

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

---

Институт неразрушающего контроля  
Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение  
Кафедра оборудования и технологии сварочного производства

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

**Технология ремонта резервуара объемом 10000 м<sup>3</sup>**

УДК 621.791.011:621.642.3

Студент

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1В31	Воропаев Артемий Владимирович		

Руководитель

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Старший преподаватель	Филишов Николай Яковлевич			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ассистент кафедры менеджмента	Баннова Кристина Алексеевна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент кафедры ЭБЖ	Анищенко Юлия Владимировна	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

<b>Зав. кафедрой</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
ОТСП	Киселев Алексей Сергеевич	к.т.н.		

Томск – 2017 г.

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

---

Институт неразрушающего контроля  
Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение  
Кафедра оборудования и технологии сварочного производства

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой ОТСП  
\_\_\_\_\_ Киселев А.С.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
1В31	Воропаев Артемий Владимирович

Тема работы:

<b>Технология ремонта резервуара объемом 10000 м<sup>3</sup></b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	23.03.2017, 2034/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2017
--	------------

**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 особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Резервуар вертикальный стальной РВС-10000. Толщина стенки – 8мм. Технология ремонта вертикального сварного шва.</p>
--	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Выбор сварочных материалов;</li> <li>2) выбор источников питания;</li> <li>3) расчет параметров режима сварки;</li> <li>4) расчет расхода сварочного материала;</li> <li>5) разработка технологии сборки, сварки;</li> <li>6) выбор оптимального способа сварки.</li> </ol>
--	---

<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	-
--	---

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Баннова К.А.
Социальная ответственность	Анищенко Ю.В.

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующей кафедрой ОТСП	Киселев А.С.	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В31	Воропаев А.В.		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1В31	Воропаев Артемий Владимирович

<b>Институт</b>	<b>ИНК</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ОТСП</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Машиностроение

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

<i>1.Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и технологических</i>	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; наблюдение.
<i>2.Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
<i>3.Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчисления, дисконтирования и кредитования</i>	

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

<i>1.Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Определение потенциалов потребителя результатов исследования, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения научных исследований.
<i>2.Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Планирование этапов работы, определение календарного графика трудоёмкости работы, расчет бюджета.
<i>3.Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Оценка сравнительной эффективности проекта

**Перечень графического материала:**

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка конкурентоспособности технических решений</li> <li>2. Матрица SWOT</li> <li>3. Коммерциализация проекта</li> <li>4. График проведения и бюджет НИ</li> <li>5. Оценка сравнительной эффективности НИ</li> </ol>
---

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень,</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>

		<b>звание</b>		
Ассистент	Баннова К.А.	к.э.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1В31	Воропаев А.В.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1В31	Воропаев Артемий Владимирович

<b>Институт</b>	<b>ИНК</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ОТСП</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	Машиностроение

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Ремонт вертикального шва первого пояса РВС 10000 м <sup>3</sup> с помощью ручной дуговой и механизированной сварки и выбор оптимального способа.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Производственная безопасность</b>  1.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Повышенный уровень шума на рабочем месте;</li> <li>- Повышенная температура или влажность воздуха помещения;</li> <li>- Наличие открытых токопроводящих элементов, находящихся под напряжением.</li> <li>- Повышенная температура поверхностей оборудования.</li> </ul>
<b>2. Экологическая безопасность:</b>	Воздействие на окружающую среду сводится к минимуму, за счет отсутствия загрязняющих веществ.
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Пожар является возможной причиной чрезвычайной ситуации. Одной из причин возникновения пожара является короткое замыкание, а также наличие разбрызгивания расплавленного металла при проведении сварочных работ.
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень,</b>	<b>Подпис ь</b>	<b>Дата</b>
------------------	------------	------------------------	-----------------	-------------

		<b>звание</b>		
Доцент	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1В31	Воропаев А.В.		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 96 с., 6 рис., 40 табл., 67 формулы, 23 источников.

Ключевые слова: ручная дуговая сварка, механизированная сварка в среде защитных газов, резервуар вертикальный стальной, ремонт вертикального шва, оптимальный способ сварки.

Объектом исследования является: разработка технологии ремонта вертикального шва первого пояса РВС 10000 м<sup>3</sup>.

Цель работы - расчет параметров режима сварки вертикального шва, выбор материалов, источника питания для ручной дуговой и механизированной сварки в среде защитных газов, выбор оптимального способа сварки.

В результате анализа было выяснено, более оптимальным способом является ручная дуговая сварка, так как итоговые затраты при использовании ручной дуговой сварки оказались меньше, чем при механизированной сварке в среде защитных газов.

Для внедрения результатов в производство обязательна их проверка на практике и соответствующая корректировка, особенно вследствие того, что часть расчётов проводили по приближённым данным, часть по рекомендациям литературы, в которых нередко встречаются противоречивые данные.

Область применения: нефтегазовая промышленность.

Экономическая эффективность: сравнив издержки на сварочные материалы, стоимость источников питания сварки и затраты времени на производство можно сделать вывод, что наиболее оптимальным способом для ремонта вертикального шва первого пояса РВС 10000 м<sup>3</sup> является ручная дуговая сварка.

В будущем планируется внедрить технологию в производство.



## Оглавление

<b>1. ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>12</b>
<b>2. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Ремонт конструкций резервуаров</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Материалы для изготовления резервуаров</b>	<b>16</b>
<b>3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА</b>	<b>18</b>
<b>3.1 Выбор способа сварки</b>	<b>18</b>
<b>3.2 Сущность способа сварки</b>	<b>20</b>
3.2.1 Механизированная сварка в среде защитных газов	20
3.2.2 Ручная дуговая сварка	24
<b>3.3 Выбор сварочного оборудования и материалов</b>	<b>25</b>
3.3.1 Выбор сварочных материалов	25
3.3.2 Выбор электродов для РДС	26
3.3.3 Выбор проволоки для механизированной сварки	28
3.3.4 Выбор защитного газа для механизированной сварки	29
<b>3.4 Сварочное оборудование</b>	<b>30</b>
3.4.1 Источника питания для ручной дуговой сварки	31
3.4.2 Источника питания для механизированной сварки	33
<b>3.5 Технология сварки резервуарных металлоконструкций</b>	<b>36</b>
<b>3.6 Контроль качества сварных соединений</b>	<b>37</b>
<b>3.7 Расчет режимов сварки</b>	<b>39</b>
3.7.1 Расчет скорости механизированной сварки в среде CO <sub>2</sub>	39
3.7.2 Расчет режимов сварки стыкового соединения ручной дуговой сваркой.	41
<b>3.8 Определение норм времени</b>	<b>43</b>
3.8.1 Нормирование сварки в среде углекислого газа	43
3.8.2 Нормирование ручной дуговой сварки	45
<b>3.9 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки</b>	<b>48</b>
3.9.1 Затраты на сварочные материалы	48
<b>3.10 Затраты на заработную плату производственных рабочих</b>	<b>50</b>

3.10.1	Отчисления на социальные цели (социальный налог)	51
3.10.2	Затраты на электроэнергию	51
3.10.3	Затраты на ремонт оборудования	52
3.10.4	Итоговые затраты по сравниваемым вариантам сварки	53
<b>4.</b>	<b>4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ</b>	<b>54</b>
<b>4.1</b>	<b>Предпроектный анализ</b>	<b>54</b>
4.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования	54
4.1.2	Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	55
4.1.3	SWOT – анализ	58
4.1.4	Оценка готовности проекта к коммерциализации	61
4.1.5	Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования	63
<b>4.2</b>	<b>Планирование научно-исследовательских работ</b>	<b>64</b>
<b>4.3</b>	<b>Бюджет научно-технического исследования (НТИ)</b>	<b>71</b>
4.3.1	Затраты на специальное оборудование для научных работ	72
4.3.2	Основная заработная плата исполнителей темы	73
4.3.3	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	73
4.3.4	Накладные расходы	74
<b>4.4</b>	<b>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</b>	<b>75</b>
4.4.1	Оценка сравнительной эффективности проекта	75
<b>5.</b>	<b>СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ</b>	<b>79</b>
<b>5.1</b>	<b>Производственная безопасность</b>	<b>79</b>
5.1.1	Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследования	81
5.1.2	Обоснования мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов	82
<b>5.2</b>	<b>Экологическая безопасность</b>	<b>84</b>
5.2.1	Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду	85
<b>5.3</b>	<b>Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b>	<b>86</b>
5.3.1	Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследования	87
5.3.2	Обоснования мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	87
		10

<b>5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</b>	<b>88</b>
5.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства	88
5.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	89
<b>6. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b>	<b>92</b>

## 1 Введение

Одними из основных технологических сооружений нефтебаз, нефтеперекачивающих станций магистральных нефте- и нефтепродуктопроводов, центральных товарных парков и кустовых сборных пунктов нефтяных промыслов, а также нефтеперерабатывающих заводов являются резервуарные парки. Они требуются для обеспечения надежной оперативной работы и гибкой технологической связи комплексов «промысел — нефтепровод — нефтеперерабатывающий завод» или «нефтеперерабатывающий завод — нефтепродуктопровод— нефтебаза — потребитель».

В связи с увеличением пропускной способности магистральных нефти и нефтепродуктопроводов в последние годы появилась тенденция к увеличению объемов резервуаров. Необходимая мера увеличения единичной вместимости резервуаров вызвана как экономическими показателями, так и технологическими требованиями.

Резервуары представляет собой вертикальные цилиндры с плоским или коническим днищем. Для обслуживания оборудования, расположенного на покрытии и в стенке, резервуары оборудуются площадками с ограждением и наружной лестницей.

В России применяются резервуары большой емкости следующих основных типов:

- резервуары стальные вертикальные (РВС) без понтона, емкостью 5000, 10000, 20000, 30000 куб.м. Высота до крыши – до 18 метров
- резервуары вертикальные стальные с понтоном (РВСП), емкостью 10000, 20000 куб.м. Высота до понтона – от 1.6 до 2 метров, высота до крыши – от 12 до 18 метров.

- резервуары вертикальные стальные с плавающей крышей (РВСПК), емкостью 20000, 50000, 100000 куб.м. Высота до ПК в нижнем положении – 2.2 метра, в верхнем – до 18 метров.

Производство резервуаров РВС осуществляется в заводских условиях с последующим монтажом их на площадке заказчика. Стенки и днище вертикальных резервуаров объемом до 3000 м<sup>3</sup> изготавливается в виде полотнищ, которые транспортируются на место монтажа свернутыми в рулоны. Для резервуаров объемом более 3000 м<sup>3</sup> возможна как рулонная, так и сегментная (полистовая) поставка. Монтаж резервуарных конструкций осуществляется с помощью дуговых видов сварки, регламентируемых Проектом производства работ.

В процессе эксплуатации резервуара возникает необходимость замена некоторых листов конструкции или ремонта отдельных сварных швов.

