



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

Школа	<u>Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности</u>
Направление подготовки	<u>15.03.01 Машиностроение</u>
ООП/ОПОП	<u>Оборудование и технология сварочного производства</u>
Специализация	<u>Оборудование и технология сварочного производства</u>
Отделение	<u>электронной инженерии</u>

### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Разработка технологии сборки и сварки кронштейна

УДК 621.791.754:622.691.4.074-218.8

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В81	Александров Максим Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Гордынец А.С.	к.т.н., доцент		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Рыжакина Т.Г.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД	Федорчук Ю.М.	д.т.н., профессор		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Дерюшева В.Н.	к.т.н., доцент		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	к.т.н., доцент		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОПК(У)-2	Осознает сущности и значения информации в развитии современного общества
ОПК(У)-3	Владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации
ОПК(У)-4	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-1	Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-2	Способен разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств

<b>ПК(У)-3</b>	Способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
<b>ПК(У)-4</b>	Способен участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
<b>ПК(У)-5</b>	Умеет проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
<b>ПК(У)-6</b>	Умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
<b>ПК(У)-7</b>	Умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
<b>ПК(У)-8</b>	Умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
<b>ПК(У)-9</b>	Способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
<b>ПК(У)-16</b>	Способен к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки
<b>ПК(У)-17</b>	Умеет обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов
<b>ПК(У)-18</b>	Способен принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения
<b>ПК(У)-19</b>	Способен участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности
<b>ДПК(У)-1</b>	Способен контролировать соответствие основных и свариваемых материалов, сварочного и вспомогательного оборудования, оснастки и инструмента, технологической документации, соблюдения технологической дисциплины и правильной эксплуатации технологического оборудования
<b>ДПК(У)-2</b>	Способен составлять планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, производить расчет производственной мощности и загрузки оборудования
<b>ДПК(У)-3</b>	Способен изучать и анализировать причины возникновения брака и выпуска продукции низкого качества, участие в разработке мероприятий по их предупреждению и устранению



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

Школа	<u>Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности</u>
Направление подготовки	<u>15.03.01 Машиностроение</u>
ООП/ОПОП	<u>Оборудование и технология сварочного производства</u>
Специализация	<u>Оборудование и технология сварочного производства</u>
Отделение	<u>электронной инженерии</u>

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ А.А. Першина  
(Подпись) (Дата) (ФИО)

### ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
3-1В81	Александров Максим Сергеевич

Тема работы:

Разработка технологии сборки и сварки кронштейна	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 37-63/с от 06.02.2023

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	20.05.2023
--	------------

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b> <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 функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i></p>	<p>Чертёж кронштейна</p> <p>Материал конструкции СтЗсп</p> <p>Тип производства – серийный</p>
<p><b>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b> <i>(аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обзор литературы</li> <li>2. Описание конструкции</li> <li>3. Обоснование выбора сварки</li> <li>4. Разработка технологии сборки и сварки             <ol style="list-style-type: none"> <li>4.1. Заготовительные операции</li> <li>4.2. Расчет параметров режима сварки</li> <li>4.3. Выбор сварочного оборудования</li> <li>4.4. Сборка и сварка</li> <li>4.5. Выбор сварочного оборудования</li> <li>4.6. Сварочные напряжения, деформации и методы борьбы с ними</li> </ol> </li> <li>5. Комплект технологической документации</li> </ol>

<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	План раскроя заготовок Конструктивные элементы кромок Сборка конструкции Конструктивные элементы шва Схема выполнения сварных швов
---	--

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОСГН, к.э.н., Рыжакина Т. Г.
Социальная ответственность	Профессор ООД, д.т.н., Федорчук Ю. М.

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	03.02.2023
---	------------

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Гордынец А.С.	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В81	Александров Максим Сергеевич		

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

Школа	<u>Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности</u>
Направление подготовки	<u>15.03.01 Машиностроение</u>
ООП/ОПОП	<u>Оборудование и технология сварочного производства</u>
Специализация	<u>Оборудование и технология сварочного производства</u>
Отделение	<u>электронной инженерии</u>

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

Обучающийся:

Группа	ФИО
3-1В81	Александров Максим Сергеевич

Тема работы:

Разработка технологии сборки и сварки кронштейна
--

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:

--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.02.2023	Обзор литературы	10
28.02.2023	Описание конструкции	10
15.03.2023	Обоснование выбора способа сварки Рекомендации по изготовлению конструкции	10
30.03.2023	Расчет параметров режима сварки Выбор сварочного оборудования	10
05.04.2023	Методы борьбы со сварочными деформациями	10
20.04.2023	План раскроя заготовок Заготовительные операции	10
05.05.2023	Сборочные операции	10
15.05.2023	Сварочные операции Контроль качества сварных соединений	10
25.05.2023	Комплект технологической документации	10
01.06.2023	Заключение	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Гордынец А.С.	к.т.н., доцент		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

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

**Обучающийся**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В81	Александров Максим Сергеевич		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 71 лист, 10 рисунков, 21 таблица, 12 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: кронштейн, полуавтоматическая сварка плавящимся электродом, сплав ВСтЗсп, технологический процесс, сборка и сварка.

Актуальность работы: в настоящее время в России много предприятий, которые производят кронштейны из низколегированных сталей, необходимых в различных отраслях. Для сварки этих кронштейнов используются наиболее рациональные и производительные способы сварки, которые отличаются высокой экономичностью.

В связи с этим возникает необходимость разработки технологии дуговой сварки кронштейнов из сплава СтЗсп: выбора способа сварки, сварочных материалов, расчета параметров режима сварки и назначения последовательности и содержания сборочно-сварочных операций.

Объектом исследования является кронштейн из сплава ВСтЗсп.

Цели и задачи исследования (работы): разработать технологию сборки и сварки кронштейна из сплава СтЗсп.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	11
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	12
1.1 Изменения микроструктуры шва низкоуглеродистой стали в процессе сварки .....	12
1.2 Особенности сварки низкоуглеродистых сталей.....	16
1.3 Анализ существующих методов сварки .....	18
1.3.1 Ручная дуговая сварка покрытыми электродами .....	18
1.3.2 Полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в среде защитных газов.....	19
2 ОПИСАНИЕ СВАРНОЙ КОНСТРУКЦИИ .....	21
3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ .....	23
3.1 Выбор способа сварки .....	23
3.2 Расчет параметров режима сварки .....	23
3.3 Подбор сварочного оборудования .....	27
3.4 Выбор сварочных материалов .....	28
3.5 Контроль качества.....	31
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	35
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	35
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	35
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	36
4.1.3 SWOT-анализ .....	37
4.2 Планирование научно-исследовательских работ .....	38
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	38
4.2.2 Определение трудоемкости работ.....	39
4.2.3 График проведения научного исследования.....	40
4.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	43

4.2.5 Расчет материальных затрат НТИ.....	43
4.2.6 Затраты на оборудование .....	44
4.2.7 Расчет основной и дополнительной заработной платы .....	44
4.2.8 Расчет затрат на научные и производственные командировки .....	47
4.2.9 Контрагентные расходы .....	47
4.2.10 Накладные расходы .....	48
4.2.11 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .....	48
4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования ..	49
<b>5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....</b>	<b>54</b>
5.1 Производственная безопасность .....	54
5.1.1 Вредные факторы.....	54
5.1.2 Недостаточная освещенность .....	54
5.1.3 Отклонение показателей микроклимата в помещении.....	57
5.1.4 Превышение уровней шума .....	58
5.1.5 Повышенный уровень электромагнитных излучений .....	59
5.1.6 Наличие токсикантов, (запыленность, загазованность), ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ .....	61
5.1.7 Ультрафиолетовое излучение; ПДУ; СКЗ; СИЗ .....	62
5.1.8 Опасные факторы.....	64
5.1.9 Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R <sub>заземления</sub> , СКЗ, СИЗ.....	64
5.1.10 Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения.....	65
5.2 Экологическая безопасность.....	67
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	68
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>70</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>71</b>
<b>Приложение А .....</b>	<b>72</b>



## ВВЕДЕНИЕ

Производство и сварка конструкций из низкоуглеродистых сталей играет огромную роль в развитии экономики страны. Простота и дешевизна сварки конструкций из низкоуглеродистых сталей позволяет организовывать быстрое и качественное производство с минимальными сроками разработки проекта, недорогим оборудованием и сварщиками средней квалификации.

Для более производительного, качественного и потокового производства продукции массового выпуска технологии производства постоянно совершенствуются. Повышение технологичности процесса в перспективе продолжительного выпуска продукции способно заметно сократить временные, трудовые и денежные ресурсы предприятия.

Несмотря на простоту сварки низкоуглеродистых сталей существует ряд вопросов, связанных с максимальным увеличением производительности сварки при сохранении качества шва.

В настоящее время востребованы и широко применяются кронштейны для подвеса изделий через шарнир. Использование такой модели позволяет вращать деталь в шарнире с ограничением других перемещений. Подвешенные детали могут не нести особой нагрузки, либо шарниры могут служить установочными базами для последующей сварки, поэтому кронштейн с отверстием в совокупности с максимально дешёвым материалом – объективная необходимость.

Задачи, поставленные перед исследованием, включают:

- изучение свойств и особенности сварки низкоуглеродистой стали;
- выбор оптимального метода сварки;
- выбор подходящих сварочных материалов;
- расчет параметров режимов сварки;
- выбор необходимого сварочного оборудования;
- разработка технологии сборки и сварки основания.

# 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1 Изменения микроструктуры шва низкоуглеродистой стали в процессе сварки

Каждый металл обладает определенными физическими свойствами и структурой, которые изменяются в процессе сварки. Понимание того, что представляют собой эти свойства и как они могут измениться, позволяет изучить процесс глубже и более верно установить необходимые параметры и метод сварки для материалов. Количество изменяемых свойств для материала при сварке достаточно велико. Для определения надёжности работы конструкции необходимо рассматривать только некоторые из них.

На данный момент существует огромное множество исследований фазовых превращений и механических изменений после сварки многих сталей. Например, в работе [1] были изучены механизм роста зерен при сварке сталей. Наблюдения в сварных соединениях указывают на наличие очень крупных зерен вблизи линии плавления, ориентированных вдоль направлений теплового потока, как в литом ядре. Что касается сварки для низкоуглеродистых сталей было отмечено, что зона укрупнения зерен и зона термического влияния очень важны, поскольку уменьшение прочности сосредоточено в этих областях [2].

Многие исследования [2-3] связывают температурный градиент с направлением роста зёрен по границам сечения застывшего шва. При детальном изучении прочностных характеристик были замечены отличия в механических свойствах на 4-7% для продольного и поперечного сечения. Можно сделать вывод, что конфигурация шва, параметры остывания, теплоотвода и способ сварки влияют не только на трещинообразование и прочие дефекты шва, но и на прочностные характеристики литого ядра, хоть и в малой мере.

Также известно, что окончательная микроструктура и механические свойства стали зависят от некоторых параметров, таких как процентное

содержание углерода и присутствие загрязняющих элементов, таких как сера или фосфор. Стали с содержанием углерода менее 0,25 % показывают хорошие способности к сварке, потому что их можно сваривать без особых предосторожностей, используя большинство доступных способов сварки.

Некоторые исследования, связанные со сваркой низкоуглеродистых сталей, имеют ограниченные публикации. Например, в работе [4] изучали термическую обработку после сварки в двухфазных областях и ее влияние на микроструктуру и механические свойства. Изменение структуры после термической обработки не показало особых прочностных улучшений, скорее перераспределение в различных зонах термического влияния, что характерно для не закаливаемых сталей. Однако снижение внутренних напряжений было в районе 28 МПа для пиковых значений, что составляет примерно 10 % от предела упругости низкоуглеродистых сталей.

Другие исследования [5] показали влияние начального размера зерна на микроструктуру и ударную вязкость межкритических термообработанных материалов. Измельчение структуры в участках нормализации и неполной перекристаллизации повысили ударную вязкость, так же как и литое ядро за счет большего сечения и расположения вытянутых зёрен, однако участок перегрева и неполного расплавления не позволил получить высокий результат при испытании всего сечения пока не была произведена термическая послесварочная обработка.

