механических увечий.

При составлении технологии сборки следует тщательным образом продумать её проектируемые операции с точки зрения безопасности работы.

3.6 Контроль качества сварных соединений

Визуальному и измерительному контролю подлежат все сварные соединения разрабатываемой сварной конструкции с целью выявления в ней следующих наружных дефектов согласно РД 03-606-03 [24].

- трещин всех видов и направлений;
- свищей и пористости наружной поверхности шва;
- подрезов;
- наплывов, прожогов, незаплавленных кратеров;
- смещения и совместного увода кромок свариваемых элементов свыше норм, предусмотренных настоящими Правилами;
- непрямолинейность соединяемых элементов;
- несоответствие формы и размеров швов требованиям технической документации.

Перед визуальным осмотром поверхность сварного шва и прилегающие к нему участки основного металла шириной не менее 20мм в обе стороны от шва должны быть зачищены от шлака и других загрязнений.

Контроль внешним осмотром обычно подвергают 100% выполненных швов. Внешние дефекты, такие, как трещины, наплывы, прожоги, незаваренные кратеры, свищи в начале шва (зажигание дуги на основном металле), выводы кратера на основной металл, сплошные сетки или цепочки пор, непровары, подрезы — не допускаются.

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 садовой качели» выполняется в рамках научно-исследовательской работы для организации ТСЖ «Флагман». Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники организации. Задача работы заключается в исследовании и разработке процесса ручной дуговой сварки покрытыми электродами.

Для успешного внедрения научной разработки необходимо изучить преимущества и недостатки конкурирующих методов сварки, чтобы вносить соответствующие поправки во время создания ёмкости для её лучшего продвижения на рынке в будущем.

Таблица 10 - Сегментирование рынка

		Показатель		
		Низкий	Средний	Высокий
Технологические свойства	Качество сварного шва	-	2, 3	1
	Скорость сварки	3	2	1
	Возможность сварки тонколистового металла	-	2, 3	1

1. Механизированная сварка в среде CO₂–Исп.1
2. Механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой – Исп.2
3. Ручная дуговая сварка покрытым электродом – Исп.3

Результат сегментирования показал, что уровень конкуренции низок. Ручная дуговая сварка покрытыми электродами, как видно из сегментирования, хороший способ сварки, который может получать качественные сварные соединения. В связи с тем, что производство качели в нашем случае является единичным, все свариваемые элементы имеют короткие швы в разных пространственных положениях, назначается ручная дуговая сварка для изготовления нашей конструкции.

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.

Таблица 11 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _{к1}	Б _{к2}	Б _ф	К _{к1}	К _{к2}	К _ф
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобства в эксплуатации	0,15	3	3	5	0,45	0,45	0,75
2. Затраты сварочного материала	0,2	2	2	4	0,4	0,4	0,8
3. Качество сварного соединения	0,15	5	4	4	0,75	0,6	0,6
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,05	2	2	4	0,1	0,1	0,2
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,2	5	5	5	1	1	1
3. Конкурентоспособность работы	0,25	5	5	3	1,25	1,25	1
Итого	1	22	25	25	3,95	3,8	4,35

где $B_{ф1}$ – Механизированная сварка в среде CO_2 ;

$B_{ф2}$ – Механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой;

B_k – 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:

$$K = \sum B_i \cdot B_i \quad (23)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

По результатам расчета видно, что предложенный метод, конкурентоспособен, по сравнению с аналогичными видами сварки. Наибольшие преимущества наблюдаются в сфере качества, затрат на сварочные материалы и в сроке эксплуатации.

4.1.3 SWOT – анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

SWOT-анализ используется для определения слабых и сильных сторон проекта, таблица 12.

Таблица 12 - Матрица SWOT

Сильные стороны	Слабые
<ul style="list-style-type: none">• Широкая область применения;• Использование современного оборудования;• Актуальность проекта;	<ul style="list-style-type: none">• Развитие новых технологий;• Перенастройка оборудования;• Отсутствие квалифицированного персонала;

<ul style="list-style-type: none"> • Наличие опытного руководителя; • Наличие патента на разработку; • Сварка во всех пространственных положениях; 	<ul style="list-style-type: none"> • Много конкурентных фирм; • Прямая зависимость качества соединения от квалификации сварщика;
Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> • Получение качественных сварных соединений; • Регулирование производительности • Повышение стоимости конкурентных разработок; • Применения оборудования работающего в полевых условиях; 	<ul style="list-style-type: none"> • Появление новых технологий • Государство не даст средства для реализации темы. • Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы. • Зависимость, незначительная от поставщика.

В результате проведения SWOT анализа были выявлены основные проблемы, с которыми сталкивается или может столкнуться в будущем предприятие, применяя ручную дуговую сварку покрытыми электродами. Из матрицы SWOT видно, что необходимо сделать упор на такие сильные стороны, как возможность выполнения сварного соединения во всех пространственных положениях, 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 штата 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

Прежде чем начать работу над проектом, необходимо провести планирование этапов работы, обозначив при этом занятость каждого из участников, а также привести сроки выполнения каждого этапа. Структура работ и распределение занятости исполнителей приведены в табл. 13.

Таблица 13– Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	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

Трудоёмкость выполнения исследования оценивается экспертным путём в силу вероятностного характера величины. За единицу измерения трудоёмкости принимаются человеко-дни. Ожидаемая трудоёмкость рассчитывается по формуле 24:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{\min\ i} \cdot 2t_{\max\ i}}{5} \quad (24)$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях, учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{Pi} = \frac{t_{\text{ож } i}}{ч_i} \quad (25)$$

где T_{Pi} – продолжительность одной работы, рабочих дней;

$t_{\text{ож } i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дней;

$ч_i$ – 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 26:

$$T_{ki} = T_{Pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (26)$$

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:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (27)$$

где $T_{\text{кал}} = 365$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}} = 104$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}} = 14$ – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1.47$$

Все рассчитанные значения вносим в таблицу (табл. 14). После заполнения таблицы 5 строим календарный план-график (табл. 15).

График строится для максимального по длительности исполнения работ, в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделим различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

Таблица 14 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работы									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в рабочих днях T_{ki}		
	t_{min} , человеко-дни			t_{max} , человеко-дни			$t_{ожі}$, 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							
Составление и утверждение темы проекта	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	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	1	1	1	5	5	5	2,6	2,6	2,6	Инженер-руководитель	1	1	1	2	2	2
Выбор направления исследований	1	2	2	3	4	4	1,4	2,8	2,8	Руководитель	1	2	2	2	3	3
Календарное планирование работ	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель	2	2	2	3	3	3
Изучение литературы по теме	7	7	7	14	14	14	9,8	9,8	9,8	Инженер	10	10	10	15	15	15
Подбор нормативных документов	5	6	6	8	9	9	6,2	7,2	7,2	Инженер -руководитель	3	4	4	5	6	6
Изучение результатов	1	2	2	2	3	3	1,4	3	3	Инженер	2	3	3	3	5	5
Проведение расчётов по теме	5	6	6	8	9	9	6,2	7,2	7,2	Инженер	7	8	8	10	11	11
Анализ результатов	1	1	1	4	4	4	2,2	2,2	2,2	Инженер -руководитель	2	2	2	3	3	3
Вывод по цели	1	1	1	4	4	4	2,2	2,2	2,2	Инженер	3	3	3	4	4	4

Таблица 15 – 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	Составление и утверждение проекта	Руководитель	3	■										
2	Анализ актуальности темы	Руководитель – инженер	2	■	▨									
3	Поиск и изучение материала по теме	Руководитель	2		▨									
4	Выбор направления исследований	Руководитель	2		▨									
5	Календарное планирование работ	Руководитель	3		▨									
6	Изучение литературы по теме	Инженер	15				■							
7	Подбор нормативных документов	Инженер-руководитель	5				■	▨						
8	Изучение установки	Инженер	6					■						
9	Моделирование установки	Инженер	3						■					
10	Изучение результатов	Инженер	3								■			
11	Проведение расчётов по теме	Инженер	10								■			
12	Анализ результатов	Инженер-руководитель	2								■	▨		
13	Вывод по цели	Инженер	1										■	

■ -Инженер; ▨ - Руководитель

4.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ обеспечиваем полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета используем следующие группировки по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы;
- формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх\ i} \quad (28)$$

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 (шт., кг, м, m^2 и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./ m^2 и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

В таблице 16 представлены стоимость материалов, используемых при разработке проекта.