В выпускной работе рассматривается технология ремонта вертикального шва первого пояса РВС 10000 м<sup>3</sup>.

Данный резервуар представляет собой стальную вертикальную цилиндрическую емкость объемом 10000 м<sup>3</sup>, смонтированную методом полистовой сборки и предназначенную для приема, хранения, отпуска нефти и проведения товарно-транспортных операций. Для ремонта резервуар выводится из эксплуатации и очищается от нефти, отключается от нефтепроводов, трубопроводов пожаротушения и канализации. При проведении технического диагностирования выявляются участки, требующие капитального ремонта.

Целью данной дипломной работы является разработать технологию ремонта вертикального шва первого пояса РВС 10000 м<sup>3</sup>.

Для достижения поставленной цели, необходимо выполнить ряд задач:

- выбор способа сварки;
- выбор сварочного оборудования и материалов;
- расчёт режимов сварки;

- определение норм времени;
- экономическая оценка сравниваемых способов сварки.

## 2 Обзор литературы

### 2.1 Ремонт конструкций резервуаров

Резервуары относятся к конструкциям, работающим в сложно-деформированном состоянии. Напряженно-деформированное состояние конструктивных элементов стальных вертикальных резервуаров вызывается как действием гидростатической нагрузки, так и неравномерными осадками основания. Как известно, при длительной эксплуатации резервуаров появляется осадка основания, которая, как правило, бывает неравномерной по периметру и по площади днища. Это объясняется разной степенью уплотненности искусственного основания или разной влажностью грунта и температурного режима оттаивания грунта с южной и северной сторон, неравномерностью нагрузки в средней части основания (гидростатическая нагрузка составляет 0,10—0,12 МПа) и по периметру резервуара (нагрузка от массы стенки и кровли достигает 0,9—1 МПа). Большая неравномерность осадки между периферийной и центральной частями днища, а также между отдельными участками периферии вызывает дополнительные деформации и соответствующие напряжения, которые в сочетании с рабочими напряжениями от эксплуатационных нагрузок могут достигать значений расчетного или даже временного сопротивления материала конструкции, что в свою очередь может привести к разрушению.

Наиболее часто встречающиеся поломки:

- трещины в местах сварки, переходящие на основное полотно;
- неровности поверхности дна резервуара;
- нарушение герметичности в местах соединения материалов, поверхности днища и стен;
- деформация формы резервуара, появление вмятин и складок;

- появление ржавчины на стенках, дне и крышке резервуара;
- повреждение отдельных частей конструктивных элементов резервуара;
- изменение формы днища резервуара по всей площади;

Ремонт и устранение всех неполадок проходит в соответствии с требованиями по эксплуатации резервуаров, и осуществляется в следующих направлениях:

- техническое обследование - плановая проверка всех швов, стыков и соединений внутри резервуара, мест примыкания арматуры к резервуару, проверка работы технического оборудования, обнаружение возможной деформации дна резервуара и появления вмятин или складок, обследование оборудования, для снятия статического электричества.
- текущий ремонт - обслуживание работы резервуара по графику, плановые зачистки резервуара, ремонт отдельных частей конструкции резервуара (поручней, лестниц), восстановление герметичности резервуара, укрепление швов и мест стыка, ремонт противопожарной системы.
- капитальный ремонт - смена отдельных частей резервуара на новые (днище, кровля, конструкции опор и креплений), устранение частей, не подлежащих замене, восстановление горизонтали при появлении кренов, укрепление фундамента и грунта, покраска и обработка антикоррозийными составами, тестирование работы всей системы с соблюдением всех требований безопасности и экологичности.

Выбор метода ремонта резервуаров с использованием сварки зависит от характера и размеров, выявленных в нем дефектов и эксплуатационных повреждений.

При ремонте резервуара применяются следующие основные методы:

- полная замена конструктивного элемента;
- частичная замена конструктивного элемента;
- удаление локальных повреждений и дефектов с вставкой новых ремонтных деталей;
- ремонт сварных соединений и основного металла;
- восстановление металла в зонах коррозионного износа.

## 2.2 Материалы для изготовления резервуаров

Стали, используемые для изготовления резервуарных конструкций, классифицируются на углеродистые обычной прочности, низколегированные повышенной прочности и низколегированные высокопрочные. При выполнении ремонтных сварочных работ следует учитывать технологические особенности и характеристики конкретных марок сталей, из которых изготовлены конструктивные элементы резервуара. [1]

Под свариваемостью металлов понимают их свойство, характеризующее способность образовывать при установленной технологии сварки соединения с требуемым комплексом свойств, обусловленных условиями эксплуатации конструкции.

Технологическая свариваемость металла определяется её реакцией на воздействие определенных конкретных условий сварки и способность при этом образовывать соединения с требуемыми свойствами.

Наибольшее влияние на свариваемость сталей оказывает углерод. С увеличением содержания углерода, а также ряда других легирующих элементов свариваемость сталей ухудшается. Для сварных конструкций в основном применяют конструкционные низкоуглеродистые, низколегированные, а также легированные стали. Чем выше содержание углерода в стали, тем больше опасность трещинообразования, труднее обеспечить равномерность свойств в



сварном соединении. Ориентировочным количественным показателем свариваемости стали известного состава является эквивалентное содержание углерода, которое определяется по формуле, [2]:

$$C_y = \left( \tilde{N} + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cu}{13} + \frac{V}{14} + \frac{P}{2} \right), \quad (1)$$

Где:  $C_y$  - эквивалентное содержание углерода, %;

$Mn, Cr, Mo, Ni, Cu, P$  - процентное содержание легирующих элементов в металле шва.

В зависимости от эквивалентного содержания углерода и связанной с этим склонности к закалке и образованию трещин стали по свариваемости делятся на четыре группы: хорошо, удовлетворительно, ограниченно и плохо сваривающиеся.

К группе углеродистых сталей обычной прочности относится Ст3, поставляемая с различной степенью раскисления: кипящая (кп.), полуспокойная (пс.) и спокойная (сп.). Кипящая сталь обладает ограниченной свариваемостью, склонна к образованию дефектов, обладает низкой хладостойкостью и стойкостью к хрупким разрушениям. Применение кипящих сталей при изготовлении и ремонте резервуарных конструкций запрещено. Полуспокойные стали могут быть применены только для изготовления элементов центральной части днища и вспомогательных конструкций. Спокойная углеродистая сталь обладает хорошей свариваемостью, высокой пластичностью, однако, имеет ограниченную хладостойкость. При использовании Ст3сп для ремонта резервуаров следует проверить соответствие ее фактической ударной вязкости требованиям для конкретного климатического района с учетом расчетной температуры и толщины листа в соответствии с указаниями ПБ 03-605-03.

Низколегированные резервуарные стали повышенной прочности (08ГНБ) обладают хорошей свариваемостью и удовлетворительной хладостойкостью, сваривается без ограничений и последующих и сопутствующих термических обработок.

Таблица 1 - Химический состав стали 08ГНБ (ГОСТ 19282-73)

C, %	Si, %	Mn, %	Cr, %	S, %	P, %	Cu, %	Ni, %
0,9	0,15-0,4	0,85-	Не более				0,4-
		1,35	0,30	0,01	0,03	0,30	

Таблица 2 - Механические свойства стали 08ГНБ (ГОСТ 19282-73)

Марка стали	Механические свойства стали			
Сталь 08ГНБ	$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	$\Psi$ , %
		350	500	21

### 3 Разработка технологии ремонта

#### 3.1 Выбор способа сварки

Элементы данной конструкции свариваются на открытой площадке. Эти условия будем учитывать при выборе способа сварки металлоконструкций.

Выбор того или иного способа сварки в каждом конкретном случае должен производиться с учетом ряда факторов, главными из которых являются:

- свойства свариваемого металла;
- толщина металла;
- габариты конструкции;
- экономическая эффективность.

При ремонте металлоконструкций резервуаров применяют следующие способы сварки [1]:

- механизированную сварку проволокой сплошного сечения в среде защитных газов;
- механизированную сварку самозащитной порошковой проволокой;

- механизированную сварку порошковой проволокой в углекислом газе или смесях газов на основе аргона;
- автоматическую сварку под флюсом;
- ручную дуговую сварку.

Механизированная сварка в углекислом газе проволокой диаметром 1,2 мм применяется при ремонте любых конструктивных элементов резервуаров для выполнения сварных соединений при вставке новых конструктивных элементов, а также при устранении дефектов сварных швов и заварки локальных коррозионных повреждений в любых пространственных положениях. Этот способ сварки обеспечивает стабильные механические свойства сварных соединений, низкие сварочные деформации и высокую производительность

Механизированную сварку порошковой проволокой диаметром 1,2 мм в углекислом газе или смесях газов на основе аргона следует применять при необходимости выполнения большого объема сварочных ремонтных работ в различных пространственных положениях, когда требуется обеспечить повышенное качество сварных соединений и высокую производительность.

Механизированную сварку самозащитной порошковой проволокой следует применять при необходимости выполнения большого объема сварочных работ.

Автоматическую сварку под флюсом следует применять при ремонте крупных резервуаров, когда необходимо выполнить большой объем сварочных работ в нижнем положении, например, при полной замене днищ.

Ручную дуговую сварку следует применять при сборке ремонтных деталей, заварке коррозионных повреждений, а также при выполнении ремонта вспомогательных конструкций и в труднодоступных для механизированной сварки зонах конструктивных элементов.

В нашем случае используются механизированная сварка проволокой сплошного сечения в среде  $\text{CO}_2$  и ручная дуговая сварка. В данной дипломной работе рассматриваются два метода, и выбирается наиболее оптимальный с экономической и технологической точек зрения.

## 3.2 Способы сварки

### 3.2.1 Механизированная сварка в среде защитных газов

Технологические свойства дуги существенно зависят от физических и химических свойств защитных газов, электродного и свариваемого металлов, параметров и других условий сварки. Это обуславливает многообразие способов сварки в защитных газах.

Полуавтоматическая сварка плавящимся электродом производится в активном газе  $\text{CO}_2$  (MAG), а также в смесях инертных и активных  $\text{Ar} + \text{O}_2$ ,  $\text{Ar} + \text{CO}_2$ ,  $\text{Ar} + \text{CO}_2 + \text{O}_2$  и активных газов  $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ . В качестве электродных проволок применяют сплошные из нелегированных и легированных сталей и цветных металлов (Ni, Si, Mg, Al, Ti, Mo). Сварка плавящимся электродом выполняется в основном на постоянном токе, применяется также и сварка импульсным током. Находят применение и другие способы сварки: на нормальном и увеличенном вылете, со свободным и принудительным формированием шва, без колебаний и с колебаниями электродной проволоки, в атмосфере и под водой, в стандартную и нестандартную узкую щелевую разделку кромок и др. Принцип дуговой сварки плавящимся металлическим электродом в защитном газе показан на рисунке 1.