Типичная микроструктура листа (основного металла) состоит из феррита и небольшие участки перлита ( $\alpha\text{-Fe} + \text{Fe}_3\text{C}$ ) показанного на рисунке 1.1.

В работе [6] с помощью оптической микроскопии изучалось влияние сварки на листы низкоуглеродистой стали через определение зависимости увеличения размера и направления зёрен. В зоне сплавления зерна были максимально большими и ориентированными в направлении теплового потока.

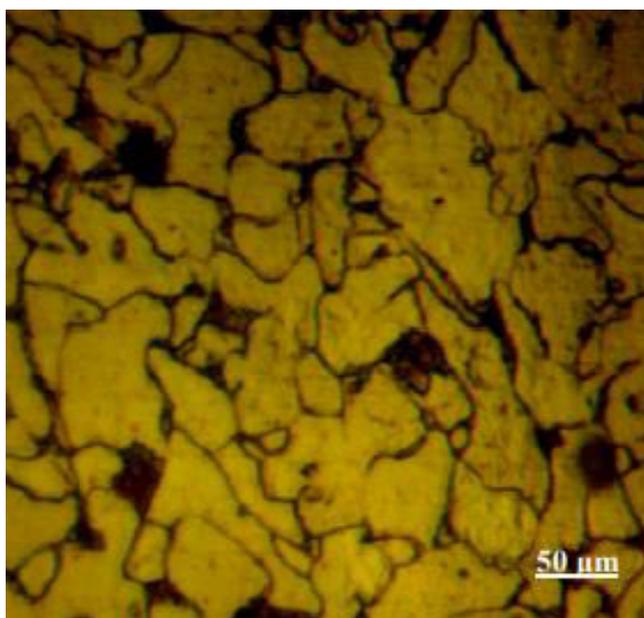


Рисунок 1.1 – Микроструктура низкоуглеродистой стали

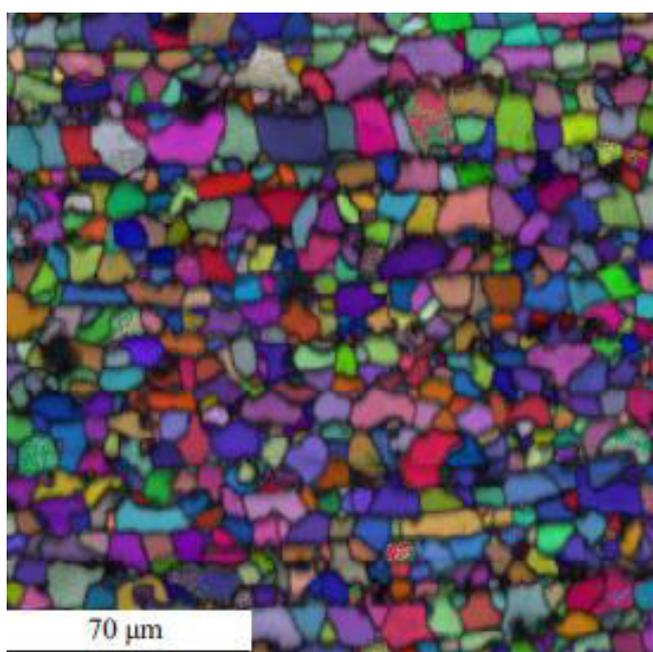


Рисунок 1.2 – Карта EBSD ферритовых зерен

По оптическому изображению металла шва (рисунок 1.3) видно, что центр полностью отличается от других зон, потому что характеризуется псевдозернистостью и микроструктурной неоднородностью, что является результатом самых быстрых скоростей охлаждения. Эта зона содержит в основном феррит и некоторое количество колонии перлита. Микроструктура, возникшая в сварном шве неоднородна из-за градиентов температуры и

химических градиентов, возникающих во время процесса сварки. Можно сказать что феррит не успевает образовать связь с углеродом и выталкивает его на периферию.

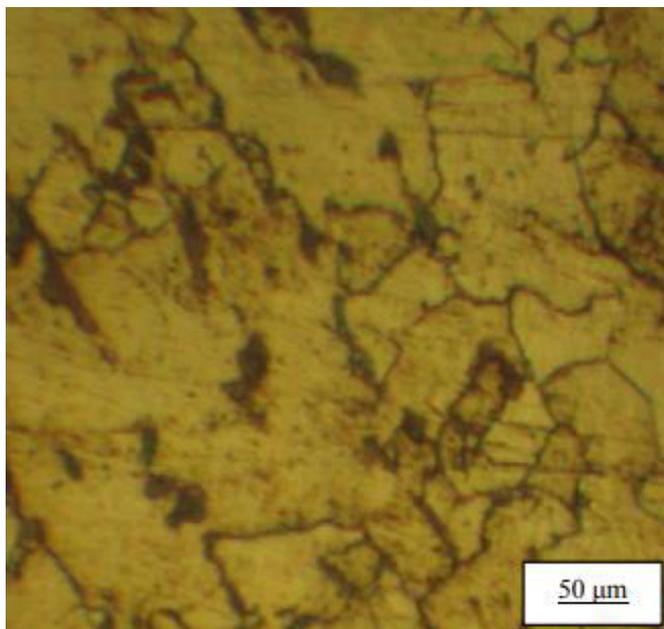


Рисунок 1.3 – Микроструктура в центре сварного шва

Изучения твёрдости сварного шва в зависимости от участков термического влияния в различных зонах показано на рисунке 1.4.

Значения твердости 178-250 HV наблюдаются в пределах 1 мм от основного металла. Эти результаты по твердости частично хорошо согласуются с литературными данными. Максимальные значения твердости измеряются в области металла сварного шва [7]. Замечено, что максимальная твердость наблюдается как в металле сварного шва, так и в зонах термического воздействия. Изменение свойств по всему шву может быть объяснено несколькими факторами, главным образом остаточными напряжениями непосредственно после сварки. Однако этому упрочнению могут способствовать и другие факторы, такие как размер зерен, фазовый состав и металлические включения.

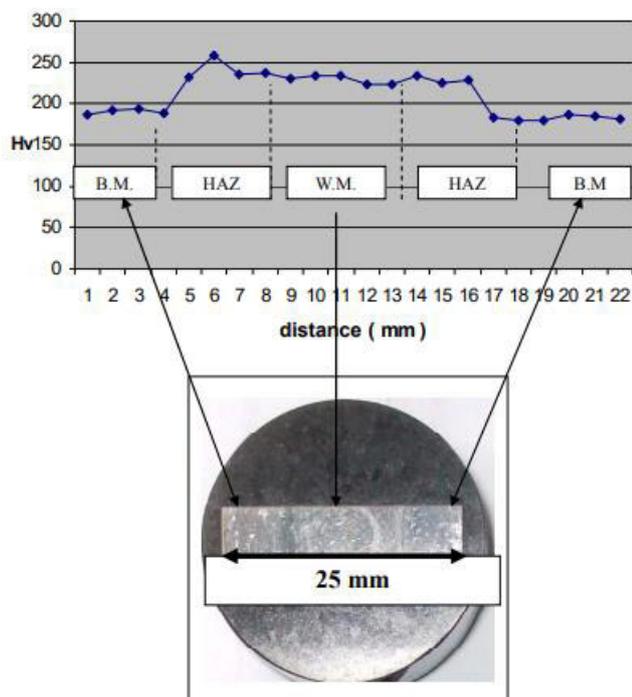


Рисунок 1.4 – Измерения твердости от основного металла до металла сварного шва

## 1.2 Особенности сварки низкоуглеродистых сталей

Для сварки низкоуглеродистых сталей характерны высокое качество шва, широкий выбор метода сварки, электродов и их толщины. Подбор параметров зависит от следующих технических соображений:

- соединение должно быть надежно закреплено;
- в сварном шве не должно быть дефектов;
- химический состав сварного шва должен соответствовать основному металлу с минимальными отклонениями;
- сварные соединения должны удовлетворять требованиям эксплуатационных условий, таким как устойчивость к вибрации, механическому напряжению и изменениям температуры.

Для сварки низкоуглеродистой стали можно применять различные методы сварки, начиная от газовой сварки до сварки плавящимся электродом в среде активных газов.

Низкоуглеродистая сталь находит применение в строительстве и машиностроении, и выбор марки стали основывается на требуемых физических и химических свойствах. Присутствие легирующих элементов может улучшать определенные свойства, такие как устойчивость к коррозии и температурным воздействиям, но также может оказывать отрицательное влияние. Еще одним преимуществом этих сплавов является их хорошая свариваемость.

Одним из преимуществ низкоуглеродистой стали является то, что зона плавления и зона термического влияния не подвергаются закалке после сварки, как это происходит с высокоуглеродистой сталью и низколегированными сталями. Это означает, что микроструктура остается пластичной и не подвержена хрупкости, вызываемой холодной трещиной.

Наиболее часто используемые способы сварки ручная дуговая покрытыми электродами, полуавтоматическая проволокой в среде активных газов и контактная.

Рассматриваемая группа сталей идеально подходит для различных видов сварки. Основные требования при сварке этих сталей включают достижение сопоставимой прочности сварного соединения с основным металлом, отсутствие дефектов, соответствие требуемым параметрам формы сварного шва, высокую производительность и экономичность. Для выполнения перечисленных требований в процессе плавящейся сварки крайне важно правильно выбирать и использовать типовые сварочные материалы, параметры и техники [8].

При изготовлении сварных конструкций из этой группы сталей наиболее распространены низкоуглеродистые стали с содержанием углерода до 0,25%. Эти стали можно разделить на три группы, в зависимости от их предназначения. Для критически важных сварных конструкций обычно предпочитают стали группы сп, благодаря их гарантированному химическому составу и механическим свойствам. Кроме того, существуют

низкоуглеродистые стали с повышенным содержанием марганца, производимые в высококачественном исполнении.

Все методы дуговой сварки имеют хорошие параметры свариваемости для этих сталей. Однако их механические свойства могут быть не максимально высокими в зоны термического влияния, что может привести к увеличению расхода металла и веса конструкций.

### **1.3 Анализ существующих методов сварки**

#### **1.3.1 Ручная дуговая сварка покрытыми электродами**

Ручная дуговая сварка покрытыми электродами – это очень гибкий метод сварки, который широко применяется в различных отраслях промышленности по всему миру. Способ обладает не дорогостоящим оборудованием и простотой использования. Источники питания для сварки спроектированы таким образом, чтобы их можно было легко подключить к бытовым однофазным электросетям, что делает его популярным выбором даже для мелких производителей.

Основным оборудованием для сварки покрытыми электродом является источник питания, который может быть одновременно сварочным трансформатором, выпрямителем постоянного тока или генератором постоянного тока с двигателем. Выбор оборудования зависит от таких факторов, как условия выполнения сварки и материалы, которые требуется сварить.

Требования к току определяются размером и типом используемых электродов, а также глубиной проплавления и скоростью сварки. Обычно используются источники постоянного сварочного тока. Этот тип предпочтителен, поскольку он обеспечивает стабильный процесс сварки.

Источники питания постоянного тока являются очень гибкими и могут сваривать различные металлы разной толщины. Они обладают

портативностью и эффективно используют широкий спектр покрытых электродов.

Сварочные трансформаторы имеют наименьшую стоимость и требуют минимальных затрат на эксплуатацию и обслуживание.

Ручная дуговая сварка обеспечивает ряд преимуществ, таких как высокая скорость, небольшое коробление и малая зона температурного влияния. Кроме того, с помощью использования специальных электродов с легирующими элементами в покрытии можно контролировать механические свойства наплавленного металла [9]. Однако процесс ручной дуговой сварки также имеет свои недостатки:

- вредные условия труда;
- трудности в получении высококачественного сварного шва при сварке тонкого материала из-за ограниченной возможности регулирования глубины проплавления металла и скорости плавления электрода;
- качество сварного шва зависит от опыта и квалификации сварщика;
- сравнительно низкая производительность и эффективность по сравнению с другими методами сварки.

### **1.3.2 Полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в среде защитных газов**

Механизированная сварка плавящимся электродом в среде защитных газов является одним из альтернативных способов сварки. Для этого используется сварочная проволока диаметром от 1,4 до 2 мм, которая пропускается через токоведущий мундштук. Углекислый газ поступает в зону сварки, окружает сварочную дугу и сварочную ванну, защищая расплавленный металл от воздействия атмосферного воздуха.