Таблица 16 – 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	Лист	100	100	100	2	2	2	230	230	230
Картридж для принтера	Штук	1	1	1	950	950	950	1092,5	1092,5	1092,5
Интернет	М/бит (пакет)	1	1	1	350	350	350	402,5	402,5	402,5
Сварочная проволока	кг	0,5	0,8	0,5	95	120	100	54,6	110,4	57,5
Используемые газы	литр	2	-	-	15	-	-	16	-	-
Профильная труба (30x30x2)	метр	21	21	21	165,7	165,7	165,7	1905,5	1905,5	1905,5
Профильная труба (40x40x2)	метр	9	9	9	125,8	125,8	125,8	1446,7	1446,7	1446,7
Итого								5147,8	5187,6	5134,7

Исходя из таблицы 7 было выявлено, что материальные затраты при ручной дуговой сварке самые минимальные из вышеперечисленных. Дороговизна механизированной сварки обусловлена дорогими материалами.

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

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной

аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме.

При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены.

Таблица 17 - Расчет затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Количество единиц оборудования			Цена за единицы оборудования, тысруб.			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	1	1	100	100	5,2	115	115	5,98
2	Механизм подачи проволоки	1	1	-	65	65	-	74,7	74,7	-
3	Компьютер	1	1	1	60	60	60	69	69	69
4	Принтер	1	1	1	10	10	10	11,5	11,5	11,5
Итого								270,2	270,2	86,48

Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ наглядно показал высокую стоимость оборудования механизированной сварки более чем в 3,5 раза относительно ручной дуговой.

4.3.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в табл. 18.

Таблица 18 - расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категории	Трудоёмкость человеко-дни			Зарботная плата, приходящаяся на человека, тыс руб.			Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс.руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	2	2	2	3,48			7,8	7,8	7,8
2	Анализ актуальности темы	Руководитель – инженер	1	1	1	4,248			4,75	4,75	4,75
3	Поиск и изучение материала по теме	Инженер-руководитель	1	1	1	4,248			4,75	4,75	4,75
4	Выбор направления исследований	Руководитель	1	2	2	3,48			3,9	7,8	7,8
5	Календарное планирование работ	Руководитель	2	2	2	3,48			7,8	7,8	7,8
6	Изучение литературы по теме	Инженер	10	10	10	0,768			8,6	8,6	8,6
7	Подбор нормативных документов	Инженер-руководитель	3	4	4	4,248			14,2	19	19
8	Изучение установки	Инженер	4	6	6	0,768			3,4	5,2	5,2
9	Модернизация установки	Инженер	2	3	4	0,768			1,7	2,6	3,4
10	Анализ результатов	Инженер-руководитель	2	2	2	4,248			9,5	9,5	9,5
11	Вывод по цели	Инженер	3	3	3	0,768			2,6	2,6	2,6
Итого									69	80,4	81,2

Исходя из таблицы 18 видно, что специалисту, выполняющему сварку ручным дуговым способом необходимо заплатить немного больше из-за того, что на некоторых этапах у него будет затрачено больше времени, чем у специалистов, выполняющих сварку.

4.3.4 Расчёт амортизационных отчислений

Написание выпускной квалификационной работы по плану занимает 57 дней. Для моделирования и проведения расчётов используется персональный компьютер первоначальной стоимостью 60000 рублей и принтер стоимостью 10000 рублей. Срок полезного использования для офисной техники составляет от 2 до 3 лет.

Норма амортизации H_A рассчитывается как:

- Компьютер

$$H_A = \frac{1}{T} \cdot 100\%;$$

где T – срок полезного использования, лет.

Если принять срок полезного использования равным 3 годам, тогда норма амортизации H_A :

$$H_A = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,3\% .$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$A_{год} = 60000 \cdot 0,33 = 19800 \text{ руб.}$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_{мес} = \frac{19800}{12} = 1650 \text{ руб.}$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = 1650 \cdot 2 = 3300 \text{ руб.}$$

- Принтер

$$H_A = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,3\%$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$A_{год} = 10000 \cdot 0,33 = 3300 \text{ руб.}$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_{мес} = \frac{3300}{12} = 275 \text{ руб.}$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = 275 \cdot 2 = 550 \text{ руб.}$$

Проведем расчет заработной платы относительно того времени, в течение которого работал руководитель и инженер. Принимая во внимание, что за час работы руководитель получает 435 рублей, а инженер 96 рублей (рабочий день 8 часов).

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (29)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн}$).

Максимальная основная заработная плата руководителя (кандидата технических наук) равна примерно 46500 рублей, а инженера 30500 рублей.

Расчет дополнительной заработной платы ведется последующей формулой:

$$Z_{доп} = K_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (30)$$

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

Таким образом, заработная плата руководителя равна 52080 рублей, инженера – 34160 рублей.

4.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) \quad (31)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования 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 19 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, тыс. руб			Дополнительная заработная плата, тыс. руб		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	46,5	57	59	55,8	68	70,8
Инженер	30,5	27	29	36,6	32	34,8
Коэффициент отчислений	0,271					
Итого						
Исполнение 1	27723,3 руб.					
Исполнение 2	33875,3 руб.					
Исполнение 3	35175,8 руб					

Исходя из таблицы 19 видно, что отчисления во внебюджетные фонды у специалиста, выполняющего проект ручной дуговой сваркой выше, так как процесс идёт дольше, чем другие, соответственно оплата выше.

4.3.6 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) \cdot k_{\text{нр}} \quad (32)$$

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

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

$$Z_{\text{накл}} = 357807,5 \cdot 0,16 = 57249,2 \text{ руб.}$$

4.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку. Данные бюджета затрат НИИ приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НИИ	5147,8	5187,6	5134,7	Пункт 3.3.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	270200	270200	86480	Пункт 3.3.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	69000	80400	81200	Пункт 3.3.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	8280	9648	9744	Пункт 3.3.3
5. Отчисления во внебюджетные фонды	27723,3	33875,3	35175,8	Пункт 3.3.4
6. Затраты на амортизацию	3850	3850	3850	Пункт 3.3.
7. Накладные расходы	61472,2	64505,7	35453,5	16% от суммы ст. 1-5
8. Бюджет затрат НИИ	445673,4	467666,3	257038	Сумма ст.1-6

Исходя из таблицы 11 было замечено, что бюджет затрат при ручной дуговой сварки самый минимальный, что даёт понимание, что она является самой выгодной среди других способов сварки.