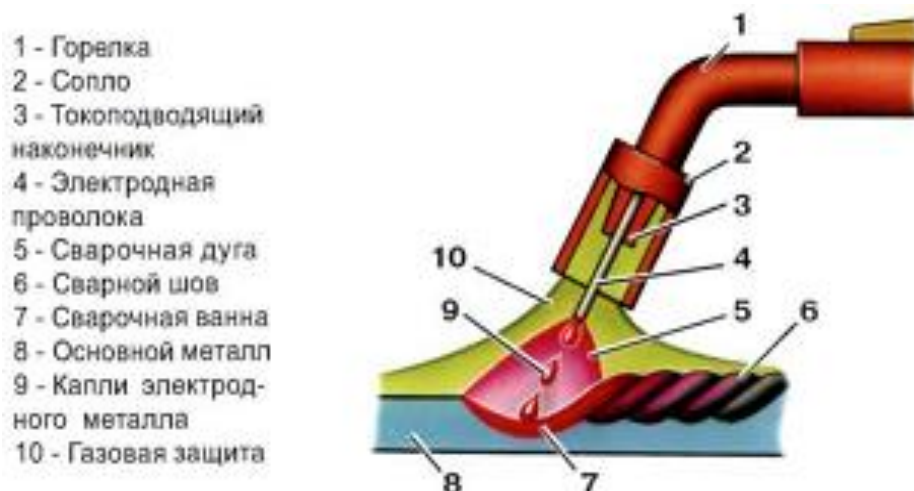


Рисунок 1- Схема полуавтоматической сварки

Сварка в защитных газах плавящимся электродом выполняется как в производственном помещении на специально оборудованных рабочих местах (сварочный пост, установка, станок, РТК) так и вне его (строительная площадка, трасса трубопровода и др.).

Установка для механизированной дуговой сварки плавящимся электродом в защитных газах обычно включает:

- источник постоянного тока (выпрямитель);
- механизм подачи электродной проволоки с кассетой для проволоки;
- комплект специальных гибких шлангов с горелкой;
- встроенный в источник блок управления или отдельный шкаф управления;
- систему подачи защитного газа (баллон, подогреватель газа (для CO<sub>2</sub>), газовый редуктор, смеситель газов, газовые шланги, электроклапан);
- кабели цепей управления;
- сварочные кабели с зажимами;

Различают три основные системы подачи электродной проволоки: толкающего, тянуще-толкающего и тянущего типов. Наиболее распространенной является система подачи толкающего типа, которая ограничивает длину шланга (до 3 м), но отличается простотой и небольшой массой горелки. Другие системы позволяют увеличить длину шлангов до 10 - 20 м и использовать тонкую проволоку диаметром меньше 1 мм, но механизм подачи в горелке увеличивает её массу. Регулировка скорости подачи проволоки чаще применяется плавная, но возможна плавно-ступенчатая и ступенчатая.

По радиусу рабочей зоны различают полуавтоматы стационарные (механизм подачи закрепляется на источнике сварочного тока, радиус определяется длиной шланга), передвижные (механизм подачи можно перемещать относительно источника до 10 м) и переносные (ранцевые с длиной кабелей до 40 - 50 м).

При MIG/MAG-сварке используют защитные газы и электродные проволоки.

Применяются чистые газы и смеси газов в различных сочетаниях: инертные + активные и активные + активные. Водород при сварке плавящимся электродом не применяется из-за высокого разбрызгивания. Активный газ двуокись углерода регламентируется по ГОСТ 8050-85, кислород газообразный по стандарту ГОСТ 5583-78.

По ГОСТ 2246-70 предусматривается изготовление сварочных проволок, в том числе и для сварки в защитных газах. Средне и сильноокислительные газы группы М2 и М3 ( $Ar + CO_2$ ,  $Ar + O_2$ ,  $Ar + CO_2 + O$ ) и С ( $CO$ ,  $CO_2 + O_2$ ) применяются в сочетании с проволоками, содержащими раскислители Mn, Si, Al, Ti и др. (например, СВ-08Г2С, СВ-08ГСМТ, СВ-08ХГ2С). Более точные рекомендации по выбору электродных проволок

целесообразно давать при изучении сварки конкретных групп конструкционных материалов.

При сварке плавящимся электродом открытой дугой перенос электродного металла представляет сложный процесс. Много факторов оказывает влияние на перенос: состав и свойства защитного газа, состав и свойства электродного металла, род тока и полярность, параметры режима сварки, вольтамперная характеристика источника тока и его динамические свойства и др.

По сравнению с другими способами сварка в защитном газе обладает рядом преимуществ:

- возможность сварки в различных пространственных положениях;
  - высокое качество сварных соединений на разнообразных металлах и сплавах различной толщины;
  - возможность визуального наблюдения за образованием шва, что особенно важно при полуавтоматической сварке;
  - отсутствие операций по засыпке и уборке флюса и удалению шлака; высокая производительность и легкость механизации и автоматизации;
  - низкая стоимость при использовании активных защитных газов.
  - К недостаткам способа относится
  - необходимость применения защитных мер против светового и теплового излучения дуги
  - необходимость использования дополнительного оборудования по сравнению с ручной дуговой сваркой покрытыми электродами и механизированной сваркой самозащитной порошковой проволокой
  - скорость ветра в зоне горения дуги не должна превышать 10м/с
- .[3]

### 3.2.2 Ручная дуговая сварка

Тепло, необходимое, чтобы расплавить основной металл (а также электродный стержень), получают в процессе образования электрической дуги. Расплавы металлов, как основного, так и электродного, смешиваются в образующейся при этом особой сварочной ванночке. Таким путем при затвердевании и получается сварной шов. Стальной электрод содержит специальное покрытие. Когда оно плавится, то создает защиту самой сварочной ванночки в виде шлака и газового облака. Защита нужна от азота и прочих газов, содержащихся в воздухе [1].

Чтобы поддерживать электрическую дугу, на электрод и свариваемую деталь подают электроэнергию от специального устройства. При действии температуры электрической дуги края свариваемых деталей (вместе с электродным металлом) плавятся. При этом образуется сварочная ванна, некоторое время пребывающая расплавленной. Температура внутри дуги составляет не менее 4 тыс. градусов. В такой ванне металл электрода соединяется с металлом свариваемого изделия, расплавленный же шлак всплывает. Так получается защитное покрытие.

Схема процесса ручной дуговой сварки металлическим покрытым электродом показана на рисунке 2. Дуга горит между стержнем 5 и основным металлом 1. Под действием теплоты дуги электрод и основной металл расплавляются, образуя сварочную ванну 2. Капли жидкого металла 6 с электродного стержня переносятся в ванну через дуговой промежуток.

Вместе с металлическим стержнем плавится и электродное покрытие 4, образуя газовую защиту 7 и жидкую шлаковую пленку 8 на поверхности расплавленного металла. В связи с тем, что большая часть теплоты выделяется на торце металлического стержня электрода, на его конце образуется коническая втулочка из покрытия, способствующая направленному движению газового потока. Это улучшает защиту сварочной ванны. По мере движения дуги сварочная ванна охлаждается и затвердевает, образуя сварной шов 9.



Жидкий шлак также затвердевает и образует на поверхности шва твердую шлаковую корку 10, удаляемую после сварки.

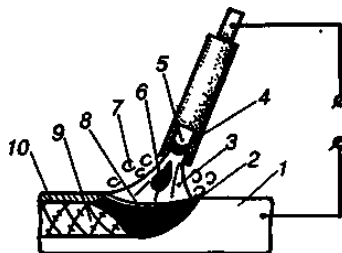


Рисунок 2. Схема процесса ручной дуговой сварки покрытыми электродами

Преимущества РДС:

- большое количество видов металлов, которые можно сваривать;
- осуществление быстрого перехода к другому виду материала;
- возможность сварки в труднодоступных местах;
- возможно ведение сварки во всех пространственных положениях;
- простота в эксплуатации оборудования;
- малая зона термического влияния.
- Недостатки РДС:
- отсутствие возможности регулирования глубины проплавления металла и скорости плавления электрода, вследствие чего при сварке тонкого материала возникают большие трудности в получении качественного шва;
- низкая производительность;
- качество сварного шва зависит во многом от профессионализма сварщика;
- большой срок, затрачиваемый на подготовку квалифицированных сварщиков.

### 3.3 Выбор сварочного оборудования и материалов

#### 3.3.1 Выбор сварочных материалов

Выбор сварочных материалов должен осуществляться в зависимости от:

- технологии сварки конструктивного элемента резервуара;
- класса прочности стали и типоразмера свариваемых деталей;
- требований к механическим свойствам сварных соединений резервуаров;
- наличия специальных требований к сварным соединениям;
- сварочно-технологических свойств конкретных марок сварочных материалов.

Сварочные материалы должны обеспечивать равнопрочность металла шва с основным металлом конструкций резервуаров по пределу прочности, т.е. предел прочности металла шва должен быть не ниже нормативного значения предела прочности основного металла. Дополнительным требованием к сварочным материалам является равнопрочность по пределу текучести. Сварочные материалы должны также удовлетворять требованиям к ударной вязкости металла шва и зоны термического влияния. [1]

### 3.3.2 Выбор электродов для РДС

Выбор электродов для ручной дуговой сварки делаем согласно рекомендаций РД-25.160.10-КТН-050-06 «Инструкция по технологии сварки при строительстве и ремонте стальных вертикальных резервуаров.»

ОК 53.70 электрод с низким содержанием водорода для односторонней сварки труб и конструкций общего назначения. Обеспечивает высокое качество сварки корневого прохода с формированием обратного валика. Отличается большой глубиной проплавления, формирует плоский шов с легко удаляемой шлаковой коркой. Хорошо сбалансированная шлаковая система обеспечивает стабильное горение дуги и позволяет легко производить сварку во всех пространственных положениях. Предназначен для сварки и ремонта корневого слоя шва стыков труб из сталей с нормативным пределом прочности до 588 МПа включительно, а также для сварки и ремонта заполняющих и

облицовочного слоев шва стыков труб из сталей с нормативным пределом прочности до 529 МПа включительно.

- Тип: основной
- Ток: переменный, постоянный +(-)
- U<sub>хх</sub>: 60 В

Таблица 3 – Химический состав электродов ОК 53.70

Химический элемент	C	Mn	Si	P	S
Процентное содержание, %	0,06	1,2	0,05	max 0,015	max 0,15

Таблица 4 – Механические свойства электродов ОК 53.70

Предел текучести	Предел прочности	Относительное удлинение	Ударная вязкость
440 МПа	530 МПа	30%	150 Дж/см <sup>2</sup> при - 20°С 120 Дж/см <sup>2</sup> при - 40°С 100 Дж/см <sup>2</sup> при - 50°С

Одна из главных характеристик электрода для сварки углеродистых и низколегированных сталей - временное сопротивление. Этот показатель позволяет судить о соответствии прочности металла сварного шва и свариваемой стали. Следует помнить, что использование электродов с большим временным сопротивлением, чем у свариваемой стали, может привести к концентрации сварочных напряжений в сварных швах, что отрицательно отразится на работоспособности сварной конструкции.