Для уменьшения зоны термического влияния и объема сварочной ванны необходимо тщательно выбирать оптимальные параметры сварки. При выполнении многослойной сварки следует дожидаться остывания предыдущего слоя перед выполнением последующего шва. Для ускорения

охлаждения можно применять обдув. Сварку проводят с использованием постоянного тока обратной полярности. Рекомендуется выбирать сварочные проволоки с химическим составом, близким к основному металлу.

Сварка в смеси углекислого газа с добавлением кислорода ( $\text{CO}_2+20\% \text{O}_2$ ) обладает следующими основными преимуществами [10]:

- обеспечивает высокое качество сварного шва.
- обладает высокой производительностью по сравнению с ручной дуговой сваркой благодаря использованию высокой плотности тока ( $100\text{...}200 \text{ А/мм}^2$ ), что позволяет получать высококачественные сварные соединения из различных металлов.
- предоставляет лучшие условия труда по сравнению с ручной дуговой сваркой.
- в отличие от сварки под слоем флюса, позволяет наблюдать процесс горения дуги и формирования сварного шва, что особенно важно при механизированной сварке.
- позволяет выполнять сварку в любом пространственном положении.

Однако, к недостаткам можно отнести возможность сдувания струи газа при ветре или сквозняке, что может ухудшить защитные свойства газа и качество сварного шва.

## 2 ОПИСАНИЕ СВАРНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Кронштейн изготавливается из гнутого листа, трубы, кольца, двух ребер жесткости (рисунок 2.1).

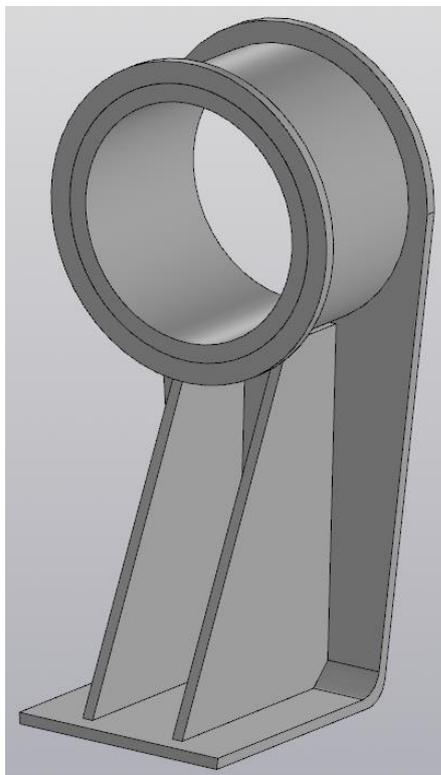


Рисунок 2.1 – Изображение сварной конструкции

Все детали сварены между собой и представляют жёсткую конструкцию.

Кронштейн работает в условиях знакопеременной нагрузки и использование пластичной, в том числе и в зоне термического влияния, стали СтЗсп положительно сказывается на работе. Нагрузка на кронштейн будет производиться через отверстие, таким образом необходимо обеспечить прочность сварных швов на растяжение и сред выше или равной прочности основного металла.

Свободные части основной гнутой пластины позволяют использовать кронштейн как сборочную единицу и приваривать его в другие конструкции.

Для обеспечения чистоты посадочного места отверстия сварку необходимо выполнять во внутренней части трубы.

Кронштейн изготавливается из стали СтЗсп. Химический состав и механические свойства материала представлены в таблицах 2.1 и 2.2 [11].

Таблица 2.1 – Химический состав стали СтЗсп

C	Si	Mn	P	S
			не более	
0,14...0,22	0,12...0,30	0,40...0,65	0,040	0,050

Таблица 2.2 – Механические свойства при T=20°C материала СтЗпс

$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	НВ
430	250	22	25	197

Расчет эквивалента углерода позволяет оценить свариваемость стали.

Расчет эквивалента углерода для стали СтЗсп произведём по формуле:

$$\sum C_{\Pi} = C_{\text{э}} + C_p, \quad (2.1)$$

где  $C_{\text{э}}$  – химический эквивалент углерода,

$C_p$  – размерный эквивалент углерода.

$$C_{\text{э}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24}, \quad (2.2)$$

где  $C$ ,  $Mn$ ,  $Si$  – процентное содержание легирующих элементов в металле шва.

$$C_{\text{э}} = 0,22 + \frac{0,65}{6} + \frac{0,3}{24} = 0,34 \%$$

Определим размерный эквивалент углерода:

$$C_p = 0,005 \cdot \delta \cdot C_{\text{э}}, \quad (2.3)$$

где  $\delta$  – толщина свариваемой стали, мм.

$$C_p = 0,005 \cdot 5 \cdot 0,34 = 0,008 \%$$

Таким образом полный эквивалент углерода составит:

$$\sum C_{\Pi} = 0,34 + 0,008 = 0,348 \%$$

Для данной стали нет необходимости в предварительном подогреве перед сваркой.

Так как конструкция обладает массовой серийностью целесообразно собирать её на индивидуальном сборочно-сварочном приспособлении, либо использовать отдельный сварочный стол с выставленными упорами и прижимами.

## **3 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ**

### **3.1 Выбор способа сварки**

При сварке низкоуглеродистых сталей необходимо обеспечить предотвращении образования трещин и обеспечить высокий уровень прочности при одновременном повышении ударной вязкости металла шва и зоны термического воздействия.

Для предупреждения образования трещин и повышения эффективности сварки обычно используются автоматизированные или полуавтоматические механизированные методы сварки, такие как сварка в среде инертного газа или сварка в среде активного газа.

Образование горячих трещин в основном связано с закалочными структурами, и предотвращается предварительным подогревом или последующей термической обработке для снятия внутренних напряжений.

Обычно, для повышения производительности сварки, используется сварка в среде защитных газов  $\text{CO}_2+20\%\text{O}_2$ .

Определяющим в выборе способа сварки является массовость производства, а соответственно и необходимость повышения технологичности.

Постоянная смена электродов, пониженная скорость сварки (в сравнении с механизированной) и проблематика повторного зажигания дуги при ручной дуговой сварке покрытыми электродами делает её менее целесообразной, чем механизированная сварка.

### **3.2 Расчет параметров режима сварки**

В расчет режима сварки входят основные параметры сварочного процесса. Параметры определяют геометрию и качество сварного шва. В расчетные параметры входят: диаметр электрода, параметры дуги (ток, напряжение, полярность и тип), поперечное сечение шва и количество проходов.

Для определения сварочных режимов используем рекомендациями, изложенными в соответствующем методическом указании [12].

Для данного соединения необходимо использовать разделку кромок и сварку У5 по ГОСТ 14771-76 представленный на рисунке 3.1.

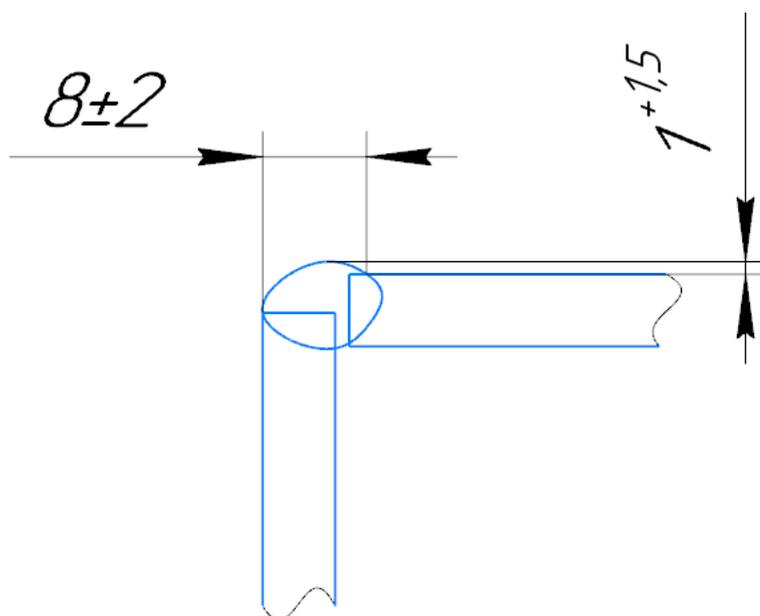


Рисунок 3.1 – Размеры сварного шва У4 ГОСТ 14771-76

Геометрические размеры подготовки кромок под сварку и сварного шва при механизированной сварке плавящимся электродом в среде защитных газов назначаются в соответствии с ГОСТ 14771-70. Например, при толщине стыкуемых элементов до 4 мм допускается выполнять соединение без разделки кромок. При увеличении толщины разделка необходима для гарантированного проплавления металла. В этом случае возникает необходимость многопроходной сварки.

Для заданной толщины 5 мм размеры усиления шва  $e = 8 \pm 2$  мм,  $g = 1^{+1.5}$  мм. Расчет режимов начинается с определения диаметра присадочной проволоки и для толщины металла 5 мм оптимальным будет диаметр 1,2 мм.

Выберем рекомендованный для данной толщины диаметр сварочной проволоки 1,2 мм, это позволит обеспечить достаточный провар основного металла и увеличить производительность процесса.

Для определения количества проходов рассчитывается максимальная площадь наплавленного металла:

$$F_H = 0,75 \cdot g \cdot e = 0,75 \cdot 10 \cdot 2,5 = 18,75 \text{ мм}^2. \quad (3.1)$$

Площадь сечения заполняющих слоёв определяется по формуле:

$$F_1 = (8 \dots 12)d_3 = (8 \dots 12) \cdot 1,2 = 9,6 \dots 14,4 \text{ мм}^2. \quad (3.2)$$

Количество проходов будет определяться из зависимости:

$$n_{min} = \frac{F_H - F_1}{F_H} + 1 = \frac{18,75 - 14,4}{18,75} + 1 = 1,23, \quad (3.3)$$

$$n_{max} = \frac{F_H - F_1}{F_H} + 1 = \frac{18,75 - 9,6}{18,75} + 1 = 1,5. \quad (3.4)$$

Опираясь на рекомендации и учитывая тот факт, что площадь поперечного сечения шва рассчитана по максимальным допускам принимаем количество проходов равное одному.

Силу сварочного тока можно определить по требуемой глубине провара в зависимости от толщины свариваемого металла. Глубина провара при сварке с первой стороны определяется по формуле:

$$h = \frac{S}{2} \pm 1 = \frac{5}{2} \pm 1 = 2,5 \pm 1 \text{ мм}. \quad (3.5)$$

По заданной глубине провара величина сварочного тока может быть назначена в соответствии с формулой:

$$I_{CB} = (80 \dots 90) \cdot h = 200 \dots 225 \text{ А}. \quad (3.6)$$

В соответствии с силой тока назначаем расход газа  $Q = 14-15$  л/мин, и напряжение на дуге  $U = 23,5-25$  В.

Сила сварочного тока при механизированной сварке плавящимся электродом задается скоростью подачи электродной проволоки. Скорость подачи проволоки рассчитывается по формуле:

$$V_{пр} = \frac{4\alpha_p I_{CB}}{\pi d_3^2 \gamma}, \quad (3.7)$$

где  $\gamma$  - плотность наплавленного металла (в среднем равный  $8,1 \text{ г/см}^3$ ).

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \frac{I_{CB}}{d_3} = 3 + \frac{0,08 \cdot 212,5}{1,2} = 17,2 \frac{\text{г}}{\text{Ач}}, \quad (3.8)$$

тогда:

$$V_{\text{пр}} = \frac{4 \cdot 17,2 \cdot (200 \dots 225)}{3,14 \cdot 0,12^2 \cdot 8,1} = 37500 \dots 42500 \frac{\text{см}}{\text{ч}}$$

Скорость сварки определяется о формуле:

$$V_{\text{св}} = \frac{\alpha_{\text{н}} \cdot I_{\text{св}}}{\gamma \cdot F_{\text{н}}}, \quad (3.9)$$

$$\alpha_{\text{н}} = \alpha_{\text{р}}(1 - \psi) = 17,2 \cdot (1 - 0,15) = 14,62 \frac{\text{Г}}{\text{Ач}}, \quad (3.10)$$

тогда:

$$V_{\text{св}} = \frac{14,62 \cdot (200 \dots 225)}{8,1 \cdot 0,1875} = 1925 \dots 2170 \frac{\text{см}}{\text{ч}}$$

Назначаем обратную полярность на постоянном токе, это увеличивает проплавливающее действие дуги, уменьшает возможность возникновения подрезов, исключает образование вытянутой поллой поры в обратном валике.