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 финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{фин.пр}}^{\text{исп. } i} = \frac{\Phi_{p \ i}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (33)$$

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).

$$I_{\text{фин.пр}}^{\text{исп.1}} = \frac{445673,4}{467666,3} = 0,95; \quad I_{\text{фин.пр}}^{\text{исп.2}} = \frac{467666,3}{467666,3} = 1; \quad I_{\text{фин.пр}}^{\text{исп.3}} = \frac{208305}{467666,3} = 0,44$$

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

$$I_{p \ i} = \sum a^i \cdot b^i \quad (34)$$

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

a^i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b^i – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспериментальным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл.14).

Таблица 21 – сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп. 2	Исп.3
1. Сварочный материал	0,25	4	4	4
2. Удобство в эксплуатации	0,25	3	3	5
3. Используемые газы	0,15	5	-	-
4. Модернизация установки	0,35	4	4	2
Итого	1	3,9	3,15	2,95

$$I_{p-исп.1} = 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,35 = 3,9;$$

$$I_{p-исп.2} = 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,35 = 3,15;$$

$$I_{p-исп.3} = 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,35 = 2,95;$$

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

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{фин. i}} \quad (35)$$

$$I_{исп.1} = \frac{3,9}{0,95} = 4,1; \quad I_{исп.2} = \frac{3,15}{1} = 3,15; \quad I_{исп.3} = \frac{2,98}{0,44} = 6,77$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки, позволит определить сравнительную эффективность проекта (см.табл.6) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.i}}{I_{исп.max}} \quad (36)$$

Таблица 22 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,95	1	0,44
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,9	3,15	2,95
3	Интегральный показатель эффективности	4,1	3,15	6,77
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,6	0,46	1

4.5 Вывод

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

В данном разделе был выполнен анализ ресурсоэффективности и ресурсосбережения научно-исследовательской работы – разработки технологии сборки и сварки ручной дуговой сваркой покрытыми электродами садовой качели из профильной трубы, сталь Ст3пс. Были проанализированы слабые и сильные стороны работы, способы устранения их и использования для продвижения исследовательской работы. Был проведен прогноз внешних угроз и возможностей, учитывая которые можно повысить конкурентоспособность данного проекта.

В данном разделе было произведено распределение обязанностей по научно-исследовательской работе и рассчитано время, необходимое для выполнения работы. При этом инженер принимал участие в работе почти

каждый день, а научный руководитель производил контроль работы и помогал при расчете наиболее ответственных разделов проекта. Общая продолжительность работ составила 57 дней.

Также был сформирован бюджет затрат НИИ, который составил 257038 руб., на зарплату приходится 35 процентов затрат.

Расчет показал, что трудовые затраты и стоимость оборудования составляют основную часть от стоимости разработки и составляют 86,48 тыс.руб. Минимальные затраты составляют Материальные затраты НИИ, в сумме около 5134,7 руб.

Расходы по заработной плате определены по трудоемкости выполняемой работы и действующей системы окладов и тарифных ставок и составили: заработная плата руководителя – 52080 руб., заработная плата инженера – 34160 руб. В основную заработную плату внесена премия, которая выплачивается каждый месяц в размере 30 % от оклада.

Накладные и прочие расходы составили в сумме 35453,5 руб. Все затраты проекта могут быть реализованы, так как оказались ожидаемы.

По произведенному анализу видим, что ручная дуговая сварка в среде CO_2 является эффективным методом сварки стали ст3пс и способна занять свое место на рынке. Данный метод при правильном продвижении и учете внешних и внутренних факторов, может составить сильную конкуренцию имеющимся методам сварки стальных конструкций, но в современных условиях требует постоянного совершенствования, обновления материальной базы и повышение профессионализма сотрудников.

5 Социальная ответственность

5.1 Введение

Одним из направлений государственной политики в области охраны труда является сохранение жизни и здоровья работника. Безопасность работника в условиях любого современного производства обеспечивается правовой, социально-экономической, организационно-технической, санитарно-гигиенической, лечебно-профилактической защитой.

Объектом исследования является разработка технологии сборки и сварки садовой качели ручной дуговой сварки из металлической профильной трубы из стали СтЗпс.

В связи с особенностями ручной дуговой сварки при проведении сварочных работ предъявляются особые требования к выполнению правил техники безопасности. Невыполнение этих требований может привести к несчастным случаям: отравлению выделяющимися газами, поражению лучистой энергией сварочной дуги и электрическим током, взрывом баллонов и т.д.. В связи с множеством вредных факторов при производстве работ необходимо соблюдать технику безопасности, в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Санитарно-гигиенические условия и обязательные мероприятия по охране труда в сварочном производстве регламентируются "Системой стандартов безопасности труда", "Строительными нормами и правилами" (СНиП), Правилами техники безопасности и производственной санитарии, Правилами устройства и эксплуатации отдельных видов оборудования, различными инструкциями, указаниями и другими документами.

Все лица, поступающие на работу, связанную с электросваркой, должны проходить предварительные и периодические медицинские осмотры/

При использовании ручного дугового способа сварки на рабочих действуют следующие вредные и опасные факторы:

- Загазованность воздуха в результате конденсации паров металла и защитного газа;
- Повышенная температура поверхностей свариваемой конструкции, оборудования, материалов и воздуха в рабочей зоне;
- Повышенная яркость при сварке, ультрафиолетовая и инфракрасная радиация;
- Повышенный шум и вибрация;
- Нервно-психические перегрузки из-за напряженности труда в связи с ручным дуговым способом сварки;
- Ожоги кожных покровов.

5.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

К работе допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, имеющие профессиональную подготовку, соответствующую характеру работы, прошедшие обучение, инструктаж на рабочем месте и проверку знаний требований безопасности в комиссии на допуск работы:

- по электробезопасности;
- работа с электрооборудованием.

Основной задачей регулирования проектных решений разрешается за счет соблюдения законов (налоговое законодательство, трудовой и гражданский кодексы). Руководитель (ответственный) принимает обязательства выполнения и организации правил эвакуации и соблюдение требования безопасности в помещении.

Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний осуществляется в Российской Федерации с января 2000 года в соответствии с Федеральным законом от 24.07.1998 г. № 125-ФЗ (ред. от 07.03.2018) «Об обязательном социальном

страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний», которым установлены правовые, экономические и организационные основы обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний и определен порядок возмещения вреда, причиненного жизни и здоровью работника при исполнении им обязанностей по трудовому договору .

В соответствии со статьей 212 Трудового кодекса Российской Федерации обязанности по обеспечению безопасных условий и охраны труда возлагаются на работодателя.

5.3 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны сварщика

Требования к размещению машин для сварки, организации рабочих мест и к производственным помещениям – в соответствии с ГОСТ 12.3.003-86.

Рабочие места электросварщиков должны ограждаться переносными или стационарными светонепроницаемыми ограждениями (щитами, ширмами или экранами) из несгораемого материала, высота которых должна обеспечивать надежность защиты.

Ширина проходов с каждой стороны рабочего стола и стеллажа должна быть не менее 1 м.