### 3.3.3 Выбор проволоки для механизированной сварки

Выбор проволоки для механизированной сварки в среде защитного газа CO<sub>2</sub> делаем согласно рекомендаций РД-25.160.10-КТН-050-06 «Инструкция по технологии сварки при строительстве и ремонте стальных вертикальных резервуаров.»

Таблица 5 – Химический состав проволоки Св08Г2С

Марка проволок и	Химический состав, %						
	углерод	кремни й	маргане ц	хром	никель	сера	фосфор
Св-08Г2С	0,05- 0,11	0,70- 0,95	1,80-2,10	0,20	0,25	0,025	0,030

Таблица 6 – Механические свойства проволоки Св08Г2С

Диаметр, мм	Временное сопротивление, Н/мм <sup>2</sup>
1,2	882-1274

В низколегированных сталях металл шва содержит небольшое количество азота. Это объясняется его небольшой концентрацией в пламени. Водород остается в шве в значительных количествах и может вызывать в них поры. Окисление FeO за счет углерода с образованием CO также может привести к пористости шва. Поэтому рекомендуется применять проволоки с пониженным содержанием углерода. Выгорание кремния и марганца может привести к снижению пластичности металла шва - механические свойства металла шва могут быть в некоторой степени улучшены горячей проковкой или последующей термообработкой (нормализация или низкотемпературный отжиг).

### 3.3.4 Выбор защитного газа для механизированной сварки

Защитный газ является немаловажным компонентом, обеспечивающим производительность и достойное качество сварочного процесса. Наименование защитного газа говорит само за себя, он нужен для защиты твердеющего расплавленного сварочного шва от окисления, а также от имеющейся в воздухе влаги и примесей, способных снизить устойчивость шва к коррозионным процессам, привести к возникновению пор и ослабить прочность шва, повлияв на геометрию сварного соединения. К тому же защитный газ охлаждает сварочный пистолет.

Необходимо рассмотреть несколько видов защитных газов и газовых смесей для низколегированных сталей и сравнить их особенности, для выбора оптимального защитного газа.

Таблица 7 – Особенности защитных газов и газовых смесей

Защитный газ	Особенности в процессе сварки
$75\%Ar + 25\%CO_2$	Достаточная прочность, небольшое набрызгивание по контуру сварного соединения, высокая устойчивость дуги
$CO_2$	Глубокое проплавление, большая скорость сварки
$60\%He + 5\%CO_2 + 35\%Ar$	Высокая ударная вязкость, минимальная реакционная способность
Ar	Стабильная дуга и отличная передача электродного материала в ходе сварочного процесса деталей толщиной до 25 мм
$Ar + 1 - 5\%O$	Улучшенная стабильность дуги,

	<p>отличное слияние контура валика сварного шва, более жидкая управляемая сварочная ванна, минимум прожогов, скорость сварки больше в сравнении со сваркой чистым аргоном</p>
--	---

Из представленных в таблице 7 особенностей различных газовых смесей, можно сделать вывод, что для ремонта вертикального шва перового пояса РВС из стали 08ГНБ можно выбрать любую из вышеперечисленных. Поэтому, с точки зрения оптимизации производственного процесса выберем чистый  $CO_2$ , так как он является наиболее распространенным и дешевым газом.

### 3.4 Сварочное оборудование

Источники сварочного тока, применяемые для сварки стальных вертикальных резервуаров, должны отвечать следующим требованиям:

- обеспечение высоких динамических свойств (время перехода от короткого замыкания к рабочему режиму не более 0,01 секунды);
- наличие дистанционных регуляторов сварочного тока и напряжения дуги;
- регулирование сварочного тока и напряжения дуги с пульта дистанционного управления;
- обеспечение минимальных колебаний установленных значений сварочного тока и напряжения из-за взаимного влияния постов (не более плюс, минус 10 % от установленных значений).

Источники сварочного тока и оборудование, применяемые для сварки резервуаров, должны быть аттестованы в соответствии с положениями

РД 03-614-03 «Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов.» [1]

### 3.4.1 Источника питания для ручной дуговой сварки

Для ручной дуговой сварки используем электроды ОК 53.70, которые пригодны для сварки на постоянном токе.

Характерной чертой источников сварочного тока для ручной дуговой сварки покрытыми электродами является крутопадающая внешняя статическая характеристика. Такая характеристика обеспечивает стабильность тока при колебаниях длины дуги и устойчивость процесса сварки. Она достигается при большом внутреннем сопротивлении источника по отношению к сопротивлению дуги.

#### AURORA PRO INTER 250 Mosfet

Аппарат INTER 250 предназначен для работы со штучными электродами (ММА). Отличный вариант для монтажной бригады, для работы на стройке и на производстве. При температуре окружающей среды 40 градусов продолжительность включения равна 60%, что позволяет работать на максимальных токах весьма продолжительное время, это особенно важно на производстве, где требуется постоянно работающая, надежная техника. Аппарат имеет автоматические настройки горячего старта и антиприлипания электрода, а также возможность настройки форсажа дуги - все современные функции для того, чтобы выполнять широкий спектр сварочных работ высокого качества. Компактные размеры и малый вес, придутся кстати при использовании аппарата в труднодоступных местах и на высотных объектах.

Особенности:

- легкий поджиг дуги на любых сварочных токах (автоматический горячий старт)

- регулировка форсажа дуги для обеспечения стабильной дуги и минимального разбрызгивания
- пониженное образование брызг
- надежные быстросъемные соединения 50 ММQ и толстые силовые кабели 25 ММQ
- стабильная работа при пониженном напряжении питающей сети - до 140 Вольт
- возможность подключения через удлинитель до 50-100 метров при правильно подобранном сечении кабеля
- высокая производительность на максимальных токах, стабильная работа с электродом 4-5 мм
- автоматическая защита от перенапряжения и сверхтока
- классическая технология инверторного блока на базе MOSFET
- сварочные аксессуары в стандартной комплектации

#### Характеристики

- Параметры электросети – АС 220В±15;
- Входной ток сети – 58 А;
- Потребляемая мощность – 12,7 кВА;
- Диапазон регулирования сварочного тока – 20-250 А;
- Номинальное напряжение дуги – 59 В;
- КПД – 80%;
- Диаметр электрода – 1,6 – 4.0 мм;
- Габаритные размеры – 450\*205\*370 мм;
- Вес – 10 кг;
- Цена – 23000руб.



### 3.4.2 Источника питания для механизированной сварки

Для механизированной сварки используем проволоку СВ-08Г2с, которые по ГОСТ 2246 – 70 пригодны для сварки на постоянном токе.

Характерной чертой источников сварочного тока для механизированной сварки является жесткая внешняя статическая характеристика. Такая характеристика обеспечивает стабильность тока при колебаниях длины дуги и устойчивость процесса сварки. Она достигается при большом внутреннем сопротивлении источника по отношению к сопротивлению дуги.

#### СВАРОГ REAL MIG 200

В инверторном аппарате Сварог REAL MIG 200 для полуавтоматической МИГ/МАГ сварки реализована функция «Смена полярности», доступны режим «Дожиг проволоки» и сварка FCAW. При этом элементная база сварочного аппарата на IGBT-модулях последнего поколения демонстрирует отличные технические параметры, невысокое энергопотребление и стабильную сварочную дугу даже при просадках питающего напряжения. Смена полярности и дополнительный режим ММА обеспечивают универсальность инвертора, что немаловажно. Удобная панель управления, встроенный роликовый механизм, ударопрочный корпус и гарантия на 5 лет — это лишь часть достоинств Сварог REAL MIG 200.

#### Бюджетный полуавтомат

Благодаря современной элементной базе и надежному роликовому механизму инвертор позволяет выполнять качественную и производительную сварку черных металлов, сплавов, разных марок сталей. При этом максимальная величина сварочного тока МИГ/МАГ сварки достигает 200 ампер, что вполне достаточно для глубокого провара металлических изделий толщиной до 7—8 мм. Величину сварочного напряжения можно регулировать в широком диапазоне 15,5—23,5 вольт. Возбуждение дуги осуществляется нажатием кнопки на горелке без лишних движений, а сам сварочный процесс отличается чистым и равномерным швом с оптимальной глубиной провара.

Благодаря тому что в процессе сварки возбуждение дуги и формирование шва происходят в защитной среде газа, исключается воздействие атмосферы на сварочный процесс и качество шва при этом значительно повышается. Наличие функции «Дожигание проволоки» позволяет снизить вероятность слипания присадочного материала в расплаве в конце цикла.

#### Уверенная дуга при 160 вольтах

Даже если в процессе сварки напряжение будет падать до 160 вольт или подниматься до 270 вольт, сварочная дуга будет всегда стабильной без провалов. Благодаря этому гарантируется идеально равномерный и красивый шов. Питание инвертора от сети 220 вольт позволяет применять его везде, где есть доступ к бытовой розетке или автономному генератору.

#### Смена полярности

Одним из преимуществ Сварог REAL MIG 200 является возможность выполнять сварку МИГ/МАГ при разной полярности. Благодаря этому сварщик получает возможность сваривать быстро и качественно как тонкостенные или листовые металлы, так и толстостенные изделия. При наличии достаточного опыта с помощью полуавтомата вы сможете обрабатывать даже алюминиевые изделия и нержавейку.

#### Режим FCAW

При смене полярности в инверторе доступна сварка порошковой проволокой в режиме FCAW. В результате сварщик получает возможность выполнять высококачественную и производительную сварку на открытом воздухе или при сильном сквозняке в помещении. Порошковая проволока обладает самозащитным покрытием, которое в процессе сварки формирует защитную оболочку, тем самым кратер образуется в защитной среде без брака и окисления.

#### Роликовый механизм

Внутри инвертора Сварог REAL MIG 200 расположен надежный подающий привод с одним роликом. При этом подача присадочного материала

осуществляется равномерно без скачков и сбоев. Сечение сварочной проволоки можно выбирать в диапазоне от 0,8 до 1 мм, а скорость подачи присадочного материала регулировать в широком диапазоне от 1,5 до 14 м/мин. Для работы с инвертором доступно использование кассет весом 5 кг, что позволяет работать продолжительное время без остановок. Функция «Прогон проволоки» станет особенно полезной при заправке новой кассеты.

#### Режим MMA

При подключении электрододержателя к инвертору Сварог REAL MIG 200 сварщик получает возможность работать в режиме ручной дуговой сварки. Максимальная величина тока в этом режим составляет 160 ампер, что вполне достаточно для уверенной сварки покрытыми электродами диаметром до 4 мм. Режим MMA станет особенно полезным для работы с черными металлами в труднодоступных местах.