Второй тип соединения – с разделкой кромок и сваркой ТЗ по ГОСТ 14771-76 представленный на рисунке 3.2.

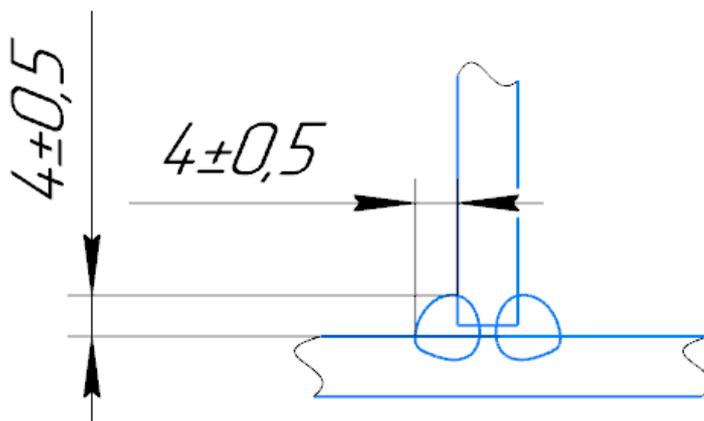


Рисунок 3.2 – Разделка кромок и размеры сварного шва ТЗ ГОСТ 14771-76

Для заданной толщины 5 мм значения (одной стороны) катета шва  $k = 4 \pm 0,5$  мм.

Рассчитаем площадь наплавленного металла по формуле:

$$F_{\text{н}} = 0,75 \cdot k^2 = 0,75 \cdot 4,5^2 = 15,2 \text{ мм}^2. \quad (3.11)$$

Количество проходов будет определяться из зависимости (3.3 и 3.4):

$$n_{\text{min}} = \frac{15,2 - 14,4}{15,2} + 1 = 1,05,$$

$$n_{max} = \frac{15,2 - 9,6}{15,2} + 1 = 1,37.$$

В соответствии с расчетами принимаем количество проходов равное одному с каждой стороны.

Глубина проплавления для тавровых швов определяется в зависимости от катета шва (3.5):

$$h = \frac{S}{2} \pm 1 = \frac{5}{2} \pm 1 = 2 \pm 1 \text{ мм.}$$

Сила тока определяется согласно формуле (3.6):

$$I_{св} = (80 \dots 90) \cdot 2 = 160 \dots 180 \text{ А.}$$

В соответствии с силой тока назначаем расход газа  $Q = 12-14$  л/мин, и напряжение на дуге  $U = 22-23$  В.

Определим коэффициент расплавления (3.8) и скорость подачи проволоки (3.7):

$$\alpha_p = 3 + \frac{0,08 \cdot 170}{1,2} = 14,3 \frac{\text{г}}{\text{Ач}},$$

$$V_{пр} = \frac{4 \cdot 14,3 \cdot (160 \dots 180)}{3,14 \cdot 0,12^2 \cdot 8,1} = 25000 \dots 28000 \frac{\text{см}}{\text{ч}}.$$

Определим коэффициент наплавки (3.10) и скорость сварки (3.9):

$$\alpha_n = 14,3 \cdot (1 - 0,15) = 12,2 \frac{\text{г}}{\text{Ач}},$$

$$V_{св} = \frac{12,2 \cdot (160 \dots 180)}{8,1 \cdot 0,152} = 159 \dots 178 \frac{\text{см}}{\text{ч}}.$$

### 3.3 Подбор сварочного оборудования

Основными критериями для выбора являются: жесткая вольтамперная характеристика дуги, соблюдение рассчитанных параметров режима сварочного процесса, надежность в работе, простота обслуживания, невысокая стоимость, наибольший КПД, минимальное потребление электроэнергии, наименьшие габаритные размеры и масса.

По вышеперечисленным параметрам был выбран сварочный полуавтомат Кедр MIG 509. Технические характеристики оборудования представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Технические характеристики Кедр MIG 509

Наименование параметра	Значение
Напряжение питающей сети, В	380±15%
Сварочный ток, А (ПВ = 100%)	500
Пределы регулирования сварочного тока, А	30-500
Диаметр проволоки, мм	0,8; 1,0; 1,2
Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	1,5-18
КПД, %	85
Напряжение холостого хода, В	60
Диапазон рабочего напряжения, В	15-44
Потребляемая мощность, кВА	24,6
Количество роликов, шт	4
Вместимость сварочной кассеты, кг	15
Расположение подающего устройства/катушки	выносное/снаружи
Габаритные размеры, мм	910x270x1300
Масса, кг	73

Кедр MIG 509 – сварочный инвертор, обеспечивающий полуавтоматическую сварку сплошной проволокой в газовой среде. Особенности данной модели: плавная регулировка сварочного тока, напряжения, длины дуги, встроенная термозащита, принудительное охлаждение.

### 3.4 Выбор сварочных материалов

Для проведения сварочных работ, используется механизированная сварка в среде защитного газа проволокой сплошного сечения.

Основной металл и сварочная проволока должны быть близкими по составу. Для предотвращения окисления сварочного металла, при

механизированной сварки в среде  $\text{CO}_2+20\%\text{O}_2$ , применяются раскислители: кремний и марганец.

Выбрана сварочная проволока Св-08Г2С, так как в ее состав еприсутствуют необходимые раскислители. Химический состав и механические свойства приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.2 – Химический состав проволоки Св-08Г2С, % (ГОСТ 2246-70)

С	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
0,05 - 0,11	1,8 - 2,1	0,7 - 0,95	0,20	0,25	0,025	0,03

Таблица 3.2 – Механические свойства проволоки Св-08Г2С (ГОСТ 2246-70)

Марка	$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	$\psi$ , %
Св-08Г2С	300	500	22	50

Сварочная проволока должна храниться в условиях, исключающих ее загрязнение и коррозию. Перед использованием она должна быть проконтролирована визуальным осмотром для определения чистоты поверхности. Разрешается очищать проволоку наждачной шкуркой или любыми другими способами до металлического блеска. При очистке проволоки нельзя допускать ее резких перегибов (переломов), что может нарушить нормальный процесс подачи проволоки в зону сварки.

Популярной смесью для полуавтоматической сварки плавящимся электродом в среде защитных газов является  $\text{CO}_2+\text{O}_2$ . Кислород повышает степень окисления защитного газа и увеличивает температуру жидкотекучести металла сварочной ванны. При его применении необходимо применять проволоку с повышенным содержанием раскислителей.

При применении сочетания из углекислого газа и кислорода для сварки с повышением содержания кислорода коэффициент перехода элементов значительно снижается. Особенно сильно уменьшается коэффициент перехода марганца, меньше других - углерода и хрома. При наплавке проволокой Св-08Г2С добавка к углекислому газу 20% кислорода приводит к

снижению коэффициентов перехода хрома марганца с 0,72 до 0,45. Значительно снижаются коэффициенты перехода с увеличением расхода сварочной смеси и чистого углекислого газа.

Коэффициент перехода углерода с повышением содержания кислорода снижается в большей степени, чем с повышением расхода смеси. Это объясняется тем, что с увеличением расхода углекислоты (отдельно или в смеси) увеличивается количество диссоциирующей окиси углерода и усиливается растворение образующегося при этом углерода.

Коэффициенты перехода отдельных элементов зависят от химического состава проволоки и увеличиваются с повышением сварочного тока и уменьшением напряжения дуги. Например, при сварке проволокой Св-08Г2С коэффициенты перехода углерода значительно выше, а марганца ниже, чем при использовании проволоки Св-18ХГСА.

Добавка кислорода к углекислому газу оказывает ряд положительных эффектов:

- уменьшает разбрызгивание;
- снижает прилипание брызг к изделию;
- повышает стабильность горения дуги;
- улучшает формирование шва;
- уменьшает высоту усиления и чешуйчатость сварного шва;
- швы имеют более плавный переход к основному металлу по сравнению со швами, выполненными в углекислом газе без кислорода;
- связывает водород и уменьшает его влияние на образование пор;
- снижает поверхностное натяжение сварочной ванны;
- увеличивает время пребывания ванны в жидком состоянии из-за чего происходит более полное удаление неметаллических включений и лучшая дегазация металла ванны.

Смесь углекислого газа с кислородом широко применяется для сварки углеродистых и низколегированных сталей.

Оптимальным считается состав 70-80 % углекислого газа и 20-30 % кислорода. При данном соотношении получается ровный сварной шов без грубой чешуйчатости, обеспечивается глубокое проплавление, увеличивается плотность шва. Наряду с этим на поверхности шва образуется тонкий слой шлаковой корки, после удаления которой шов имеет серебристый цвет. При дальнейшем увеличении содержания кислорода в смеси более 30 % поверхность сварного шва имеет грубую чешуйчатость. Сварка в смеси углекислоты с кислородом возможна во всех пространственных положениях.

Основными преимуществами сварки в комбинации углекислого газа с кислородом с увеличенным вылетом электрода по сравнению со сваркой в углекислом газе и обычным вылетом являются повышение производительности процесса на 20-25 %, сокращение затрат на зачистку швов от брызг, улучшение внешнего вида и качества швов.

Состав смеси углекислоты с кислородом, применяемой для сварки кронштейна приведён в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Состав сварочной смеси CO<sub>2</sub>+20% O<sub>2</sub> (ГОСТ 8050-85)

Ar, %	He, %	O <sub>2</sub> , %	N <sub>2</sub> , %	H <sub>2</sub> , %	CO <sub>2</sub> , %	углеводороды, %	водяных паров, %
-	-	20	-	-	основа	-	0,037

Двуокись углерода перед поступлением в горелку должна просушиваться путем пропускания через осушитель и иметь точку росы не выше минус 34 °С. Для наполнения осушителей применяются обезвоженный медный купорос, силикагель по ГУМХП-1800-50, едкий калий (КОН), хлористый кальций (CaCl<sub>2</sub>).

### 3.5 Контроль качества

Согласно СТО 9701105632-003-2021 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю», проводится проверка материала при входном контроле. В этом процессе проверяется сертификат, содержащий информацию о марке, стали, габаритных размерах изделия, химическом составе и

содержании вредных примесей. Перед сборкой осуществляется проверка фактического состояния изделий, выявляются недопустимые забоины и царапины. Кроме того, проверяется состояние изделий после сборки и сварки.

Методику проведения визуального и измерительного контроля регламентируют: СТО 9701105632-003-2021 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю», ГОСТ Р ИСО 17637-2014 «Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением», ГОСТ 8.051-81 «Государственная система обеспечения единства измерений. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм».

Полученные дефекты по результатам ВИК нужно классифицировать согласно ГОСТ Р ИСО 6520-1-2012 "Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. Часть 1. Сварка плавлением" и оценить (допустимый или нет) его согласно ГОСТ Р ИСО 5817-2021 "сварные соединения из стали, никеля, титана и их сплавов, полученные сваркой плавлением (исключая лучевые способы сварки). Уровни качества".

Существует множество методов контроля сварных соединений на наличие дефектов, и для данного основания будет выбран капиллярный метод контроля. Этот метод позволяет обнаружить дефекты сварного шва при доступе только с одной стороны поверхности шва. Капиллярный метод контроля, проводимый с использованием цветных материалов, регулируется согласно ГОСТ 18442-80 "Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования".

Данный стандарт содержит общую информацию и область применения метода, перечень используемых дефектоскопических материалов, описание этапов контроля, а также устанавливает порог чувствительности метода. Класс чувствительности, объем, периодичность и нормы оценки качества контроля устанавливаются разработчиком объекта контроля или контролируемого материала в соответствии с этим стандартом.