Ширина проходов между установками должна быть: при расположении рабочих мест друг против друга для точечных и шовных машин - не менее 3 м, при расположении машин тыльными сторонами друг к другу - не менее 1 м, при расположении машин передними и тыльным и сторонам и друг к другу - не менее 1,5 м;

Полы производственных помещений для выполнения сварки должны быть несгораемые, обладать малой теплопроводностью, иметь ровную нескользкую поверхность, удобную для очистки, а также удовлетворять

санитарно-гигиеническим требованиям в соответствии с действующими строительными нормами и правилами;

При установке однопостового источника питания у стены расстояние от стены до источника должно быть не менее 0,5 м;

Открытые траектории в зоне возможного нахождения человека должны располагаться значительно выше уровня глаз. Минимальная высоты траектории 2.2.м;

Рабочее место обслуживающего персонала, взаимное расположение всех элементов (органов управления, средств отображения информации, оповещения и др.) должны обеспечивать рациональность рабочих движений и максимально учитывать энергетические, скоростные, силовые и психофизиологические возможности человека;

Следует предусматривать наличие мест для размещения съемных деталей, переносной измерительной аппаратуры, хранение заготовок, готовых изделий и др.;

Установки должны эксплуатироваться в специально выделенных помещениях либо могут располагаться в открытом пространстве на фундаментах или платформах транспортных средств;

Помещения должны соответствовать требованиям пожарной безопасности и иметь необходимые средства предотвращения пожара и противопожарной защиты;

Отделку помещений следует выполнять только из негорючих материалов. Не допускается применение глянцевых, блестящих, хорошо (зеркально) отражающих излучение сварочной дуги (коэффициент отражения рекомендуется не более 0.4);

Двери помещений должны иметь знак ультрафиолетовой опасности;

Высота помещений должна быть не менее 4.2 м. Коммуникации (вода, электроэнергия, воздух, и др.) следует прокладывать под полом в специальных каналах с защитными коробами (возвышение над уровнем пола не допускается) или подвешивать кабели на высоте не менее 2.2 м от пола;

Помещения должны иметь приточно-вытяжную вентиляцию. При необходимости, рабочие места должны быть оборудованы местной вытяжкой с целью вывода загазованного воздуха из рабочей зоны.

5.4 Производственная безопасность

Разрабатываемая технология сварки предполагает использование дуговой сварки и источника питания РЕСАНТА САИ-160К, с точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке технологии или работе с оборудованием, а также требования по организации рабочего места.

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы 23.

Таблица 23 – Возможные опасные и вредные факторы действующие на сварщика

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
1.Недостаточная освещенность	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
2.Воздействие ультрафиолетового излучения	СН 4557-88 Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях
3.Неблагоприятные условия микроклимата	СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений

4. Превышение уровня шума и вибрации	СанПиН 2.2.4.3359-16. Шум. Вибрация. Инфразвук. Ультразвук
5. Электроопасность	ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов

5.4.1 Микроклимат

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей. Оптимальные микроклиматические условия обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены, не вызывают отклонений в состоянии здоровья и создают предпосылки для высокой работоспособности.

Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны должны соответствовать ГОСТ 12.1.005–88. Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений (по ГОСТ 12.1.005–88)

Период года	Температура, °С					Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	Оптимальная	Допустимая на рабочих местах				Оптимальная	Допустимая, не более	Оптимальная, не более	Допустимая, не более
		Верхняя		Нижняя					
		Пост.	Не пост.	Пост.	Не пост.				
Холодный	22 2- 24	225	226	221	118	40-60	75	0,1	0,1
Теплый	22 3- 25	228	330	222	220	40-60	70	0,1	0,1

Микроклимат производственных помещений поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального отопления, естественной вентиляцией, а также искусственным кондиционированием и дополнительным прогревом в холодное время года.

5.4.2 Уровень шума на рабочем месте

Шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может влиять на органы и системы организма человека. Шум ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет приём и восприятие информации. Длительное воздействие шума большой интенсивности приводит к патологическому состоянию организма, к его утомлению. Интенсивный шум вызывает изменения сердечно-сосудистой системы, сопровождаемые нарушением тонуса и ритма сердечных сокращений, изменяется артериальное кровяное давление.

Методы установления предельно допустимых шумовых характеристик оборудования для сварки изложены в ГОСТ 12.1.035–81. Шум на рабочих

местах также может проникать извне через каналы вентиляции и проем двери из кабинета в коридор. Для оценки шума используют частотный спектр измеряемого уровня звукового давления, выраженного в децибелах (дБ), в активных полосах частот, который сравнивают с предельным спектром.

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

По характеру спектра в помещении присутствуют широкополосные шумы. Источник шумов – электродвигатели в системе охлаждения. Для рабочих помещений административно-управленческого персонала производственных предприятий, лабораторий, помещений для измерительных и аналитических работ уровень звука не должен превышать 99 дБ, 92 дБ, 86 дБ, 83 дБ, 80 дБ, 78 дБ, 76 дБ, 74 дБ, соответственно со среднегеометрическими частотами.

Уменьшение влияния данного фактора возможно путём:

- Изоляции источников шумов;
- акустической обработки помещения;
- Создание дополнительных ДВП или ДСП изоляционных перегородок.

5.4.3 Освещенность рабочей зоны

Основной задачей производственного освещения является поддержание на рабочем месте освещённости, соответствующей характеру зрительной работы.

Рациональное освещение имеет большое значение для высокопроизводительной и безопасной работы. Нормирование значений освещенности рабочей поверхности при сварочных работах помещения составляет 200 лк (СНиП 23-05-2010).

Различают естественное и искусственное освещение.

Естественное – обуславливают световым потоком прямых солнечных лучей и диффузионным световым потоком прямых солнечных лучей и диффузионным светом неба, т.е. многократным отражением солнечных лучей от мельчайших взвешенных в атмосфере частиц пыли и воды.

Искусственное освещение осуществляется светильниками общего и местного освещения. Светильник состоит из источника искусственного освещения (лампы) и осветительной арматуры. Основными источниками искусственного освещения являются лампы накаливания и люминесцентные лампы. Для освещения нашего цеха необходимо использовать, как правило, газоразрядные источники света: лампы ДРЛ, ДРИ; для освещения высоких цехов (до 4 м) большой площади - люминесцентные лампы. Допускается применение ламп накаливания. Для местного освещения рекомендуются светильники с непрозрачными отражателями, имеющими защитный угол $\geq 30^\circ$. Если светильники расположены ниже глаз сварщика, то защитный угол может быть в пределах 10... 30°.

Недостаточная освещенность может быть вызвана ошибочным расположением ламп в помещении, отсутствием окон в помещении, не правильным выбором количества осветительных приборов и не рациональной загрузкой на них электрического тока. Данный фактор может стать причиной неадекватного восприятия человека технологического процесса, его утомления, а также вызвать пульсирующие головные боли.

Для производственных помещений, а также научно-технических лабораторий коэффициент пульсаций освещенности (Кп) должен быть не больше 10%. Согласно СН 245-63 коэффициент естественного освещения для наших сварочных и сборочно-сварочных работ должен быть не менее 1.5 % при боковом и 5 % при верхнем или комбинированном освещении.

В целях уменьшения пульсаций ламп, их включают в разные фазы трехфазной цепи, стабилизируют постоянство прохождения в них переменного напряжения. Но самым рациональным решением данного вредного фактора является изначально правильное расположение и подключение источников

света в помещении, путем замеров освещенности, при помощи люксметра, и сравнения полученных результатов с нормативными документами.

5.4.4 Электрический ток

Сварщику рабочем месте приходится работать с оборудованием, находящимся под напряжением 220 В и 380 В частотой 50 Гц, поэтому возникает опасность поражения электрическим током. В нашем случае, это сварочный аппарат, УШМ, автоматы для сварки – все это представляет потенциальную угрозу для человека. Все оборудование должно быть выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019–79.