#### Информативная панель

Все основные настройки аппарата осуществляются с помощью удобной панели управления, где расположены все тумблеры и регуляторы. Световые индикаторы перегрева и перегрузки информируют сварщика об идущих в настоящий момент процессах, основные разъемы расположены в левой части панели, обеспечивая к ним быстрый и удобный доступ.

#### Легкий и практичный

При весе всего 13 кг инвертор Сварог REAL MIG 200 имеет ударопрочный корпус, отличную систему вентиляции и небольшие габариты. Отличные технические параметры, 5-летняя гарантия и доступная цена делают эту модель лучшим выбором для бытовых задач, а также несложных решений в автомастерских и на стройке.

#### Особенности:

- возможность сваривать алюминий и нержавейку;
- классическая сварка МИГ/МАГ;
- надежный встроенный подающий механизм;

- прогон проволоки;
- дожиг проволоки;
- смена полярности;
- сварка порошковой проволокой;
- сварка штучными электродами ММА;
- ударопрочный корпус;
- гарантия 5 лет;
- устойчивая дуга при низком напряжении до 160 вольт.

#### Технические характеристики Сварог REAL MIG 200

- Сварочный ток – 30-200 А;
- Скорость подачи проволоки – 1,5 – 14 мм/сек;
- Диаметр проволоки 0,8-1,2 мм;
- Тип охлаждения – воздушный;
- Напряжение холостого хода 52 В;
- КПД – 85%;
- Потребляемая мощность – 7,7 кВА;
- Сварочное напряжение 23,5 В;
- Цена – 20450 руб.

### 3.5 Технология сварки резервуарных металлоконструкций

При сборке и сварке каждого конструктивного элемента резервуара должны быть выполнены мероприятия, направленные на снижение сварочных деформаций и получение требуемой геометрической формы конструкции.

При сварке резервуара должна строго соблюдаться последовательность выполнения сварных швов, предусмотренная технологическими картами на сварку резервуара.

Запрещается зажигать дугу на основном металле вне разделки кромок или вне зоны расположения сварного шва.

Сварку следует производить при стабильном режиме. Предельные отклонения заданных значений силы сварочного тока не должны превышать 10 %, а напряжения дуги 5 %. Оборудование для сварки следует подключать к отдельному фидеру. Колебания напряжения питающей сети, к которой подключено сварочное оборудование, не должны превышать плюс, минус 5 %.

Многослойные швы стыковых соединений при механизированной и ручной дуговой сварке надлежит выполнять способами, обеспечивающими уменьшение скорости охлаждения сварного соединения, технологическими участками обратноступенчатым способом.

### 3.6 Контроль качества сварных соединений

К работам по неразрушающему контролю допускаются лица, прошедшие обучение (с учетом специфики контроля сварных соединений и основного металла элементов конструкций вертикальных стальных резервуаров (РВС)), аттестацию на I, II или III уровень квалификации в области НК в зависимости от подготовки и производственного опыта согласно требованиям, ПБ 03-440 успешно выдержавшие квалификационные испытания и получившие удостоверения установленной формы. Специалисты, непосредственно осуществляющие неразрушающий контроль, не должны иметь медицинских противопоказаний по состоянию здоровья.

В качестве обязательных методов неразрушающего контроля сварных соединений РВС регламентируются визуальный и измерительный (ВИК), радиографический (РК), ультразвуковой (УК), методы проникающих веществ капиллярный (ПВК), течеискание (ПВТ). [8]

Таблица 7 – Приборы для контроля качества сварки

Наименование прибора	Назначение прибора
Штангенциркуль	Определение геометрических параметров

Наименование прибора	Назначение прибора
Лупа	Оптическое увеличение, выявление поверхностных дефектов
УШС	Измерение геометрических параметров сварных швов
Струна, отвес; линейка	Измерение линейкой отклонений от створа, заданного калиброванной струной или отвесом
Рентгеновский аппарат	Выявление внутренних дефектов сварных швов
Ультразвуковой дефектоскоп	Выявление внутренних дефектов сварных швов
Толщиномер	Определение толщины листов стенки, днища, труб
Вакуум-камера	Контроль герметичности сварных швов
Манометры	Контроль давления
Набор пенетрантов для цветной дефектоскопии	Выявление поверхностных дефектов
Термометры, термокарандаш	Контроль температуры при выполнении сварочных работ

Разбраковка сварных соединений по результатам визуального и измерительного контроля и физическими методами неразрушающего контроля производится в соответствии ПБ 03-605-03 «Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов» (раздел VII «Контроль качества сварных соединений»), Норм проектирования стальных

вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000-50000 куб. м (раздел «Требования к качеству изготовления и монтажа резервуаров»), СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции» (раздел «Контроль качества монтажных и сварных соединений »), РД 03-606-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю» РД 13.4.01-3.40.30.00–КТН.023.4-1-02.2

### 3.7 Расчет режимов сварки

#### 3.7.1 Расчет скорости механизированной сварки в среде CO<sub>2</sub>

Режимы сварки выбираем согласно рекомендаций РД-25.160.10-КТН-050-06 «Инструкция по технологии сварки при строительстве и ремонте стальных вертикальных резервуаров.»

Таблица 11 - Режимы механизированной сварки в углекислом газе стыкового соединения

Марка проволоки и диаметр	Слой шва	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Вылет электрода, мм
Св08Г2С Ø1,2мм	Корневой	140-180	19-22	10-15
	Заполняющие	160-220	19-24	
	Облицовочные	140-160	19-22	

Расчёт скорости сварки будем проводить по рекомендациям, описанным в методическом указании [9].

Скорость сварки может быть определена по формуле:

$$V_{св} = \frac{\alpha_H * I_{св}}{3600 * \gamma * F_H}, \quad (2)$$

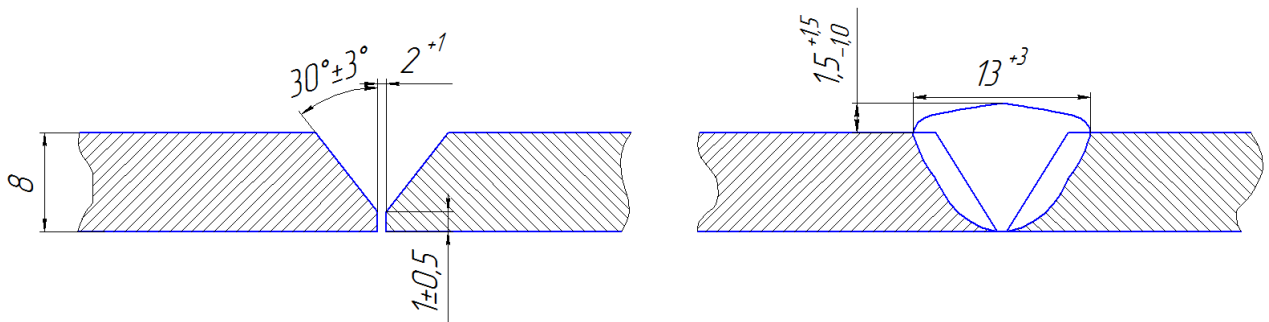
где:  $V_{св}$  – скорость сварки, м/ч;

$\alpha_n$  - коэффициент наплавки, г/Ач;

$F_n$  - площадь поперечного сечения наплавленного металла за данный проход, см<sup>2</sup>;

$\gamma = 7,8$  г/см<sup>3</sup> - плотность наплавленного металла за данный проход.

Рисунок 4 – Параметры разделки кромок и выполненного сваркой в среде защитных газов сварного соединения



Площадь поперечного сечения наплавленного металла можно определить по формуле:

$$F_i = Sb + 0,5(S - c)^2 \tan \alpha + 0,75eg = 8 * 3 + 0,5(8 - 1,5)^2 * 0,58 + 0,75 * 16 * 3 \approx 72 \text{ мм}^2. \quad (3)$$

Сварку стыкового соединения назначаем в 3 прохода:

Корневой – 12 мм<sup>2</sup>;

Заполняющие - 25 мм<sup>2</sup>;

Облицовочный – 35 мм<sup>2</sup>.

При сварке в среде углекислого газа величина коэффициента наплавки может существенно отличаться от величины коэффициента расплавления проволоки в связи с потерями электродного металла.

$$\alpha_n = \alpha_\delta * (1 - \Psi_n) = 12 \text{ м/ч}, \quad (4)$$

где:  $\Psi_n$  - коэффициент потерь, в относительных единицах;

$\alpha_\delta$  - коэффициент расплавления.

Коэффициент потерь найдем по формуле:

$$\Psi_n = -4,72 + 17,6 * 10^{-2} * j - 4,48 * 10^{-4} * j^2 = 12,56, \quad (5)$$

где:  $j = 170 \text{ А/мм}^2$  – плотность тока.



Величину коэффициента расплавления можно рассчитать по формуле:

$$\alpha_{\delta} = 9,05 + 3,1 * 10^{-3} * \sqrt{I_{CB}} * \frac{1}{d_3^2} = 9,48. \quad (6)$$

По формуле (2) определим скорость сварки каждого прохода равна:

$$V_{CB}^1 = \frac{\alpha_i * I_{CB}}{100 * \gamma * F_i} = \frac{12 * 160}{100 * 7,8 * 0,12} = 8,3 \text{ м/ч}; \quad (7)$$

$$V_{CB}^2 = \frac{\alpha_i * I_{CB}}{100 * \gamma * F_i} = \frac{12 * 190}{100 * 7,8 * 0,25} = 9,7 \text{ м/ч}; \quad (8)$$

$$V_{CB}^3 = \frac{\alpha_i * I_{CB}}{100 * \gamma * F_i} = \frac{12 * 150}{100 * 7,8 * 0,35} = 5,7 \text{ м/ч}. \quad (9)$$

### 3.7.2 Расчет режимов сварки стыкового соединения ручной дуговой сваркой.

Режимы сварки выбираем согласно рекомендаций РД-25.160.10-КТН-050-06 «Инструкция по технологии сварки при строительстве и ремонте стальных вертикальных резервуаров».

Таблица 11 - Режимы ручной дуговой сварки стыкового соединения

Марка электрода и диаметр	Слой шва	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В
ОК 53.70 Ø3мм	Корневой	160-190	20-23
ОК 53.70 Ø4мм	Заполняющие	220-270	24-28
	Облицовочные	210-260	24-28

Расчёт скорости сварки будем проводить по рекомендациям, описанным в методическом указании [9].