Перед началом проведения контроля, нужно убедиться в наличии освещенности контролируемых поверхностей, достаточной для надежного выявления дефектов, но не менее 500 Лк. Согласно СТО 9701105632-003- 2021 детали должны иметь шероховатость не более Ra 12,5 (Rz 80). Поскольку деталь принимает большие динамические нагрузки, то она должна контролироваться по уровню качества В ГОСТ Р ИСО 5817-2021. Таким образом, к недопустимым дефектам сварного шва относятся трещины, несплавления, прожоги, поверхностные поры, кратерные раковины, неполные проплавления в корне шва, подрезы корня шва, натёки, вогнутость обратной стороны шва, пористость в корне шва, недостаточная толщина шва, брызги металла, усадочные раковины, а также выпуклость шва более 3 мм, неправильная геометрия углового шва с углом более 110°, чрезмерная толщина шва более 3 мм, каверны более 2 мм, линейные смещения больше 0,3 мм.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-1В81	Александров Максим Сергеевич

<b>Институт</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Электронной инженерии</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 «Машиностроение»

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

<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами.
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- районный коэффициент- 1,3; - премиальный коэффициент – 0.3; - накладные расходы – 16%
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	В соответствии с налоговым кодексом Российской Федерации. Отчисления во внебюджетные фонды – 30,2 %

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Анализ потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, оценка готовности проекта к коммерциализации
<i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Определение этапов работ; определение трудоемкости работ; разработка графика Ганта Определение затрат на проектирование (смета затрат)
<i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Расчет интегрального показателя эффективности проекта

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

<i>Оценка конкурентоспособности технических решений Матрица SWOT Альтернативы проведения НИ График проведения и бюджет НИ Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>
---

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	03.02.2023
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН	Рыжакина Т.Г.	К.Э.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-1В81	Александров Максим Сергеевич		

## **4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

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

В настоящем исследовании разработан и обоснован технологический процесс изготовления детали «Кронштейн» с учётом обеспечения высокого качества её получения.

Целями настоящего раздела являются:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной, финансовой эффективности исследования.

Таблица 4.1 – Состав двуокиси углерода газообразной по ГОСТ 8050-85

Показатель	Значение
Объемная доля (CO <sub>2</sub> ), % не менее	99,8
Объемная доля CO, %	нет
Массовая концентрация минеральных масел и механических примесей, мг/кг, не более	0,1
Массовая доля воды, % не более	нет
Массовая концентрация водяных паров при t=20 <sup>0</sup> C и давлении 101,3кПа, г/куб.м не более, что соответствует температуре насыщения CO <sub>2</sub> водяными парами при давлении 101,3 КПа и температуре, <sup>0</sup> C, не выше	0,037 -48

#### **4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

По результатам проведенного сегментирования рынка были определены основные сегменты, а также выбраны наиболее благоприятные.

Таблица 4.2 – Карта сегментирования рынка услуг

Профиль	Вид услуги		
	Проектирование	Производство	Эксплуатация
Экономический	○		
Охрана труда	○		○
Технологический			○

НИ ТПУ     
 НГТУ     
 НИ МГТУ

Таким образом, наиболее благоприятным сегментом и направлением для исследования был выбран проект технологического процесса изготовления детали «Кронштейн» для НИ ТПУ.

#### 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 4.3 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Повышение производительности	0,15	4	3	2	0,6	0,45	0,3
2. Удобство в эксплуатации	0,05	3	3	3	0,15	0,15	0,15
3. Энергоэкономичность	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
4. Надежность	0,08	5	3	3	0,4	0,24	0,24
5. Безопасность	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
6. Простота эксплуатации	0,05	4	3	3	0,2	0,15	0,15

Продолжение таблицы 4.3

<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность продукта	0,11	4	3	3	0,44	0,33	0,33
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	1	2	2	0,05	0,1	0,1
3. Цена	0,08	4	4	3	0,32	0,32	0,24
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	4	4	4	0,28	0,28	0,28
5. Финансирование научной разработки	0,08	3	5	4	0,24	0,4	0,32
6. Срок выхода на рынок	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
7. Наличие сертификации разработки	0,05	1	3	3	0,05	0,15	0,15
<b>Итого</b>	<b>1</b>				<b>3,83</b>	<b>3,59</b>	<b>3,28</b>

Б<sub>к1</sub> - НГТУ, Б<sub>к2</sub>- НИ МГТУ

Рассматриваемые в проекте решения имеют наиболее высокий коэффициент конкурентоспособности в сравнении с конкурентами.

#### **4.1.3 SWOT-анализ**

Качественный подход к описанию рисков заключается в детальном и последовательном рассмотрении содержательных факторов, несущих неопределенность, и завершается формированием причин основных рисков и мер по их снижению. Одной из методик анализа сильных и слабых сторон предприятия, его внешних благоприятных возможностей и угроз является SWOT-анализ.

Анализируя таблицу SWOT-анализа можем сказать, что предприятие имеет достаточно сильных сторон и возможностей, чтобы уверенно функционировать в условиях современных реалий.

Основной слабой стороной является зависимость от иностранных сервисных компаний, которые предоставляют услуги по ремонту и модернизации оборудования. При этом стоит говорить о необходимости постоянной модернизации технологий и оборудования.

Кроме того, важной задачей для организации является соблюдение трудового, экологического, патентного права.

Таблица 4.4 – Swot-анализ производственной деятельности цеха

	Возможности	Угрозы
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличение объемов производства</li> <li>2. Применение современных технологий</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Штрафы за нарушение законодательства (трудового, экологического и т.д.)</li> <li>2. Устаревание технологий и оборудования</li> </ol>
<b>Сильные стороны</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наличие собственных разработок</li> <li>2. Высококвалифицированный персонал</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Строительство новых производственных мощностей</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Строгое следование всем правилам и экологическим нормам</li> <li>2. Проведение модернизации</li> </ol>
<b>Слабые стороны</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Слабо развита инфраструктура</li> <li>2. Зависимость от иностранных поставщиков услуг ремонтного обслуживания</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Развитие инфраструктуры</li> <li>2. Применение современных технологий при производстве</li> <li>3. Переход на услуги отечественных сервисных компаний</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Строгое следование всем правилам и экологическим нормам</li> </ol>

## 4.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой входят инженер и научный руководитель ВКР. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 4.5.

## 4.2.2 Определение трудоемкости работ

Трудоемкость выполнения проекта оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожи}$  используется следующая формула:

$$t_{ожи} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (4.1)$$

Таблица 4.5 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
1	2	3	4
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, Инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических исследований, изучение литературы	Инженер
	6	Построение и проведение экспериментов (расчетов)	Руководитель, Инженер
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими данными	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель
	9	Определение целесообразности проведения ОКР	Инженер, руководитель
Разработка технической документации и проектирование	10	Сбор информации по охране труда	Инженер
	11	Оформление результатов по охране труда	Инженер
	12	Подбор данных для выполнения экономической части работы	Инженер
	13	Оформление экономической части работы	Инженер
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	14	Составление пояснительной записки	Инженер, руководитель

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;  $t_{min i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;  $t_{max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (4.2)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Продолжительность работ внесена в табл. 4.5.

### 4.2.3 График проведения научного исследования

График проведения научного исследования приведен в таблице 4.6. Календарный план-график проведения исследования представлен на рисунке 4.1. Для построения графика длительность каждого из этапов работ переводим в календарные дни по формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} k_{кал} \quad (4.3)$$

где  $T_{ki}$  – длительность этапа в календарных днях;

$T_{pi}$  – длительность этапа в рабочих днях;

$k_{кал}$  – коэффициент календарности ( $k_{кал} = 1.22$ ).

Рассчитанные значения в календарных днях округляются до целого числа.

Таблица 4.6 – Календарный план проекта

№ этапа	Наименование этапа	Кол-во человек	Продолжительность работ			$T_{pi}$ (дн и)	$T_k$ (дн и)
			$t_{min}$ (дн)	$t_{max}$ (дн)	$t_{ож}$ (дн)		
1	2	3	4	5	6	7	
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	1	1	1	1	1
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	2	2	2	2	2
3	Выбор направления исследований	Руководитель, Инженер	1 2	1 5	1 3	1 3	1 4
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Инженер	1 4	1 10	1 7	1 7	1 9
5	Проведение теоретических исследований, изучение литературы	Инженер	3	8	6	6	7
6	Построение и проведение экспериментов (расчетов)	Руководитель, Инженер	1 3	1 5	1 4	1 4	1 5
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими данными	Инженер	3	5	4	4	5
8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	6	6	6	6	7
9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, Инженер	10 3	12 5	11 4	11 4	13 5
10	Сбор информации по охране труда	Инженер	3	5	4	4	5
11	Оформление результатов по охране труда	Инженер	3	5	4	4	5
12	Подбор данных для выполнения экономической части работы	Инженер	2	4	3	3	4
13	Оформление экономической части работы	Инженер	2	4	3	3	4
14	Составление пояснительной записки	Руководитель, Инженер	1 9	1 14	1 12	1 12	1 15
	Всего дней	Руководитель, Инженер				22 56	25 70



#### 4.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых затрат (расходов), необходимых для его выполнения:

- материальные затраты;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям, представленным в таблице.

#### 4.2.5 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{расч\ i}, \quad (4.4)$$

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, отражены в таблице 4.6.

Исполнение 1: проектирование технологического процесса изготовления детали «Кронштейн» для НИ ТПУ (обосновываемый проект)

Исполнение 2: проектирование технологического процесса изготовления детали «Кронштейн» для НГТУ

Исполнение 3: проектирование технологического процесса изготовления детали «Кронштейн» для НИ МГТУ

Таблица 4.7 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., с НДС руб.			Затраты на материалы, (З <sub>м</sub> ), руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп.3	Исп. 1	Исп. 2	Исп.3	Исп. 1	Исп.2	Исп.3
Бумага	листов	400	600	500	0,6	0,6	0,6	288	432	360
Чернила для принтера	мл	100	150	50	4	4	4	480	720	240
Тетрадь	шт.	2	1	4	15	15	15	36	18	72
Ручка	шт.	3	2	4	10	10	10	36	24	48
Карандаш	шт.	1	2	1	7	7	7	8,4	16,8	8,4
Итого								848	1210	728

#### 4.2.6 Затраты на оборудование

Все расчеты по приобретению спецоборудования, включая 15% на затраты по доставке и монтажу, отображены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Расчет затрат на оборудование для научных работ

Наименование оборудования	Кол-во	Стоимость с НДС, руб.
Компьютер	1	37920
Принтер	1	13990
ИТОГО		51480

#### 4.2.7 Расчет основной и дополнительной заработной платы

Численность исполнителей принимается как N рук=1, Нисп=1, общее число исполнителей – 2 человек.

Расчет эффективного рабочего времени одного исполнителя сведен в таблицу 4.9.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (4.5)$$

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

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

Таблица 4.9 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	44	48
- праздничные дни	14	14
Номинальный фонд рабочего времени		
Потери рабочего времени		
- отпуск	56	28
- невыходы по болезни	-	-
Эффективный фонд рабочего времени, Фд	252	276

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (4.6)$$

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (4.7)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя.

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

$$Z_{дн(рук)} = 43111,73 \cdot 12 / 252 = 2052,94 \text{ руб.}$$

$$Z_{дн(исп)} = 12700 \cdot 12 / 276 = 552,17 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_b \cdot (k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (4.8)$$

где  $Z_b$  – базовый оклад, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда);

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок;

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

$$Z_{зн} = Z_{осн} + Z_{доп}. \quad (4.9)$$

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда.

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (4.10)$$

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (4.11)$$

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

Таблица 4.10 – Расчёт основной и дополнительной заработной платы

Исполнители	$Z_b$ , руб.	$k_p$	$Z_m$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{осн}$ , руб.	$Z_{доп}$
Руководитель	33162,9	1,3	43111,7	2052,94	22	45164,68	5419,76
Инженер	12700	-	12700	552,17	56	30921,52	3710,58

Рассчитываем отчисления на социальные нужды (30%):

$$Q_{\text{соц.н.}} = 0,3 \cdot ЗП \text{ руб.} \quad (4.12)$$

Таблица 4.11 – Заработанная плата одного исполнителя НИР, руб.