Причины и практические условия возникновения электропоражений, несмотря на их значительное количество, можно объединить в следующие 5 групп:

- прикосновение к оголённым токоведущим частям, находящимся под напряжением. При этом следует отличать проводящую часть электроустановки от ее токоведущей части. Проводящая часть – часть электроустановки, которая может проводить электрический ток. Токоведущая часть – проводящая часть электроустановки, находящаяся в процессе ее работы под рабочим напряжением, в том числе нулевой рабочий проводник;
- прикосновение к корпусам электрооборудования и конструктивно связанных с ними металлическим предметам и сооружениям, которые нормально не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним вследствие повреждения изоляции проводов (кабелей). Указанные корпуса и металлические предметы в соответствии с терминологией, принятой в ПУЭ, относятся к открытым проводящим частям (ОПЧ). Открытая проводящая часть – доступная прикосновению проводящая часть электроустановки, нормально не находящаяся под напряжением, но которая может оказаться под напряжением при повреждении основной изоляции. Открытую проводящую часть

электроустановки не следует смешивать с понятием сторонняя проводящая часть, т. е. проводящая часть, не являющаяся частью электроустановки;

- прикосновение к отключённому, но электрически заряженному оборудованию (к конденсаторам, кабелям и т. п.);

- нахождение в недопустимой близости от места замыкания провода (кабеля) на землю. Например, к оборванному проводу, одним концом лежащему на земле, запрещается приближаться на расстояние менее 8 м во избежание попадания под шаговое напряжение;

- все поражения, связанные с действием электрической дуги и продуктов ее сгорания, а также с влиянием электрических и магнитных полей повышенной напряжённости.

Основными условиями, обеспечивающими устранение электротравм являются:

- правильное устройство электроустановок;
- облучённость персонала;
- соблюдение правил по безопасному обслуживанию электроустановок;
- надзор за производством работ в электроустановках.

Для предотвращения поражения электрическим током необходимо следовать следующим правилам техники безопасности:

- необходимо надёжно заземлять корпуса источников питания и установок, а также свариваемое изделие;

- запрещено касаться голыми руками (без диэлектрических перчаток) токонесущих частей сварочных установок, а также проводов без изоляции или с повреждённой изоляцией;

- перед началом работ необходимо проверять исправность изоляции сварочных проводов, сварочного инструмента и оборудования, а также надёжность всех контактных соединений сварочной цепи;

- при длительных перерывах сварочного процесса источник сварочного тока следует отключать;

- при прокладке сварочных проводов и при каждом их перемещении не допускать: повреждения изоляции, соприкосновения проводов с водой, маслом, стальными канатами, рукавами (шлангами) и трубопроводами с горючими газами и кислородом, а также с горячими трубопроводами;
- нельзя ремонтировать сварочное оборудование и установки, находящиеся под напряжением;
- сварщик не должен самостоятельно подключать источник питания сварочной дуги к силовой сети, или производить в ней ремонт, связанный с работой источника питания. Все эти работы выполняют только электрики цехов.

Все электрооборудование сварочных участков должно соответствовать «Правилам устройства электроустановок» (ПУЭ). Кроме того, следует выполнять указания по эксплуатации и безопасному обслуживанию электросварочных установок. Обслуживание электроустановок поручается лицам, прошедшим медицинский осмотр и специальное обучение.

В случае поражения сварщика электрическим током необходимо срочно отключить ток ближайшим выключателем или отделить пострадавшего от токоведущих частей, используя сухие подручные материалы (шест, доску и др.). После этого положить его на теплую подстилку и по возможности согреть. Немедленно вызвать медицинскую помощь, учитывая, что промедление свыше 5-6 минут может привести к непоправимым последствиям. При бессознательном состоянии пострадавшего следует освободить от стесняющей одежды и немедленно приступить к искусственному дыханию, также необходимо находиться рядом с пострадавшим до прибытия врача.

Электрозащитные средства:

- изолирующие (изолирующие штанги, изолирующие клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки, галоши и боты, ручной изолирующий инструмент, диэлектрические ковры и изолирующие подставки, лестницы приставные и стремянки изолирующие стеклопластиковые, гибкие изолирующие покрытия и накладки для работ в электроустановках до 1кВ,

устройства и приспособления для обеспечения безопасности работ при измерениях и испытаниях, спец средства защиты, устройства и приспособления изолирующие для работ под напряжением в установках под напряжением 110кВ и выше);

- основные;
- дополнительные;
- неизолирующие (плакаты и знаки безопасности, переносные заземления, защ. ограждения, сигнализаторы наличия напряжения).

Средства защиты от электрических полей повышенной напряжённости (330 кВ и выше):

- коллективные средства защиты (съёмные и переносные экраны и плакаты безопасности);
- индивидуальные средства защиты (комплекты индивидуальные экранирующие).

Средства индивидуальной защиты: средства защиты головы, средства защиты глаз и лица, средства защиты органов дыхания, средства защиты рук, средства защиты от падения с высоты, одежда специальная защитная.

Основные изолирующие ЭЗС до 1 кВ: изолирующие штанги, изолирующие клещи, указатели напряжения, электроизмерительные клещи, диэлектрические перчатки, ручной изолирующий инструмент.

Дополнительные изолирующие ЭЗС до 1 кВ: диэлектрические галоши, диэлектрические ковры и изолирующие подставки, изолирующие колпаки, покрытия и накладки, лестницы приставные и стремянки изолирующие стеклопластиковые.

Вывод: при эксплуатации электрических установок с использованием средств технической защиты обеспечивается электробезопасность.

5.4.5 Ультрафиолетовое излучение

Нормы ультрафиолетового излучения контролируются СН 4557-88 Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях.

Нормативы распространяются на излучение, создаваемое источниками, имеющими температуру выше 2000 град. С (электрические дуги, плазма, расплавленный металл, кварцевое стекло и т.п.), люминесцентными источниками, используемыми в полиграфии, химическом и деревообрабатывающем производстве, сельском хозяйстве, при кино- и телесъемках, дефектоскопии и других отраслях производства, а также в здравоохранении.

Допустимая интенсивность облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более 0,2 кв. м и периода облучения до 5 минут, длительности пауз между ними не менее 30 минут и общей продолжительности воздействия за смену до 60 минут не должна превышать:

- 50,0 Вт/кв. м - для области УФ-А
- 0,05 Вт/кв. м - для области УФ-В
- 0,001 Вт/кв. м - для области УФ-С.

Допустимая интенсивность ультрафиолетового облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более 0,2 кв. м (лицо, шея, кисти рук и др.), общей продолжительности воздействия излучения 50% рабочей смены и длительности однократного облучения свыше 5 мин. и более не должна превышать:

- 10,0 Вт/кв. м - для области УФ-А
- 0,01 Вт/кв. м - для области УФ-В.

Излучение в области УФ-С при указанной продолжительности не допускается.

При использовании специальной одежды и средств защиты лица и рук, не пропускающих излучение (спилк, кожа, ткани с пленочным покрытием и т.п.), допустимая интенсивность облучения в области УФ-В + УФ-С (200 - 315 нм) не должна превышать 1 Вт/кв. м.

В случае превышения допустимых интенсивностей облучения, должны быть предусмотрены мероприятия по уменьшению интенсивности излучения источника или защите рабочего места от облучения (экранирование), а также по дополнительной защите кожных покровов работающих.

5.5 Обоснование мероприятий по защите работника от действия опасных и вредных факторов

Сварщик должен работать в спецодежде и применять средства защиты, выдаваемые в соответствии с действующими отраслевыми нормами.