Скорость сварки может быть определена по формуле:

$$V_{CB} = \frac{\alpha_H * I_{CB}}{3600 * \gamma * F_H}, \quad (9)$$

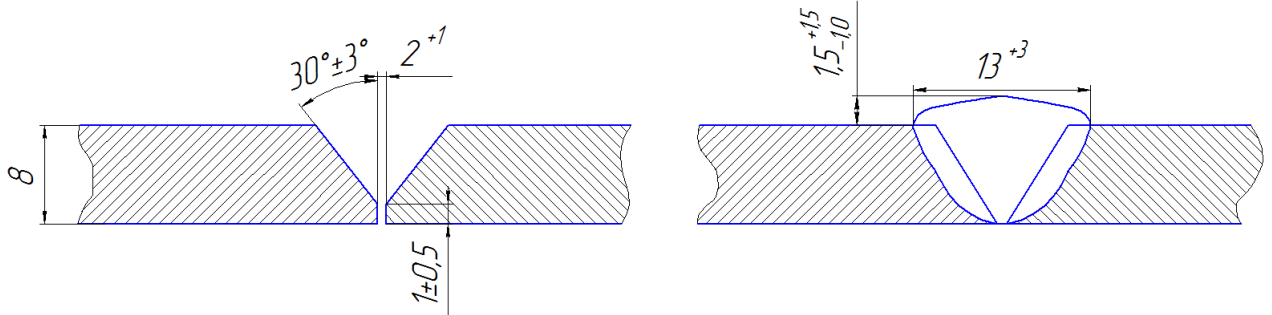
где:  $V_{CB}$  – скорость сварки, м/ч;

$\alpha_H$  - коэффициент наплавки, г/Ач;

$F_n$  - площадь поперечного сечения наплавленного металла за данный проход, см<sup>2</sup>;

$\gamma = 7,8$  г/см<sup>3</sup> - плотность наплавленного металла за данный проход.

Рисунок 5 - Параметры разделки кромок и выполненного ручной дуговой сваркой сварного соединения



Площадь поперечного сечения наплавленного металла можно определить по формуле:

$$F_i = Sb + 0,5(S - c)^2 \tan \alpha + 0,75eg = 8 * 3 + 0,5(8 - 1,5)^2 * 0,58 + 0,75 * 16 * 3 \approx 72 \text{ мм}^2. \quad (10)$$

Сварку стыкового соединения назначаем в 3 прохода:

Корневой – 12 мм<sup>2</sup>;

Заполняющие - 25 мм<sup>2</sup>;

Облицовочный – 35 мм<sup>2</sup>.

При сварке в среде углекислого газа величина коэффициента наплавки может существенно отличаться от величины коэффициента расплавления проволоки в связи с потерями электродного металла.

$$\alpha_n = \alpha_\delta * (1 - \Psi_n) = 12 \frac{\text{М}}{\text{ч}}, \quad (11)$$

где:  $\Psi_n$  - коэффициент потерь, в относительных единицах;

$\alpha_\delta$  - коэффициент расплавления.

Коэффициент потерь найдем по формуле:

$$\Psi_n = -4,72 + 17,6 * 10^{-2} * j - 4,48 * 10^{-4} * j^2 = 12,56, \quad (12)$$

где:  $j = 170$  А/мм<sup>2</sup> – плотность тока.

Величину коэффициента расплавления можно рассчитать по формуле:

$$\alpha_{\delta} = 9,05 + 3,1 * 10^{-3} * \sqrt{I_{CB}} * \frac{1}{d_3^2} = 9,48. \quad (13)$$

По формуле (2) определим скорость сварки каждого прохода равна:

$$V_{CB}^1 = \frac{\alpha_i * I_{CB}}{100 * \gamma * F_i} = \frac{12 * 180}{100 * 7,8 * 0,25} = 10,8 \text{ м/ч}; \quad (14)$$

$$V_{CB}^2 = \frac{\alpha_i * I_{CB}}{100 * \gamma * F_i} = \frac{12 * 245}{100 * 7,8 * 0,3} = 12,6 \text{ м/ч}; \quad (15)$$

$$V_{CB}^3 = \frac{\alpha_i * I_{CB}}{100 * \gamma * F_i} = \frac{12 * 240}{100 * 7,8 * 0,4} = 9 \text{ м/ч}. \quad (16)$$

### 3.8 Определение норм времени

#### 3.8.1 Нормирование сварки в среде углекислого газа

Для дуговой сварки в условиях производства норма времени рассчитывается по формуле:[10]

$$T_{шк} = ((t_o + t_b) * l + t'_b) * K + \frac{t_{пз}}{n}, \quad (17)$$

где:  $T_{шк}$ - норма штучно-калькуляционного времени, мин;

$t_o$ - основное время на сварку одного погонного метра шва, мин;

$t_b$ - вспомогательное время, зависящее от длины шва, в расчете на погонный метр, мин/м;

$l$  - протяженность сварочного шва данного типоразмера, м;

$t'_b$  -вспомогательное время, зависящее от свариваемого изделия и типа сварочного оборудования, мин/изделие;

$K$ - коэффициент, учитывающий время обслуживания рабочего места и время на отдых и личные надобности (на автоматическую сварку – 1,15; на полуавтоматическую – 1,12; на ручную – 1,10);

$t_{пз}$ - подготовительно-заключительное время, мин;

$n$  - размер партии свариваемых изделий.

Таблица 12 – Подготовительно – заключительное время, связанное с наладкой и переналадкой оборудования

Элемент работы	Время, мин
Получение производственного задания, указаний и инструктажа	6,0
Ознакомление с работой	5,0
Установка настройка и проверка режимов	3,0
Установка оптимального расхода CO <sub>2</sub> , продувка шлангов	4,0
Подготовка рабочего места в начале и в конце смены	7,0
Сдача работы	3,0
Итого	28,0

Таблица 13 – Вспомогательное время, связанное со сваркой шва

Элементы работы	Время, мин
	1-проход
Зачистка перед сваркой, кромок от налета ржавчины	0,2
Зачистка шва от продуктов раскисления после каждого прохода	0,2
Откусывание огарков проволоки	0,1
Удаление остатка проволоки из головки полуавтомата. Смена кассет. Подача проволоки в головку полуавтомата	0,1
Осмотр, промер шва	0,3
Зачистка околошовной зоны от брызг наплавленного металла	0,55
Итого	1,6

Таблица 14 – Вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования

Элемент работы	Время, мин
Установка изделия (подгонка, выверка)	4,2
Перемещение сварщика в процессе сварки	0,55
Время на постановку именной клейма	0,23
Итого	4,98

Для многопроходных швов основное время устанавливается по формуле:

$$t_o = 60 \left( \frac{1}{V_{св}} + \frac{1}{V_{св}} + \dots + \frac{1}{V_{св}} \right), \quad (18)$$

где:  $t_o$  - основное время, м/мин;

$V_{св}$  - скорость сварки шва для данного типоразмера, м/ч.

По формуле (10) определим основное время сварки стыкового соединения с помощью механизированной сварки в среде защитных газов:

$$t_o = 60 \left( \frac{1}{8,3} + \frac{1}{9,7} + \frac{1}{5,7} \right) = 24 \text{ мин.} \quad (19)$$

По формуле (9) определим общее время для сварки стыкового соединения с помощью механизированной сварки в среде защитных газов:

$$T_{шк} = [(24 + 1,6) * 0,15 + 4,98] * 1,12 + \frac{28}{1} = 38 \text{ мин.} \quad (20)$$

### 3.8.2 Нормирование ручной дуговой сварки

Таблица 15 – Подготовительно – заключительное время, связанное с наладкой и переналадкой оборудования

Элемент работы	Время, мин
Получение производственного задания, указаний и инструктажа	6,0
Ознакомление с работой	5,0
Установка настройка и проверка режимов	3,0

Подготовка рабочего места в начале и в конце смены	7,0
Сдача работы	3,0
Итого	24,0

Таблица 16 – Вспомогательное время, связанное со сваркой шва

Элементы работы	Время, мин
	1- проход
Зачистка перед сваркой, кромок от налета ржавчины	0,2
Зачистка шва от шлака после каждого прохода	0,2
Смена электрода	0,1
Осмотр, промер шва	0,3
Зачистка околошовной зоны от брызг наплавленного металла	0,55
Итого	1,5

Таблица 17 – Вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования

Элемент работы	Время, мин
Установка изделия (подгонка, выверка)	4,2
Перемещение сварщика в процессе сварки	0,55
Время на постановку именного клейма	0,23
Итого	4,98

По формуле (10) определим основное время сварки стыкового соединения с помощью механизированной сварки в среде защитных газов:

$$t_o = 60 \left( \frac{1}{10,8} + \frac{1}{12,6} + \frac{1}{9} \right) = 17 \text{ мин.} \quad (21)$$

По формуле (9) определим общее время для сварки стыкового соединения с помощью механизированной сварки в среде защитных газов:

$$T_{\text{шк}} = [(17 + 1,5) * 0,15 + 4,98] * 1,1 + \frac{24}{1} = 32,5 \text{ мин.} \quad (22)$$

Для наглядности сравниваемых процессов и анализа, сведем полученные данные в сравнительную таблицу:

Таблица 18 – Сравнительный анализ двух способов сварки

показатели	В среде зашитога газа CO <sub>2</sub>	Ручная дуговая
Вид шва	стыковой	стыковой
Основное время t <sub>0</sub> , мин.	24	17
Вспомогательное время от шва t <sub>вш</sub> , мин	1,6	1,5
Вспомогательное время от оборудования t <sub>âè</sub> , мин.	4,98	4,98
Подготовительно-заключительное время t <sub>пз</sub> , мин.	28	24
Штучное время общее T <sub>шк</sub> , мин	38	32,5

Проведя сравнительный анализ между нормированием времени для двух способов можно сделать следующие выводы: при ручной дуговой сварке сокращается основное время сварки из-за увеличения сварочного тока.

Увеличение подготовительно–заключительного времени для сварки в среде защитных газов вызвано необходимостью продувки и настройки газового оборудования.

### 3.9 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки

Рассмотрим возможность изготовления сварного изделия с использованием альтернативных способов и средств сварки, которыми располагает предприятие и когда необходимо выбрать лучший процесс. В подобной ситуации выбор лучшего решения должен осуществляться на основе текущих затрат.

При их определении во внимание следует принимать лишь релевантные затраты, тот есть такие, которые будут различаться в сравниваемых вариантах и которые могут повлиять на выбор лучшего варианта. Поскольку сравнение вариантов следует вести из предложения, что предприятие располагает соответствующими способами и средствами, во внимание не следует принимать затраты на приобретение оборудования и амортизационные отчисления.[10]

#### 3.9.1 Затраты на сварочные материалы

Расчет будем вести согласно рекомендациям [10].

Затраты на сварочные материалы при сварке в среде защитных газов:

Определим затраты на сварочную проволоку по формуле:

$$C_{\text{см}} = g_{\text{нм}} * k * C_{\text{сп}}, \quad (23)$$

где,  $C_{\text{см}}$  - затраты на сварочные материалы, руб/изделие;

$g_{\text{нм}}$  - масса наплавленного металла, кг/изд;

$k$  - коэффициент, учитывающий отношение веса электродов или проволоки к весу наплавленного металла = 1,08;

$C_{\text{сп}}$  - цена сварочной проволоки, руб/кг.