	<b>Заработная плата</b>	<b>Социальные отчисления</b>
Руководитель	50584,44	15175,33
Исполнитель	34632,10	10389,63
ИТОГО	85216,54	25564,96

#### **4.2.8 Расчет затрат на научные и производственные командировки**

Затраты на научные и производственные командировки исполнителей определяются в соответствии с планом выполнения темы и с учетом действующих норм командировочных расходов различного вида и транспортных тарифов.

В представленном исследовании командировки отсутствовали.

#### **4.2.9 Контрагентные расходы**

Контрагентные расходы включают затраты, связанные с выполнением каких-либо работ по теме сторонними организациями (контрагентами, субподрядчиками), т.е.: работы и услуги производственного характера, выполняемые сторонними предприятиями и организациями. К работам и услугам производственного характера относятся:

- выполнение отдельных операций по изготовлению продукции, обработке сырья и материалов;
- проведение испытаний для определения качества сырья и материалов;
- контроль за соблюдением установленных регламентов технологических и производственных процессов;
- ремонт основных производственных средств;
- поверка и аттестация измерительных приборов и оборудования, другие работы (услуги) в области метрологии и прочее;
- транспортные услуги сторонних организаций по перевозкам грузов внутри организации (перемещение сырья, материалов, инструментов, деталей,

заготовок, других видов грузов с базисного (центрального) склада в цехи (отделения) и доставка готовой продукции на склады хранения, до станции (порта, пристани) отправления).

Работы, выполняемые другими учреждениями, предприятиями и организациями (в т.ч. находящимися на самостоятельном балансе опытными (экспериментальными) предприятиями по контрагентским (соисполнительским) договорам на создание научно-технической продукции, головным (генеральным) исполнителем которых является данная научная организация).

Контрагентные расходы включают затраты на Интернет, которые за 86 календарных дней составили 1200 руб.

#### **4.2.10 Накладные расходы**

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (4.13)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16 %.

#### **4.2.11 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта**

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в

качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 4.12.

Таблица 4.12 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	2	3	4
1. Материальные затраты НИИ	848,00	1210,00	728,00
2. Стоимость оборудования	51840	51840	51840
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	76086,20	76086,20	76086,20
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	9130,34	9130,34	9130,34
5. Отчисления во внебюджетные фонды	25564,96	25564,96	25564,96
6. Контрагентские расходы	1200,00	1200,00	1200,00
7. Накладные расходы	18392,84	18450,76	18373,64
<b>8. Бюджет затрат НИИ</b>	<b>183062,3</b>	<b>183482,3</b>	<b>182923,1</b>

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.14)$$

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

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

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

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

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (4.15)$$

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

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

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

$n$  – число параметров сравнения.

Таблица 4.13 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,998	1,000	0,997
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,45	4,05	3,9
3	Интегральный показатель эффективности	4,45	4,13	4,06
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,93	0,91

В результате выполнения изначально сформулированных целей раздела, можно сделать следующие выводы:

Результатом проведенного анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации устройства, как наиболее предпочтительного и рационального, по сравнению с остальными;

При проведении планирования был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Были определены: общее количество календарных дней для выполнения работы – 86 дней, общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер – 70 и общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель – 25;

Составлен бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 183062,3 руб;

По факту оценки эффективности ИР, можно сделать выводы:

Значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,998, что является показателем того, что ИР не уступает аналогам по выгодности;

Значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,45, по сравнению с 4,05 и 3,9;

Значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 4,45, по сравнению с 4,13 и 4,06, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Обучающемуся:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-1В81	Александров Максим Сергеевич

<b>Школа</b>	<b>Неразрушающего контроля</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>ОЭИ</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ООП/ОПОП	15.03.01 «Машиностроение»

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Выполнение сварочных работ, заготовка (резка и рубка) листов из черной стали, работа со сварочным оборудованием, расплавленным металлом (сварочная ванна), дугой. Рабочее место расположено в цеху 32 м <sup>2</sup> . Имеет естественное и искусственное освящение. В цеху находятся сборочно-сварочные приспособления, полки для операционных карт, компьютер.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	<i>ГОСТ 12.0.003-2015</i> <i>ФЗ от 22.07.2008 N 123-ФЗ</i> <i>СанПиН 2.2.4.3359-16</i> <i>СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03</i> <i>ГОСТ 12.1.038-82</i> <i>ГОСТ 12.1.018-93</i> <i>ГОСТ Р 55090-2012 ФЗ-197</i> <i>СП 53-101-98</i>
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы: Недостаточная освещенность; Нарушения микроклимата, оптимальные и допустимые параметры; Шум, ПДУ, СКЗ, СИЗ; Повышенный уровень электромагнитного излучения, ПДУ, СКЗ, СИЗ; Наличие токсикантов, ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ; Опасные факторы: Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R <sub>заземления</sub> , СКЗ, СИЗ; Проведен расчет освещения рабочего места; представлен рисунок размещения светильников на потолке с размерами в системе СИ; Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения; Приведена схема эвакуации.

	Лазерное излучение, класс опасности, ПДУ, СКЗ, СИЗ.
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	Наличие промышленных отходов (бумага-черновики, вторцвет и чермет, пластмасса, перегоревшие люминесцентные лампы, оргтехника, обрезки монтажных проводов, бракованная строительная продукция) и способы их утилизации;
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Рассмотрены 2 ситуации ЧС: 1) природная – сильные морозы зимой, (аварии на электро-, теплокоммуникациях, водоканале, транспорте); 2) техногенная – несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (возможны проявления вандализма, диверсии, промышленного шпионажа), представлены мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.

<b>Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком</b>	<b>26.02.2023</b>
--	-------------------

**Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД	Федорчук Ю.М.	д.т.н., профессор		26.02.23

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В81	Александров Максим Сергеевич		26.02.23

## **5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

Социальная ответственность – ответственность отдельного ученого и научного сообщества перед обществом. Первостепенное значение при этом имеет безопасность применения технологий, которые создаются на основе достижений науки, предотвращение или минимизация возможных негативных последствий их применения, обеспечение безопасного как для испытуемых, как и для окружающей среды проведения исследований.

В ходе данной работы проводится разработка технологии сборки и сварки детали «Кронштейн». Работа выполнялась в лаборатории НИ ТПУ. Все работы выполнялись с использованием компьютера. Раздел также включает в себя оценку условий труда на рабочем месте, анализ вредных и опасных факторов труда, разработку мер защиты от них.

### **5.1 Производственная безопасность**

#### **5.1.1 Вредные факторы**

#### **5.1.2 Недостаточная освещенность**

Для обеспечения требуемой освещенности необходимо использовать совмещенное освещение, создаваемое сочетанием естественного и искусственного освещения. При данном этапе развития осветительной техники целесообразно использовать люминесцентные лампы, которые по сравнению с лампами накаливания имеют большую светоотдачу на ватт потребляемой мощности и более естественный спектр.

Минимальный уровень средней освещенности на рабочих местах с постоянным пребыванием людей должен быть не менее 200 лк.

В расчётном задании должны быть решены следующие вопросы:

- выбор системы освещения;
- выбор источников света;
- выбор светильников и их размещение;

- выбор нормируемой освещённости;
- расчёт освещения методом светового потока.

Вданномрасчётномаданиидлявсехпомещенийрасчитываетсяобщеравномерноеосвещение.

Таблица 5.1 – Габариты помещения

Параметр	Обозначение	Значение, м
Длина	A	5
Ширина	B	4
Высота помещения	H	3,5

Расчётобщегоравномерногоискусственногоосвещениягоризонтальнойрабочейповерхностивыполняетсяметодомкоэффициентасветовогопотока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi_{рас} = E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z / N \cdot \eta \quad (5.1)$$

где  $E_H$  – нормируемаяминимальнаяосвещённостьпоСНиП23-05-95, лк;

$S$  – площадь освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;

$K_3$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения, отношение;

$E_{ср}/E_{min}$  – для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

$N$  – число ламп в помещении;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения  $i$ , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью  $h$  и коэффициентов отражения стен  $\rho_c$  и потолка  $\rho_i$ .

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = S/h(A + B) \quad (5.2)$$

Проведем расчет индекса помещения:

Площадь помещения:

$$S = A \cdot B = 5 \cdot 4 = 20 \text{ м}^2$$

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)} = \frac{20}{3,5 \cdot (5 + 4)} = 2,32$$

Согласно этим данным, коэффициент использования светового потока будет равен 33 % или в долях = 0,33.

Согласно указанной методике, выбираем тип источника света. Наиболее подходящим вариантом является 40 ваттная лампа ЛБ, у которой  $\Phi=2800$  лм. Для выбранного типа лампы подходит светильник ОД- 2- 40 с размерами: длина = 1230 мм, ширина = 266 мм.

Из уравнения 5.1 находим количество ламп для помещения

$$N = E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z / \Phi = 200 \cdot 20 \cdot 1,3 \cdot 1,1 / 2800 \cdot 0,33 = 6,2;$$

Принимаем  $N=6$  лампы или 3 светильника.

Размещаем светильники в 1 ряд с соблюдением условий:

$L$ –расстояние между соседними светильниками или рядами (если по длине ( $A$ ) и ширине ( $B$ ) помещения расстояния различны, то они обозначаются  $L_A$  и  $L_B$ );

$l$ –расстояние от крайних светильников или рядов до стены.

Сначала определим световой поток расчетный.

$$\Phi = E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z / 6 \cdot \eta = 200 \cdot 20 \cdot 1,3 \cdot 1,1 / 6 \cdot 0,33 = 2889 \text{ лм};$$

Проведем проверку выполнения условия соответствия:

$$- 10\% \leq ((\Phi_{\text{расч}} - \Phi_{\text{станд}}) / \Phi_{\text{расч}}) \cdot 100\% \leq + 20\%$$

Подставляя численные значения получаем:

$$- 10\% \leq (2800 - 2889) / 2889 \cdot 100\% \leq + 20\%$$

$$- 10\% \leq -3,1\% \leq + 20\%$$

Результат расчета укладывается в допустимые пределы.

Рисуем схему размещения светильников на потолке для обеспечения общего равномерного освещения.

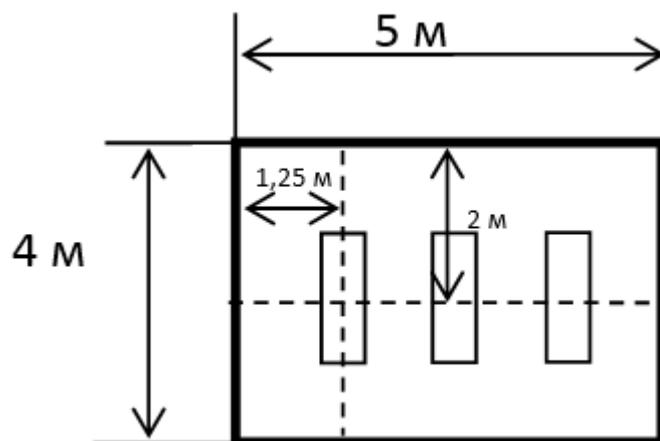


Рисунок 5.1 – План размещения светильников на потолке

Определим мощность осветительной установки:

$$P = N \cdot P_i = 6 \cdot 40 \text{ Вт} = 240 \text{ Вт.}$$

### 5.1.3 Отклонение показателей микроклимата в помещении

Проанализируем микроклимат в помещении, где находится рабочее место. Микроклимат производственных помещений определяют следующие параметры: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха. Эти факторы влияют на организм человека, определяя его самочувствие.

Оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата приведены в таблице 5.2 и 5.3.

Таблица 5.2 – Оптимальные нормы микроклимата

Период года	Температура воздуха, С°	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	19-23	40-60	0.1
Теплый	23-25		0.2

Общая площадь рабочего помещения составляет 20м<sup>2</sup>, объем составляет 70 м<sup>3</sup>. По СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 санитарные нормы составляют 6,5 м<sup>2</sup> и 20 м<sup>3</sup> объема на одного человека. Исходя из приведенных выше данных, можно сказать, что количество рабочих мест соответствует размерам помещения по санитарным нормам.

Таблица 5.3 – Допустимые нормы микроклимата

Период года	Температура воздуха, С°		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
	Нижняя допустимая граница	Верхняя допустимая граница		
Холодный	15	24	20-80	<0.5
Теплый	22	28	20-80	<0.5

После анализа габаритных размеров рассмотрим микроклимат в этой комнате. В качестве параметров микроклимата рассмотрим температуру, влажность воздуха, скорость ветра.