Сварщику выдаются согласно типовым нормам бесплатной выдачи специальной одежды, обуви и других средств индивидуальной защиты следующие средства индивидуальной защиты:

- Костюм для защиты от искр и брызг расплавленного металла;
- Ботинки кожаные с защитным подноском для защиты от повышенных температур, искр и брызг расплавленного металла или;
- Сапоги кожаные с защитным подноском для защиты от повышенных температур, искр и брызг расплавленного металла;
- Перчатки с полимерным или точечным покрытием;
- Перчатки для защиты от повышенных температур, искр и брызг расплавленного металла;
- Коврик диэлектрический;
- перчатки диэлектрические;
- Маска защитная термостойкая со светофильтром;
- Очки защитные;

- Средство индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующее или изолирующее.

5.6 Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды – это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения – это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства. Охрану природы можно представить как комплекс государственных, международных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование природы, восстановление, улучшение и охрану природных ресурсов.

При выполнении работы образовывались следующие отходы: остатки металла после раскроя, которые маркируются и отправляются на склад. Загрязнители атмосферы поступают в воздух через вентиляционные выбросы, их концентрация относительно невелика, однако из-за огромных валовых выбросов через вентиляцию атмосфера получает большое количество загрязнения. Газообразные отходы, загрязняющие воздух помещения, диоксид алюминия. Перед выбросом воздух помещений подвергается обязательной очистке в фильтровентиляционных системах, что предотвращает атмосферу от загрязнения. Что касается остатков листового металла: рассортированные по типу материала остатки взвешиваются и передаются в место переработки, где их переплавляют, после чего создают новый прокат, который будет готов к дальнейшему использованию. Здесь очень хорошо проявляется забота о сохранности ресурсов, так как остатки и огарки стальных электродов восполняют уверенную часть использованных ресурсов.

Таблица 25 – Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ, выделяющихся в воздух при сварке (по ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ)

Вещество	ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³
Твердая составляющая сварочного аэрозоля	
Марганец	0,2
Оксид железа	6,0
Диоксид кремния	1,0
Оксид хрома (III)	1,0
Оксид хрома (IV)	0,01
Оксид цинка	6.0
Газовая составляющая сварочного аэрозоля	
Диоксид Азота	2,0
Оксид марганца	0,3
Озон	0,1
Оксид углерода	20,0

5.7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации относятся к совокупности опасных событий или явлений, приводящих к нарушению безопасности жизнедеятельности. К ним относят: высокие и низкие температуры, физическая нагрузка, поражающие токсичные дозы сильнодействующих ядовитых веществ, высокие дозы облучения, производственные шумы и вибрации, и многое другое может приводить к нарушению жизнедеятельности человека.

При написании дипломной работы самой опасной и возможной ЧС был выбран пожар в результате замыкания проводки.

Пожарная безопасность – состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных его факторов и обеспечивается защита материальных ценностей.

Противопожарная защита – это комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также на создание условий для успешного тушения пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. Во всех служебных помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники.

Основные источники возникновения пожара:

- нарушения правил пожарной безопасности при обращении с открытыми источниками огня (электрогазосварочные работы, применение паяльных ламп и факелов для разогрева и т.д.);
- курение в запрещенных местах (цехах, складах, местах, где хранятся и используются горючие материалы, ЛВЖ, ГЖ);
- неисправность электрооборудования, электросетей и электро-аппаратуры;
- нарушение правил эксплуатации оборудования и технологических процессов;
- нарушение правил хранения горючих, самовозгорающихся материалов, ЛВЖ и ГЖ;
- возникновение зарядов статического электричества;
- отсутствие надежных устройств молниезащиты;
- аварии;
- действия сил природы.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий:

- обучение сотрудников мерам ППБ;
- учебные мероприятия по эвакуации;

- обучение ответственного за пожарную безопасность;
- контроль за соблюдением требований ППБ.

Первичные средства пожаротушения в производственных помещениях:

- переносные и передвижные огнетушители;
- пожарные краны и средства обеспечения их использования;
- пожарный инвентарь;
- покрывала для изоляции очага возгорания;
- генераторные огнетушители аэрозольные переносные.

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. Во всех служебных помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники.

С целью предотвращения пожаров необходимо:

Уходя из помещения проверить отключения всех электронагревательных приборов, электроустановок, а также силовой и осветительной сети.

Курить только в отведенных для курения местах.

Проверять уровень нормы газа аргона в помещении, проветривать помещение.

В случае возникновения пожара приступить к его тушению имеющимися средствами, эвакуироваться и вызвать по телефону «01», сотовый «010» пожарную службу.

Сотрудники должны быть ознакомлены с планом эвакуации людей и материальных ценностей при пожаре. План эвакуации должен находиться в каждом помещении и на каждом этаже лестничной площадке.

В производственных помещениях проходит большое количество проводов и большое количество электроприборов. Не правильная изоляция данных проводов, или отсутствие заземления может привести к поражению человека или к возникновению возгораний.

В целях безопасности в помещениях имеются рубильники для полного обесточивания помещения, а также изоляция проводов, защитное состояние сети и применение специальных защитных устройств (сетевые фильтры, автоматические выключатели). Осуществляется дистанционный контроль количества кислорода в окружающем воздухе с помощью автоматических или ручных приборов. Согласно нормам, в воздухе должно присутствовать не меньше 19 % кислорода.

5.8 Вывод

Целью раздела «Социальная ответственность» было рассмотрение характеристики объекта исследования и области его применения, и различных факторов, влияющих на рабочих, и окружающую среду.

В разделе производственная безопасность проведён анализ опасных и вредных факторов, оказывающих негативное действие на сварщика и представлены меры по снижению влияющих вредных факторов.

В разделе экологическая безопасность произведён анализ воздействия объекта на атмосферу и разработаны решения по обеспечению экологической безопасности.

В разделе безопасность в ЧС представлен перечень возможных ЧС на объекте, выбрана наиболее типичная ЧС для объекта, которой является пожар и как следствие взрыв газового баллона. Проведены разработки по превентивным мерам предупреждения ЧС в результате взрыва газового баллона.

Заключение

В выпускной квалификационной работе была разработана металлическая конструкция садовой качели из стали Ст3пс и технология её сборки и сварки. Разработанная конструкция имеет такие преимущества над фабричными, как надежность, прочность и стоимость.

Выполненные расчеты по подбору сечения показывают, что запас прочности конструкции превышает как минимум в 3 раза ожидаемые нагрузки. А стоимость закупки материалов, требуемых для изготовления конструкции, составляет около 5 тыс. руб., что существенно ниже, чем стоимость моделей, предложенных на рынке.

В ходе разработки технологии сборки и сварки был проведен анализ возможности использования различных способов сварки, электродов и источников питания. При проведении исследования было установлено, что электроды марки МР-3С и источник питания РЕСАНТА САИ-160К являются оптимальным вариантом для разработанной конструкции. Поскольку наша сварная конструкция является габаритной, то выгоднее использовать ручную дуговую сварку с финансовой точки зрения и с точки зрения более высокой производительности. Соблюдение разработанных рекомендаций по технологии сборки и сварки позволит получить сохранность габаритных размеров сварной конструкции с минимальными деформациями в процессе эксплуатации.