В свою очередь массу наплавленного металла можно установить по формуле:

$$g_{\text{нм}} = \frac{F * l * \gamma}{1000}, \quad (24)$$

где,  $g_{\text{нм}}$  - масса наплавленного металла, кг/изд;

$F$  - площадь поперечного сечения шва, мм<sup>2</sup>;

$l$  - длина сварного шва, м;

$\gamma$  - плотность наплавленного металла, 7,8 г/см<sup>3</sup>.

Масса наплавленного металла по формуле(24) для стыкового соединения

$$g_{\text{нм}} = 72 * 0,15 * 7.8 = 84 \text{ г/изд}, \quad (25)$$

Тогда затраты на электродную проволоку по формуле (23):

Цена 1 кг проволоки Св-08Г2С d=1,2 мм составляет 104 рубля

$$C_{\text{см}} = 0,084 * 1,08 * 104 = 9,5 \text{ руб/изд}, \quad (26)$$

Определим затраты на защитный газ определим по формуле:

$$C_{\text{г}} = t_o * l * g_{\text{г}} * C_{\text{ед.г}} = 24 * 0,15 * 35 * 0,012 = 1,008 \text{ руб/изд}, \quad (27)$$

где:  $g_{\text{г}}$  - норма расхода газа, л/мин;

$t_o$ - основное время на сварку, мин/м;

$l$ - длина сварного шва, м;

$C_{\text{ед.г}}$ =0,012 руб/л цена за единицу газа.

Таблица 19 - Расход углекислого газа в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	0 - 2	3 - 5	6 - 8	9 - 10
Расход газа, л/мин	10 - 20	25 - 30	35 - 50	60 - 65

Для получения качественного сварного соединения, согласно рекомендациям РД-25.160.10-КТН-050-06 сварка не рекомендуется при скорости ветра более 6 м/с, тогда принимаем расход газа 35 л/мин.

Затраты на сварочные материалы при ручной дуговой сварке:

По формуле (23) найдем затраты на сварочные электроды ОК 53.70

Масса наплавленного металла по формуле(24) для стыкового соединения:

Корень шва варил d=3 мм:

$$g_{\text{HM}} = 12 * 0,15 * 7.8 = 14 \text{ г/изд.} \quad (28)$$

Заполняющий и облицовочный проходы варил d=4 мм:

$$g_{\text{HM}} = 60 * 0,15 * 7.8 = 70 \text{ г/изд.} \quad (29)$$

Тогда затраты на сварочные электроды рассчитываем по формуле (23):

Стоимость 1 килограмма сварочных электродов ОК 53.70 d=4 мм и d=5 мм равна 331 руб.

$$C_{\text{CM}} = 0,084 * 1,08 * 331 = 30 \text{ руб/изд.} \quad (30)$$

### 3.9.2 Затраты на заработную плату производственных рабочих

Используем приближенный метод расчета

$$C_{\text{зп}} = \frac{C_{\text{CM}} * t_{\text{шк}}}{F_{\text{мр}} * 60}, \quad (31)$$

где,  $C_{\text{зп}}$ -затраты на заработную плату руб/изделие;

$N_{\text{CM}}$ - среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий ( $N_{\text{CM}}=75000$  руб/мес);

$F_{\text{мр}}$  - месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц ( $F_{\text{мр}} =170$  ч/мес);

$t_{\text{шк}}$  - норма штучно – калькуляционного времени на выполнении операции, мин/изд.

По формуле (31) определим затраты на заработную плату:

Для сварщика в среде защитных газов:

$$C_{\text{зп}} = \frac{75000 * 38}{170 * 60} = 279 \text{ руб/изд.} \quad (32)$$

Для сварщика ручной дуговой:

$$C_{\text{зп}} = \frac{75000 * 32,5}{170 * 60} = 238 \text{ руб/изд.} \quad (33)$$

### 3.9.3 Отчисления на социальные цели (социальный налог)

Отчисления на социальные цели (социальный налог) определим по формуле:

$$E_{co} = \frac{k * E_{зп}}{100}, \quad (34)$$

где,  $E_{co}$  отчисления на социальные нужды руб/изделие;

$k$  - процент отчислений на социальные цели от основной и дополнительной заработной платы ( $k=30\%$ );

$E_{зп}$ -затраты на заработную плату руб/изделие.

По формуле (34) определим отчисления на социальные нужды:

Для сварщика в среде защитных газов:

$$E_{co} = \frac{30 * 279}{100} = 83,7 \text{руб/изд.} \quad (35)$$

Для сварщика ручной дуговой:

$$E_{co} = \frac{30 * 238}{100} = 71,4 \text{руб/изд.} \quad (36)$$

### 3.9.4 Затраты на электроэнергию

Для электродуговых методов сварки затраты технологической электроэнергии могут быть рассчитаны по формуле:

$$C_{оэ} = \frac{U * I * t_0 * l}{60 * \eta * 1000} * C_{э}, \quad (37)$$

где,  $C_{оэ}$  - затраты на электроэнергию, руб/изделие;

$U$ - напряжение, В;

$I$ - сила тока, А;

$t_0$ - основное время сварки, мин/м;

$l$ - длина сварного шва, м/изд;

$\eta$  - коэффициент полезного действия источника питания (берется по паспорту);

$C_{эл.эн.}$ - стоимость 1 кВт-ч электроэнергии, 4,48 руб\*кВт/ч.

По формуле (37) определим затраты на электроэнергию для сварки в среде защитных газов:

$$C_{оэ} = \frac{24 * 167 * 24 * 0,15}{60 * 0,85 * 1000} * 4,48 = 0,28 \text{ руб/изд.} \quad (38)$$

По формуле (37) определим затраты на электроэнергию для ручной дуговой сварки:

$$C_{оэ} = \frac{28 * 222 * 17 * 0,15}{60 * 0,8 * 1000} * 4,48 = 0,33 \text{ руб/изд.} \quad (39)$$

### 3.9.5 Затраты на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определим по формуле:

$$C_{ро} = \frac{\sum C_o * k_{ро} * t_o}{F_{ро} * k_{зо} * 60}, \quad (40)$$

где,  $C_{ро}$  - затраты на ремонт оборудования, руб/изделие;

$k_{ро}$ - коэффициент, учитывающий затраты на ремонт ( $k_{ро} \sim 0,20-0,30$ );

$F_{ро}$ - годовой фонд времени работы оборудования, часы ( $F_{ро} \sim 2000$  ч/год);

$k_{зо}$ - коэффициент, учитывающий загрузку оборудования.

Таблица 20 - Цены оборудование для сварки в защитных газах

Оборудования для сварки в среде защитных газов	
СВАРОГ REAL MIG 200 (N24002)	Баллоны газовые
20450 руб	15000 руб
Итого:	35 450 руб

Таблица 21 – Цены на оборудование для ручной дуговой сварки

Оборудования ручной дуговой сварки	
AURORA PRO INTER 250 Mosfet	
23000 руб	
Итого:	23 000 руб

По формуле (20) определим затраты на ремонт оборудования:

Для сварки в среде защитных газов:

$$C_{po} = \frac{35450 * 0,25 * 24}{2000 * 60} = 1,7 \text{руб/изд.} \quad (41)$$

Для ручной дуговой сварки:

$$C_{po} = \frac{23000 * 0,25 * 17}{2000 * 60} = 0,8 \text{руб/изд.} \quad (42)$$

### 3.9.6 Итоговые затраты по сравниваемым вариантам сварки

Таблица 22 - Итоговые затраты по сравниваемым вариантам сварки, руб.

Наименование	Сравниваемые процессы		Изменение затрат
	СО <sub>2</sub>	РДС	
Сварочные материалы	1,008	30	28,992
Основная зарплата	279	238	-41
Социальные цели	83,7	71,4	-12,3
Электроэнергия	0,28	0,33	0,05
Ремонт	1,7	0,8	-0,9
Итог	365,688	340,53	-25,158

За счёт замены механизированной сварки проволокой сплошного сечения в среде защитных газов СО<sub>2</sub> на ручную дуговую сварку, удалось сократить рабочее время. В связи с сокращением рабочего времени сократились затраты на: заработную плату, социальные цели. В итоге мы видим что снижение этих затрат перекрывает более дорогую стоимость сварочных электродов, в сравнении со сварочной проволокой, что приводит к снижению итоговых затрат почти на 7%.

## 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

### 4.1 Предпроектный анализ

#### 4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В целевой рынок входят организации отраслей добычи и транспортировки полезных ископаемых, а также коммунальное хозяйство, т.е. отрасли в которых наблюдается широкое применение резервуаров.

Для данных коммерческих организаций критерием сегментирования является производство и ремонт. Сегментируем технологию ремонта вертикального шва первого пояса РВС 10000 м<sup>3</sup> по критерию строительство и ремонт. Так как никто не занимается этими разработками, данное направление не имеет конкуренцию.

Основными сегментами данного рынка являются нефтяная и газовая промышленность на территории Российской Федерации, на них и будет направлена ориентация разработки. В будущем возможна ориентация на коммунальное хозяйство.

На рисунке 6 показана гистограмма анализа рынка покупателей по регионам Российской Федерации (РФ).

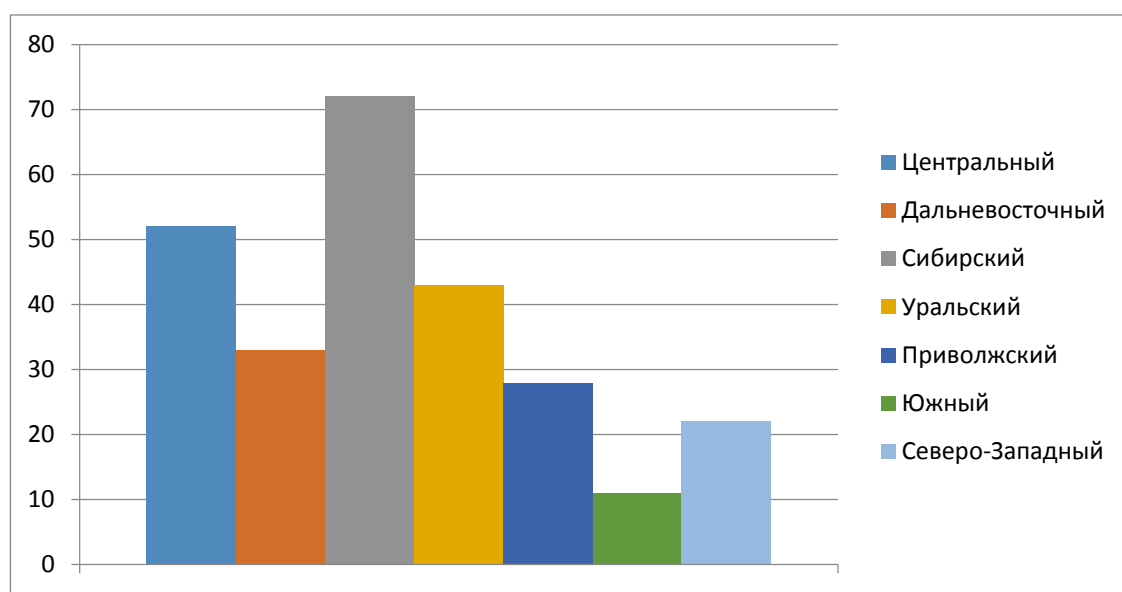


Рисунок 6 – Гистограмма анализа рынка покупателей по регионам Российской Федерации

На данной гистограмме показано количество потенциальных покупателей нефти – газа добывающих компаний в разных регионах РФ. Как видно из гистограммы наиболее перспективными рынками сбыта являются сибирский, центральный и уральский регионы РФ.