В помещении осуществляется естественная вентиляция посредством наличия легко открываемого оконного проема (форточки), а также дверного проема. По зоне действия такая вентиляция является общеобменной. Основной недостаток - приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания. Согласно нормам, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 объем воздуха необходимый на одного человека в помещении без дополнительной вентиляции должен быть более 40м<sup>3</sup>.

В нашем случае объем воздуха на одного человека составляет 42 м<sup>3</sup>, из этого следует, что дополнительная вентиляция не требуется. Параметры микроклимата поддерживаются в холодное время года за счет систем водяного отопления с нагревом воды до 100°С, а в теплое время года – за счет кондиционирования, с параметрами согласно. Нормируемые параметры микроклимата, ионного состава воздуха, содержания вредных веществ должны соответствовать требованиям.

#### **5.1.4 Превышение уровней шума**

Одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов является шум. Он создается вентиляционным и рабочим оборудованием, преобразователями напряжения, рабочими лампами дневного света, а также проникает снаружи. Шум вызывает головную боль, усталость,

бессонницу или сонливость, ослабляет внимание, память ухудшается, реакция уменьшается.

Основным источником шума в комнате являются компьютерные охлаждающие вентиляторы и. Уровень шума варьируется от 35 до 42 дБА. Согласно СанПиН 2.2.2 / 2.4.1340-03, при выполнении основных работ на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 80 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть средства индивидуальной защиты (СИЗ) и средства коллективной защиты (СКЗ) от шума.

Средства коллективной защиты:

– устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;

– изоляция источников шума от окружающей среды (применение глушителей, экранов, звукопоглощающих строительных материалов, например любой пористый материал – шамотный кирпич, микропористая резина, поролон и др.);

– применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения.

Средства индивидуальной защиты. Применение спецодежды и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

### **5.1.5 Повышенный уровень электромагнитных излучений**

Источником электромагнитных излучений в нашем случае являются дисплеи ПЭВМ. Монитор компьютера включает в себя излучения рентгеновской, ультрафиолетовой и инфракрасной области, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 напряженность электромагнитного поля по электрической составляющей на расстоянии 50 см вокруг ВДТ не должна превышать 25 В/м в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц, 2,5 В/м в диапазоне от 2 до 400 кГц. Плотность магнитного потока не должна превышать в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц 250 нТл,

и 25 нТл в диапазоне от 2 до 400 кГц. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500 В. В ходе работы использовалась ПЭВМ типа AcerVN7-791 со следующими характеристиками: напряженность электромагнитного поля 2,5В/м; поверхностный потенциал составляет 450 В (основы противопожарной защиты предприятий ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.010-76).

При длительном постоянном воздействии электромагнитного поля (ЭМП) радиочастотного диапазона при работе на ПЭВМ у человеческого организма возникают сердечно-сосудистые, респираторные и нервные расстройства, головные боли, усталость, ухудшение состояния здоровья, гипотония, изменения сердечной мышцы проводимости. Тепловой эффект ЭМП характеризуется увеличением температуры тела, локальным селективным нагревом тканей, органов, клеток за счет перехода ЭМП на теплую энергию.

Предельно допустимые уровни (ПДУ) облучения (по ОСТ 54 30013-83):

- до 10 мкВт/см<sup>2</sup>, время работы (8 часов);
- от 10 до 100 мкВт/см<sup>2</sup>, время работы не более 2 часов;
- от 100 до 1000 мкВт/см<sup>2</sup>, время работы не более 20 мин. при условии
- пользования защитными очками;
- для населения в целом ППМ не должен превышать 1 мкВт/см<sup>2</sup>.

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

- защита временем;
- защита расстоянием;
- снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;
- заземление экрана вокруг источника;
- защита рабочего места от излучения;
- очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга).

При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами. Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова ( $\text{SnO}_2$ ).

#### **5.1.6 Наличие токсикантов, (запыленность, загазованность), ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ**

Нормативы распространяются на рабочие места, независимо от их расположения (в производственных помещениях, в горных выработках, на открытых площадках, транспортных средствах и т.п.).

Нормативы используются при проектировании производственных зданий, технологических процессов, оборудования и вентиляции, для обеспечения производственного контроля за качеством производственной среды и профилактики неблагоприятного воздействия на здоровье работающих вредных химических веществ.

Нормативы установлены на основании комплексных токсиколого-гигиенических и эпидемиологических исследований с учетом международного опыта.

В данном проекте используют следующие токсиканты: аэрозоли (взвеси); химические реагенты. В процессе проведения работ одним из основных вредных факторов является испарение летучих продуктов при выполнении монтажно-сборочных работ (пайка, наладка и т.д.). Испаренные летучие продукты применяемых при пайке припоев и флюсов могут нанести вред здоровью человека. По степени воздействия на организм человека вредные вещества подразделяют на четыре класса опасности: 1-й - вещества чрезвычайно опасные; 2-й - вещества высокоопасные; 3-й - вещества умеренно опасные; 4-й - вещества малоопасные.

Свинцово-оловянные припои имеют максимальный первый класс опасности, и имеют ПДК (по свинцу)  $0,05 \text{ мг/м}^3$ , присутствуют в основном в виде аэрозолей.

Канифоль имеет 3 класс опасности и ПДК  $4 \text{ мг/м}$ , способна вызвать аллергические реакции и присутствует в виде аэрозоля. Спирт этиловый имеет 4 класс опасности, ПДК  $100 \text{ мг/м}^3$  и присутствует в виде паров.

Воздействие свинца вызывает анемию, гипертензию, почечную недостаточность, иммунный токсикоз и токсичность для репродуктивных органов. Неврологические и поведенческие последствия воздействия свинца считаются необратимыми. Спирт и канифоль способны вызвать аллергические реакции и обладают местно-раздражающим действием, однако менее вредны по сравнению с воздействием свинца.

СКЗ: в основном все мероприятия направлены на удаление паров свинца и прочих продуктов пайки путем применения местной и общей принудительной вентиляции с последующей фильтрацией, рециркуляция не допускается.

Также применяется периодическая очистка поверхностей от осаждающихся на них продуктов пайки.

СИЗ: необходимо применять респираторы с абсорбционной приставкой.

### **5.1.7 Ультрафиолетовое излучение; ПДУ; СКЗ; СИЗ**

Как чистый воздух и свет, так и ультрафиолетовое излучение (далее – УФ-излучение) необходимы для нормальной жизнедеятельности человека. Однако длительное воздействие больших доз УФ-излучения может привести к поражению глаз и кожи (остроВ целях профилактики неблагоприятного воздействия УФ-излучения важно соблюдать гигиенические нормативы, в частности, СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах».

УФ-излучение – это электромагнитное излучение оптического диапазона с длиной волны (лямбда)  $\lambda = 400-100 \text{ нм}$  (нанометр) и частотой

1013-1016 Гц. По международной классификации УФ-излучение подразделяют на следующие области:

- А –  $\lambda = 400-320$  нм (длинноволновое – ближнее);
- В –  $\lambda = 320-280$  нм (средневолновое – загарная радиация);
- С –  $\lambda = 280-200$  нм (коротковолновое – бактерицидная радиация).

Источниками УФ-излучения являются солнце, любой материал, нагретый до температуры 2500 К, газозарядные, флуоресцентные лампы, источники температурного (теплового) излучения, эксимерные лазеры.

В Методических указаниях МУ 5046-89 «Профилактическое ультрафиолетовое облучение людей» наряду с перечнем требований к облучательным установкам длительного и кратковременного действия, контролю за УФ-излучением, проектированию и эксплуатации УФ-оборудования установлены нормы УФ-облученности и дозы за сутки в эффективных и энергетических единицах. Параметры УФ-облученности и суточной дозы подразделяются на минимальные, максимальные и рекомендуемые. В качестве одного из требований к облучательным установкам регламентируется диапазон УФ-излучения от 280 до 400 нм. Максимальные уровни УФ-облученности не должны превышать:

- конъюнктивиту, блефариту, катаракте хрусталика, острому дерматиту, солнечному ожогу и др.).  $45 \text{ мВт/м}^2$  – от люминесцентных ламп в рабочих помещениях промышленных и общественных зданий, в помещениях детских больниц и санаториев при продолжительности ежесуточного облучения 6-8 ч;
- $16,5 \text{ мВт/м}^2$  – от облучательных установок длительного действия с осветительно-облучательными лампами независимо от времени облучения, вида помещения и возраста облучаемых;
- $7,2 \text{ мВт/м}^2$  – для взрослых и  $4,8 \text{ мВт/м}^2$  – для детей от облучательных установок кратковременного действия (в фотариях).

Основными методами и средствами защиты от УФ-излучения являются:

- защитная одежда с длинными рукавами и капюшоном;
- противосолнечные экраны;

- окраска помещений водными составами (меловым и известковым);
- очки со стеклами, содержащими оксид свинца.

### **5.1.8 Опасные факторы**

#### **5.1.9 Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R<sub>заземления</sub>, СКЗ, СИЗ**

Поражение электрическим током. К опасным факторам можно отнести наличие в помещении большого количества аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50Гц. По опасности электропоражения комната относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует повышенная влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного сприкосновения токоведущих элементов с заземленными металлическими корпусами оборудования.

Лаборатория относится к помещению без повышенной опасности поражения электрическим током. Безопасными номиналами являются:  $I < 0,1$  А;  $U < (2-36)$  В;  $R_{\text{зазем}} < 4$  Ом.

Для защиты от поражения электрическим током используют СИЗ и СКЗ.

- средства коллективной защиты;
- защитное заземление, зануление;
- малое напряжение;
- электрическое разделение сетей;
- защитное отключение;
- изоляция токоведущих частей;
- оградительные устройства;
- использование щитов, барьеров, клеток, ширм, а также заземляющих и шунтирующих штанг, специальных знаков и плакатов.

Средства индивидуальной защиты: использование диэлектрических перчаток, изолирующих клещей и штанг, слесарных инструментов с

изолированными рукоятками, указатели величины напряжения, калоши, боты, подставки и коврики.

### **5.1.10 Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения**

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1-В4, Г и Д.

Согласно НПБ 105-03 лаборатория относится к категории В – горючие и трудно горючие жидкости, твердые горючие и трудно горючие вещества и материалы, вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых находится, не относятся к категории наиболее опасных А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудносгораемым материалам).

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера: халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся

под напряжением до 1000В. Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Для предупреждения пожара и взрыва необходимо предусмотреть:

– специальные изолированные помещения для хранения и разлива легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), оборудованные приточно-вытяжной вентиляцией во взрывобезопасном исполнении - соответствии с ГОСТ 12.4.021-75 и СНиП 2.04.05-86;

– специальные помещения (для хранения в таре пылеобразной канифоли), изолированные от нагревательных приборов и нагретых частей оборудования;

– первичные средства пожаротушения на производственных участках (передвижные углекислые огнетушители ГОСТ 9230-77, пенные огнетушители ТУ 22-4720-80, ящики с песком, войлок, кошма или асбестовое полотно);

– автоматические сигнализаторы (типа СВК-3 М 1) для сигнализации о присутствии в воздухе помещений предвзрывных концентраций горючих паров растворителей и их смесей.

Лаборатория полностью соответствует требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, изображенного на рисунке 5.2, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.