Из показателей экономической оценки инвестиций, сравнив значения интегральных показателей эффективности, можно сделать вывод, что реализация технологии в третьем исполнении является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Список литературы

1. ГОСТ 32931-2015 – Трубы стальные профильные для металлоконструкций. Технические условия.
2. ГОСТ 13663-86 – Трубы стальные профильные. Технические требования.
3. ГОСТ 8639-82 – Трубы стальные квадратные. Сортамент.
4. ГОСТ 8645-68 – Трубы стальные прямоугольные. Сортамент.
5. Николаев Г.А., Куркин С.А., Винокуров В.А. Сварные конструкции. Прочность сварных соединений и деформации конструкции / Дубровский А.В., Аношина К.И. – Москва, «Высшая школа», 1982. – 272 стр.
6. Кузьмин М.А., Лебедев Д.Л., Попов Б.Г. Прочность, жесткость, устойчивость элементов конструкций. – Москва, МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. – 336 стр.
7. Блейх Ф. Устойчивость металлических конструкций. – Москва, государственное издательство физико-математической литературы, 1959. – 544 стр.
8. Трущев А.Г. Пространственные металлические конструкции. – Москва, стройиздат, 1983. – 215 стр.
9. Лихтарников Я.М., Клыков В.М. Расчет стальных конструкций. Справочное пособие. – Москва, 2-е изд., 1984. – 368 стр.
10. Феодосьев В.И. Соппротивление материалов: Учебник для вузов. – Москва, 10-е издание, издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1999. – 592 стр.
11. Лившиц Л.С. Металловедение для сварщиков / Л.С. Лившиц. - Москва: Машиностроение, 1979 – 253 стр.
12. Шишков М.М. Марочник сталей и сплавов: Справочник. – Донецк, 3-е издание, Юго-Восток. – 456 стр.
13. ГОСТ 380-2005 – Сталь углеродистая обыкновенного качества.
14. ГОСТ 535-2005 – Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия.

15. ГОСТ 14637-89 (ИСО 4995-78) Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества. Технические условия.
16. ГОСТ 5264-80 – Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
17. ГОСТ 14771-76 – Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
18. ГОСТ 9466-75 – (СТ СЭВ 6568-89) – Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия.
19. ГОСТ 9467-75 – Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы.
20. 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 стр.
21. ГОСТ 32931-2015 – Трубы стальные профильные для металлоконструкций. Технические условия.
22. Патон Б.Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. // Москва: Машиностроение 1974. – С. 456
23. РД 03-606-03 – Инструкция по визуальному и измерительному контролю.
24. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.
25. СН 4557-88 Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях.
26. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
27. СанПиН 2.2.4.3359-16. Шум. Вибрация. Инфразвук. Ультразвук.
28. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

29. ГОСТ 12.0.004-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Организация обучения безопасности труда. Общие положения.
30. Федеральный закон от 24.07.1998 г. № 125-ФЗ (ред. от 01.04.2020) «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний».
31. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 16.12.2019).
32. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
33. ГОСТ 12.1.002-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах.
34. РД 153-34.0-03.301-00 (ВППБ 01-02-95*). Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий.
35. Волкова Л. Методика проведения SWOT-анализа // http://market.narod.ru/S_StrAn/SWOT.html
36. Криницына З.В. Ресурсоэффективность отрасли: Учебное пособие /З.В.Криницына. — Томск, издательство Томского политехнического университета, 2013. — 182 с.
37. Методическая поддержка центров коммерциализации технологий /под ред. А.Бретта, О.Лукши. - М.:ЦИПРА РАН, 2006. — 368 с.
38. Цепеленко Г.И. Экономика, организация и планирование производства на предприятии: Учебное пособие / Г. И. Шепеленко.—2-е изд., доп. и перераб.—Ростов-на-Дону: Март, 2000.—544 с. —15ВМ 5-241-00014-3.

Приложение А
(обязательное)

				ФЮРА.02190.1В81073	10	1
		ОЭИ ИШНКБ ТПУ		ФЮРА.10190.001		
Технология сборки и сварки садовой качели				У		
<p>МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ</p>						
<p>СОГЛАСОВАЛ Доцент ОЭИ _____ Першина А. А. 16.05.2020 г.</p>			<p>УТВЕРДИЛ Доцент ОЭИ _____ Першина А. А. 16.05.2020 г.</p>			
<p>КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ по разработку конструкции и технологии её сборки и сварки</p>						
<p>ПРОКОНТРОЛИРОВАЛ Доцент ОЭИ _____ Першина А.А. 16.05.2020 г.</p>			<p>РАЗРАБОТАЛ Студент _____ Гармонов В.В. 16.05.2020 г.</p>			
<p>Акт. № 11-03 от 16.05.2020 г.</p>			<p>ГОСТ 14806-80</p>			
ТЛ	Титульный лист					

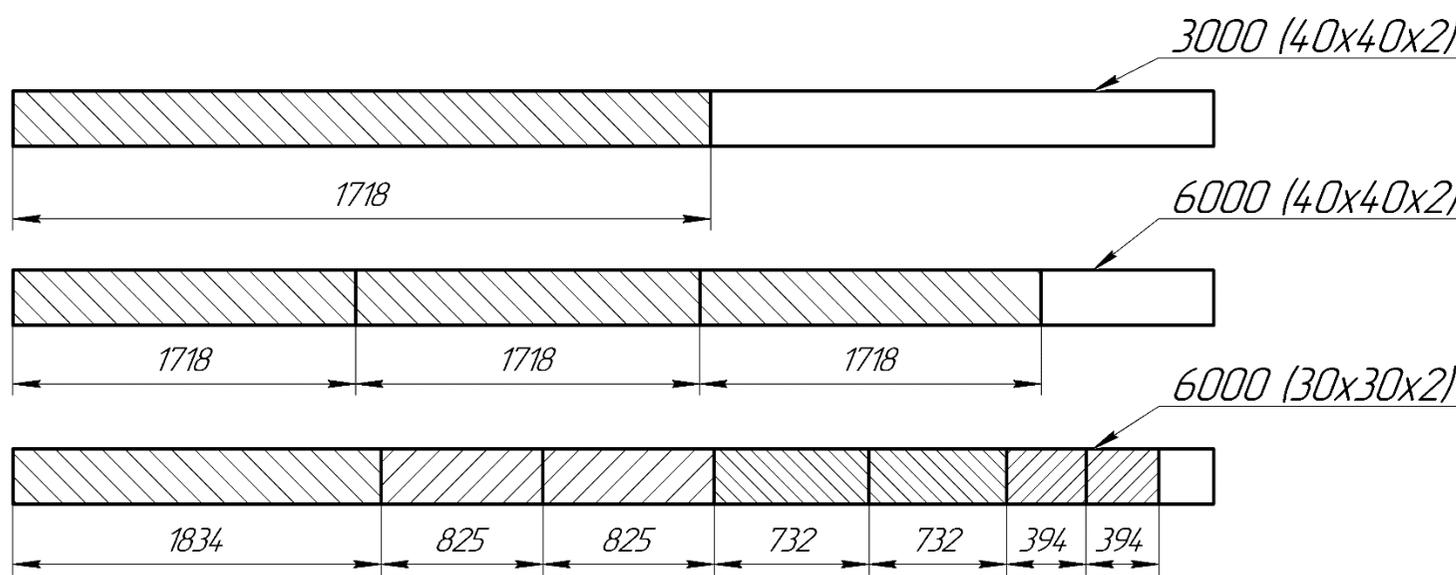
Приложение Б
(обязательное)

					ФЮРА.02190.1В61073				3	1					
Разраб.	Гармонов В.В.			13.05.20	ТПУ					ФЮРА.60190.001					
Проверил.	Першина А. А.			15.05.20											
Н.контр.	Першина А. А.			#####	Сборка и сварка рамы из профильной трубы						у				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код наименования операции				Обозначение документа						
Б	Код наименования оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	СП	Кшт.	Тпа	Тшт.
КМ	Наименование детали, сб. единицы или материала				Обозначение код				СПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.		
А01	01	01	01	005	Разметка				ГОСТ 32931-2015, НИП №1						
Б02	Кондуктор				3	18466	3	Н	1	1					
КМ03	Профильная труба 40x40x2, Ст3пс				ГОСТ 8639-82										
КМ04	Профильная труба 30x30x2, Ст3пс				ГОСТ 8639-82										
О05	Разметить все заготовки согласно карте эскизов ФЮРА.20190.001, ФЮРА.20190.002.														
Т06	Линейка, перманентный маркер														
А07	01	01	02	010	Резка				ГОСТ 21963-2002, НИП №1						
Б08	Углошлифовальная машина Ресанта УШМ-230/2300				3	11618	4	Н	1	1					
КМ09	Профильная труба 40x40x2, Ст3пс				ГОСТ 8639-82										
КМ10	Профильная труба 30x30x2, Ст3пс				ГОСТ 8639-82										
КМ11	Отрезной круг, диаметр 200мм				ГОСТ 21963-2002										
О12	Отрезать заготовки с помощью УШМ согласно карте эскизов ФЮРА.20190.001, ФЮРА.20190.002.														
А13	01	01	02	015	Резка				ГОСТ 21963-2002, НИП №1						
Б14	Углошлифовальная машина Ресанта УШМ-230/2300				3	11618	4	Н	1	1					
КМ15	Заготовки из профильной трубы 40x40x2, Ст3пс				ГОСТ 8639-82										
КМ16	Заготовки из профильной трубы 30x30x2, Ст3пс				ГОСТ 8639-82										
КМ17	Отрезной круг, диаметр 200мм				ГОСТ 21963-2002										
О18	Отрезать торцы заготовок под соответствующим углом согласно карте эскизов ФЮРА.20190.003, ФЮРА.20190.004.														
OK	Операционная карта											80			

													3	2					
													ФЮРА.60190.002						
A	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код наименования операции					Обозначение документа									
B	Код наименования оборудования								СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КСИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпа	Тшт.
КМ	Наименование детали,сб.единицы или материала								Обозначение код						СПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.раск.
РС1	ПС	НП	ДС	ic	iz	Пл	U	I	Ic	I'n	qoz	qdz	qk	Tn	Tn				
A19	01	03	03	020	Обработка					ГОСТ 23505-79, НИП №1									
B20	Углошлифовальная машина Ресанта УШМ-230/2300								3	18466	3	Н	1	1					
КМ21	Профильная труба 40x40x2, Ст3пс								ГОСТ 8639-82										
КМ22	Профильная труба 30x30x2, Ст3пс								ГОСТ 8639-82										
КМ23	Шлифовальный круг, диаметр 100мм								ГОСТ 2424-83										
O24	Осуществить обработку и шлифовку заготовок с помощью УШМ на ширину заготовки 20 мм от торца.																		
T25	Щётка, зубило																		
A26	01	01	02	025	Гибка					РД 24.203.03-90, НИП №1									
B27	Гибочный станок								3	11618	4	Н	1	1					
КМ28	Заготовки из профильной трубы 40x40x2, Ст3пс								ГОСТ 8639-82										
O29	Согнуть заготовки с помощью станка под соответствующим углом согласно карте эскизов ФЮРА.20190.003.																		
A230	1	4	5	030	Сборка					ГОСТ 5264-80, НИП №1									
B231	Кондуктор								3	11620	4	Н	1	1					
B32	Сварочный аппарат РЕСАНТА САИ-160К								3	11620	4	Н	1	1					
КМ33	Заготовки из профильной трубы 30x30x2, Ст3пс								ГОСТ 8639-82										
КМ34	Заготовки из профильной трубы, 40x40x2, Ст3пс								ГОСТ 8639-82										
КМ35	Покрытые электроды МР-3С, 2,5 мм								ГОСТ 2246-70										
O36	Осуществить сборку заготовок и привязку шириной 5 мм согласно карте эскизов ФЮРА.20190.005, ФЮРА.20190.006,																		
O36	ФЮРА.20190.007, зачистить шлак																		
P37	Н1	1			15	О	22,7-23,9	58,6-98 А	0,4-0,58см/с		12-15								
T38	Спецдежда, сварочная маска, перчатки, защитные очки, магнитные угольники, зубило, щётка, молоток, транспортёр, УШС-1																		
OK Операционная карта																80			

													3	3						
													ФЮРА.60190.003							
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции						Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования									СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тга	Тшт.
К/М	Наименование детали, сборки или материала									Обозначение код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н, раск.
РС1	<i>ПС</i>	<i>НП</i>	<i>ДС</i>	<i>lc</i>	<i>lз</i>	<i>Пл</i>	<i>U</i>	<i>I</i>	<i>Vс</i>	<i>Vn</i>	<i>qоз</i>	<i>qдз</i>	<i>qк</i>	<i>Tи</i>	<i>Tn</i>					
A39	1	4	5	035	Сварка						ГОСТ 5264-80, НИП №1									
E40	Сварочный аппарат РЕСАНТА САИ-160К									3	11620	4	Н	1	1					
K/M41	Заготовки из профильной трубы 30x30x2, Ст3пс									ГОСТ 8639-82										
K/M42	Заготовки из профильной трубы, 40x40x2, Ст3пс									ГОСТ 8639-82										
K/M43	Покрытые электроды МР-3С, 2мм									ГОСТ 2246-70										
O44	Осуществить сварку заготовок согласно карте эскизов ФЮРА.20190.005, ФЮРА.20190.006, ФЮРА.20190.007, сварные швы																			
O45	выполнять в заданной последовательности, напроход. В случае перегрева и прожога металла, вставить внутрь соединения отрезок																			
O46	металлического бруса с сечением, максимально приближенным к внутренним размерам заготовки, либо увеличить скорость																			
O47	сварки. Обеспечить заварку кратера, зачистить швы от шлака.																			
F48	H1	1			15	O	22,7-23,9	В68,6-98	A0,4-0,58	см/с		12-15								
T49	Спецодежда, сварочная маска, перчатки, защитные очки, зубило, щётка, молоток, транспортёр, УШС-1																			
A50	1	2	2	040	ВИК						ГОСТ Р ИСО 17637-2014, ГОСТ 14771-76, НИП №1									
E51										4	11620	4	Н	1	1					
K/M52	Металлическая конструкция из профильной трубы									ГОСТ 5781-82										
O53	Произвести ВИК готовой сварной конструкции согласно ГОСТ Р ИСО 17637-2014 и ГОСТ 14771-76.																			
T54	Лупа, линейка, УШС-1																			
OK	Операционная карта																	60		

Приложение Г (обязательное)

<i>Дубль</i>													
<i>Взам.</i>													
<i>Подл.</i>													
										ФЮРА.02190.1861073	7	1	
<i>Разработ.</i>	Гарманов В.В.		10.03.2020	ТПУ					ФЮРА.20190.001				
<i>Проверил.</i>	Першина А. А.		13.03.2020										
<i>И. контр.</i>	Першина А. А.		20.02.2020	Раскрой каркаса садовой качели						У			
<p><i>Оптимальный линейный раскрой профильной трубы для несущих элементов конструкции садовой качели</i></p>  <p><i>Примечание: данный раскрой является оптимальным, так как общая потеря металла составляет 29% – 5,1% для профиля 30x30x2, 23,9% для профиля 40x40x2.</i></p> <p style="text-align: center;"> – Отходы – Полезный металл </p>													
КЭ												20	