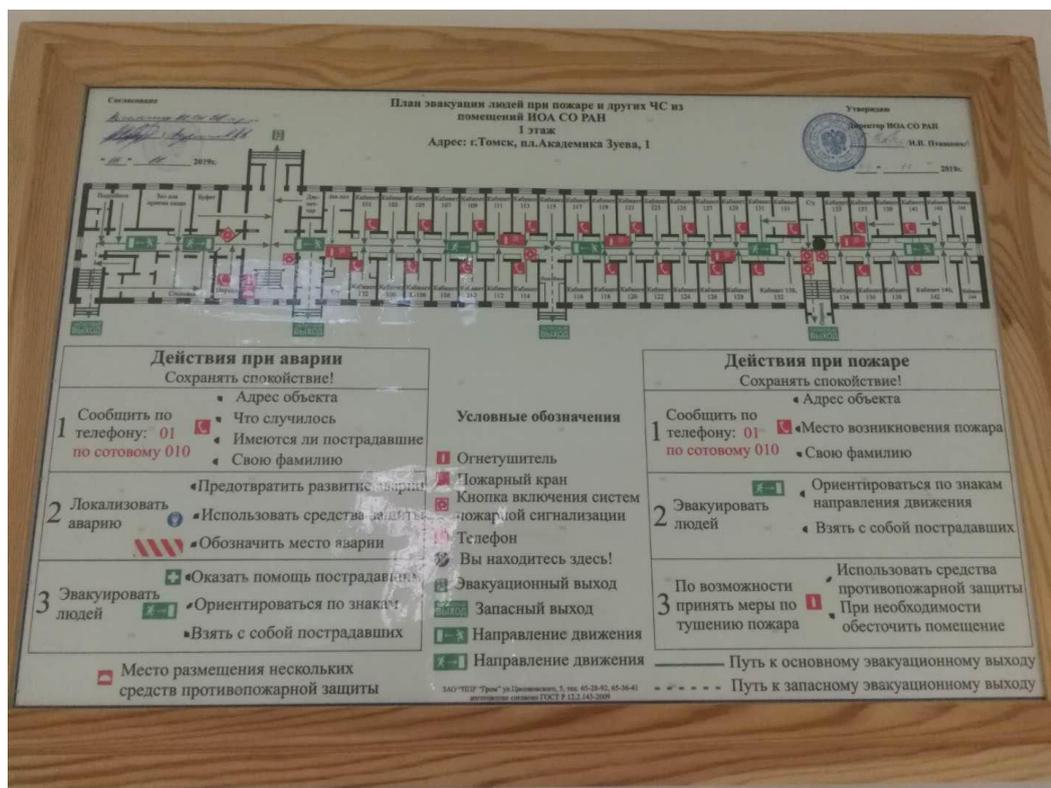


Рисунок 5.2 – План эвакуации

## 5.2 Экологическая безопасность

Во время выполнения выпускной квалификационной работы вынуждены использовать черновики (предварительная запись информации) на бумажном носителе. Записи несут в себе конфиденциальную, а иногда даже секретную информацию. Чтобы повторно использовать бумагу для записей необходимо бумагу с записями shredировать с помощью шредера, спрессовать для уменьшения объема, упаковать в герметичную упаковку и хранить на складе до накопления объема для 1 транспортной единицы, после чего отправить на утилизацию макулатуры в ближайший ее пункт приема.

В компьютерах огромное количество компонентов, которые содержат токсичные вещества и представляют угрозу, как для человека, так и для окружающей среды.

К таким веществам относятся:

– свинец (накапливается в организме, поражая почки, нервную систему);

- никель и цинк (могут вызывать дерматит);
- щелочи (прожигают слизистые оболочки и кожу).

Поэтому компьютер требует специальных комплексных методов утилизации.

Утилизацию компьютера можно провести следующим образом:

- отделить металлические детали от неметаллов;
- разделить углеродистые металлы от цветмета;
- пластмассовые изделия (крупногабаритные) измельчить для уменьшения объема;
- кофир-порошок упаковать в отдельную упаковку, точно также, как и все проклассифицированные и измельченные компоненты оргтехники, и после накопления на складе транспортных количеств отправить предприятиям и фирмам, специализирующимся по переработке отдельных видов материалов.

Люминесцентные лампы утилизируют следующим образом. Не работающие лампы немедленно после удаления из светильника должны быть упакованы в картонную коробку, бумагу или тонкий мягкий картон, предохраняющий лампы от взаимного соприкосновения и случайного механического повреждения. После накопления ламп объемом в 1 транспортную единицу их сдают на переработку на соответствующее предприятие. Недопустимо выбрасывать отработанные энергосберегающие лампы вместе с обычным мусором, превращая его в ртутьсодержащие отходы, которые загрязняют ртутными парами.

### **5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Природная чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории или акватории, сложившейся в результате возникновения источника природной чрезвычайной ситуации, который может повлечь или повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и (или)

окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют.

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приводит к авариям систем тепло- и водоснабжения, сантехнических коммуникаций и электроснабжения, приостановке работы. В этом случае при подготовке к зиме следует предусмотреть:

- газобаллонные калориферы (запасные обогреватели);
- дизель или бензоэлектрогенераторы;
- запасы питьевой и технической воды на складе (не менее 30 л на 1 человека);
- теплый транспорт для доставки работников на работу и с работы домой в случае отказа муниципального транспорта.

Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

В лаборатории НИ ТПУ наиболее вероятно возникновение чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного характера.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была разработана технология изготовления кронштейна.

Для достижения цели были выполнены следующие задачи:

- произведен обзор конструкции, его материала и свариваемости;
- подобран и обоснован оптимальный способ сварки для заданной серийности (механизированная сварка плавящимся электродом в среде защитных газов);
- произведены расчеты режимов сварки;
- по полученным параметрам назначено сварочное оборудование;
- разработан комплект технологической документации на сборку и сварку кронштейна.

При соблюдении разработанной технологии сборки и сварки для кронштейна планируется достичь высокого качества сварного соединения, удовлетворяющего всем техническим требованиям.

На основе результатов экономической оценки и ряда преимуществ можно сделать вывод, что для массового производства применение механизированной сварки плавящимся электродом является более экономически выгодным в данной технологии по сравнению с другими методами сварки; при этом обеспечивается более высокое качество сварного соединения и удобство при изготовлении.

Также был проведен анализ производства с целью выявления вредных и опасных факторов на сварочном участке, и предложены меры их предотвращения и ликвидации в случае их возникновения.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Bayraktar E., Kaplan D., Devillers L. Grain Growth Mechanism during the Welding of Interstitial Free (IF) Steels // Grain Growth Mechanism during the Welding of Interstitial Free (IF) Steels. – 2017. – №187. – С. 114-125.
2. Güral A., Bostan B. Heat Treatment in Two Phase Region and its Effect on Welding of a Low Carbon Steel // Heat Treatment in Two Phase Region and its Effect on Welding of a Low Carbon Steel. – 2017. – №28. – С. 897-903.
3. Eroglu A, Aksoy M. Effect of Initial Grain Size on Microstructure and Toughness // Materials Science and Engineering. - 2015. - №286. - С. 289-297.
4. Grong O., Akselsen O. M. HAZ Grain Growth Mechanism in Welding of Low Carbon Microalloyed Steels // Acta Metallurgica. - 2006. - №34. - С. 1807-1815.
5. Thaulow C., Paauw A. J. Heat Affected Zone Toughness of Low Carbon Microalloyed Steel // Metal Construct. - 2005. - №17. - С. 94-99.
6. Ohaya K., Kim J., Yokoyama K. Microstructures Relevant to Brittle Fracture Initiation at the Heat-affected Zone of Weldment of Low Carbon Steel // Metallurgical and Materials Transactions. - 2006. - №27. - С. 2574-2582.
7. Olabi A. G., Hashmi M. J. S. The Microstructure and Mechanical Properties of Low Carbon Steel Welded Components after the Application of PWHT // Journal of Material Processing Technology. - 2016. - №56. - С. 88-97.
8. Stewart G. R., Elwazri A. M., Varano R. Shear Punch Testing of Welded Pipeline Steel // Materials Science and Engineering. - 2016. - №420. - С. 115-121.
9. Акулов, А.И. Сварка в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1978. – 98 с.
10. Козловский, С.Н. Введение в сварочные технологии. СПб.: Лань, 2011. – 237 с.
11. Гуляев А.П. Металловедение. – М.: Металлургия, 1978. – 648 с.
12. Драгунов Ю.Г., Зубченко А.С., Каширский Ю.В. Марочник сталей и сплавов. – М.: Машиностроение, 2014. – 263 с.

**Приложение А**  
(Сборочный чертеж)

Перв. примен.  
Справ. №

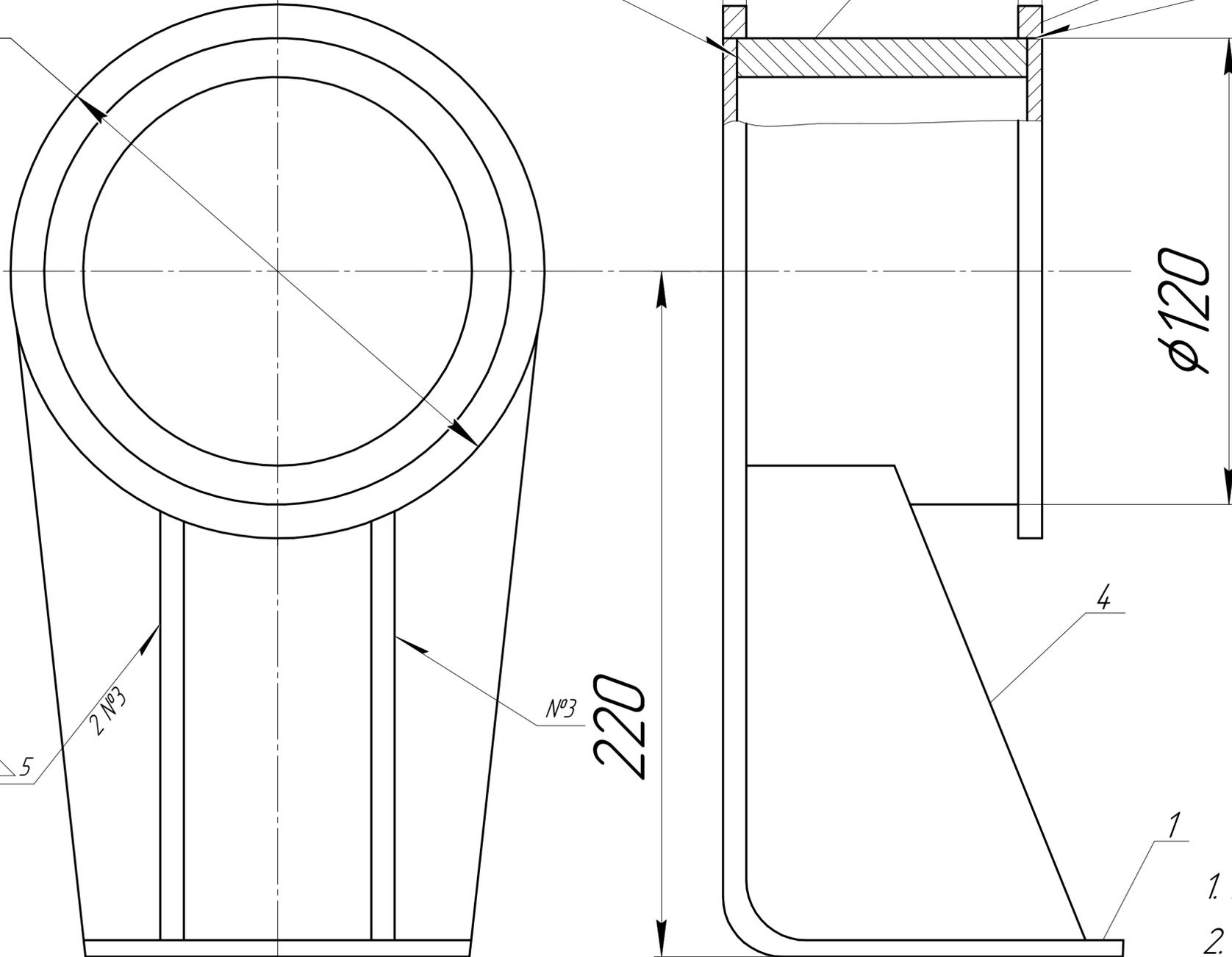
Подп. и дата  
Инд. № дробл.  
Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Инд. № подл.

Ø140

ГОСТ 5264-80-T6-Δ 8

ГОСТ 5264-80-T6-Δ 5

ГОСТ 5264-80-T6-Δ 5



Технические условия

1. Условия работы: динамические нагрузки.
2. Допускаемые дефекты согласно РД 34.15.132-96.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.						8.5	1:1
Проб.					Лист	Листов	1
Т.контр.							
Н.контр.							
Утв.							
Кронштейн							
СтЗсп							

## **Приложение Б**

(Комплект технологической документации)