#### 4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов [15].

В ходе исследования проанализированы конкурентные технические решения, используемые на сегодняшний день в промышленности России и стран зарубежья в области уменьшения разбрызгивания ручной дуговой сварки. Широкое применение нашел способ уменьшения силы тока при разрыве перемычки. Однако на сегодняшний день применяют разные техники для осуществления данного метода сварки.

Данный анализ проведен с помощью оценочной карты (таблица 1). Используемые техники уменьшения разбрызгивания электродного металла:

- 1) А – ручная дуговая сварка покрытыми электродами;
- 2) В – ручная дуговая сварка неплавящимся электродом;
- 3) С – механизированная сварка в среде защитных газов.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в (таблице 1), подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5

– наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1 [15].

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (43)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Таблица 23 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок) [15]

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентно-		
		Б <sub>А</sub>	Б <sub>В</sub>	Б <sub>С</sub>	К <sub>А</sub>	К <sub>В</sub>	К <sub>С</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,1	5	2	3	0,5	0,2	0,3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,06	5	4	5	0,3	0,24	0,12
3. Уровень качества сварных соединений	0,1	5	2	3	0,5	0,2	0,3
4. Энергоэкономичность	0,06	5	3	4	0,3	0,18	0,24
5. Надежность	0,06	5	1	3	0,3	0,06	0,18
6. Уровень производимого шума	0,07	5	5	5	0,35	0,35	0,35
7. Необходимость в высококвалифицированных специалистах	0,05	3	3	3	0,15	0,15	0,15



8. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,08	5	1	2	0,4	0,08	0,16
9. Простота эксплуатации	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
10. Качество интеллектуального интерфейса	0,05	5	2	3	0,25	0,2	0,15
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,06	5	1	2	0,3	0,06	0,12
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	2	2	3	0,1	0,25	0,2
3. Цена	0,06	5	3	4	0,3	0,18	0,24
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15
5. Срок окупаемости	0,05	5	2	3	0,25	0,1	0,15
6. Наличие сертификации разработки	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
Итого	1	75	44	56	4,75	2,9	3,32

Исходя из проведенного выше анализа (таблица 1) можно сделать вывод, что технология "А" имеет ряд преимуществ над своими аналогами. При использовании данной технологии значительно снижается процент брака и повышается производительность работы что, безусловно, повышает количество и качество выпускаемых изделий. Также за счет более рационального использования электрода, уменьшается количество потерь электродного металла, что снижает себестоимость выпускаемых изделий, при этом за счет повышения качества нет необходимости снижать цену на товар. Также стоит отметить наличие широкого диапазона возможностей при использовании

данной технологии, а именно возможности использования электродов любого покрытия, что не могут обеспечить аналоги.

#### 4.1.3 SWOT – анализ

SWOT анализ – это определение сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз по его осуществлению. Этот анализ проводят для выявления внешней и внутренней среды проекта. Проводится этот анализ в три этапа.

##### Первый этап

Данный этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Сильные стороны проекта – это его факторы, которые характеризуют конкурентоспособную сторону научно–исследовательского проекта. Сильные стороны свидетельствуют о том, что у проекта есть отличительное преимущество или особые ресурсы, являющиеся особенными с точки зрения конкуренции.

К сильным сторонам проекта относятся:

- уменьшение разбрызгивание электродного металла – С1;
- возможность применения к любым видам дуговой сварки с короткими замыканиями – С2;
- сварка деталей разных толщин – С3;
- уменьшение трудозатрат на очистку около шовной зоны от брызг – С4;
- возможность использования технологии и оборудования для сварки других металлов – С5.

К слабым сторонам проекта относятся:

- использование дополнительного электронного оборудования – Сл.1;

- требуется незначительное повышение мощности источника питания – Сл.2.

К возможностям проекта относятся:

- внедрение схемы, уменьшающей разбрызгивание на основе тиристора на рынок за счет достоинств и вытеснение устаревших разработок – В1;
- финансовая поддержка спонсора – В2;
- возможность распространения разработки для стран зарубежья – В3.

К угрозам относятся:

- недостаток финансов на реализацию проекта – У1;
- отсутствие спроса на новые технологии производства – У2.

Второй этап

Данный этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 24 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны						
Возможности		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	0	+	+	+
	B2	+	+	-	+	+
	B3	+	+	-	+	+
Угрозы		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	+	+	+	+
	У2	+	-	+	-	-
	У3	-	-	+	-	+
Слабые стороны						
Возможности		Сл.1	Сл.2			
	B1	+	-			
	B2	+	-			
	B3	+	+			
Угрозы		Сл.1	Сл.2			

	У1	-	+
	У2	-	-
	У3	+	-

Анализ интерактивной матрицы показал следующие направления проекта: В1С3, В2С4, В1Сл.1, У1С3, У2С1, У3С3, У2Сл.2.

Третий этап

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT–анализа.

Таблица 25 – SWOT – анализ

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>  Уменьшение разбрызгивание электродного металла – С1. Возможность применения к любым видам дуговой сварки с короткими замыканиями – С2. Сварка деталей разных толщин – С3. Уменьшение трудозатрат на очистку около шовной зоны от брызг – С4. Возможность использования технологии и оборудования для сварки других металлов – С5.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>  Использование дополнительного электронного оборудования – Сл.1. Требуется незначительное повышение мощности источника питания – Сл.2.</p>
<p><b>Возможности:</b>  Внедрение схемы уменьшающей разбрызгивание на основе тиристора на рынок за счет достоинств и вытеснение устаревших</p>	<p>В1С3 – в результате, есть возможность использования технологий для сварки других материалов, не взирая на толщину, что позволит улучшить спектр применения технологии;  В2С4 – некоторые виды</p>	<p>В1Сл.1 – с повышением цен на комплектующие резко возрастет первоначальный вклад в массовое производство, что составит трудности на начальном этапе налаживания производства.</p>

разработок – В1. Финансовая поддержка спонсора – В2. Возможность распространения разработки для стран зарубежья – В3.	сплавов вообще не рекомендуется дополнительно механически очищать, что ускорит время выполнения операции.	
<b>Угрозы:</b> Недостаток финансов на реализацию проекта – У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства – У2.	У1С3 – некоторые компании не захотят рисковать, применяя новые технологии, что помешает развитию проекта; У2С1– шов станет длинней, потребует проработки новых тех. карт.	У2Сл.2 – уменьшения разбрызгивания потребует повышения мощности источника, потребуются новые установки.

В результате проведения SWOT анализа определили сильные и слабые стороны проекта, выявили возможные и угрозы по его осуществлению. Выявили, что проект имеет отличительное преимущество и особые ресурсы, являющиеся особенными с точки зрения конкуренции.

#### 4.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Коммерциализация инновационного продукта – процесс совпадения форматов поведения покупателя и продавца инновационного продукта относительно возможности использования, стоимости, перехода прав собственности на инновационный продукт (или рыночное освоение инновационного продукта).

На данном этапе производится оценка степени готовности проекта к коммерциализации и определение уровня собственных знаний для ее проведения или завершения.

При проведении анализа по таблице 4, приведенной ниже, по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. При этом система измерения по каждому направлению (степень проработанности научного проекта, уровень имеющихся знаний у разработчика) отличается. Так, при оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не

проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта. Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать [15].

Таблица 26 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний разработчика у
1	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	5	5
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	5
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	4	4
5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	0	5
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	4	3
7	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	2	3
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	0	3
9	Определены пути продвижения	4	5

	научной разработки на рынок		
10	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	2	5
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	0	1
12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	2	3
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	5	5
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	1	1
15	Проработан механизм реализации научного проекта	1	1
ИТОГО БАЛЛОВ		43	55

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i, \quad (44)$$

где,  $B_{\text{сум}}$  – суммарное количество баллов по каждому направлению;

$B_i$  – балл по  $i$ -му показателю.

Анализируя выше приведенную таблицу, значение  $B_{\text{сум}}$  получилось от 40 до 55, то такая разработка считается средней, а знания разработчика достаточными для ее коммерциализации.

#### 4.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

При коммерциализации научно-технических разработок владелец интеллектуальной собственности преследует вполне определенную цель, которая во многом зависит от того, куда в последующем он намерен направить

полученный коммерческий эффект. Это может быть получение средств для продолжения своих научных исследований и разработок (получение финансирования, оборудования, уникальных материалов, других научно-технических разработок и т.д.), одноразовое получение финансовых ресурсов для каких-либо целей или для накопления, обеспечение постоянного притока финансовых средств, а также их различные сочетания [15].

При этом время продвижения товара на рынок во многом зависит от правильности выбора метода коммерциализации. Задача данного раздела – это выбор метода коммерциализации объекта исследования и обоснование его целесообразности. Для того чтобы это сделать необходимо ориентироваться в возможных вариантах.

В данной ВКР выбран метод инжиниринга и передачи интеллектуальной собственности в уставной капитал предприятия. При выборе данных методов коммерциализации возможно предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием. Также строительством и вводом объекта в эксплуатацию с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика, усовершенствованием имеющихся производственных процессов вплоть до внедрения изделия в производство и даже сбыта продукции. Так же планируется писать коммерческое предложение потенциальным покупателям, это предприятия строительство и ремонт трубопроводов в России и странах зарубежья.

#### 4.2 Планирование научно-исследовательских работ

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.



#### 4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Таблица 27 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ Раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	Научный руководитель, студент
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент, научный руководитель
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативных документов	Студент, научный руководитель
	8	Проведение расчетов по теме	Студент
Оценка полученных результатов	9	Анализ результатов	Студент, научный руководитель
	10	Вывод по цели	Студент

В результате составления таблицы «Перечень этапов, работ и распределения исполнителей» определили объём работы и распределили обязанности между исполнителями проекта.

#### 4.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

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

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ож}$  используется следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}. \quad (45)$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{\Psi_i}. \quad (46)$$

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

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (47)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (48)$$

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

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

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

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48. \quad (49)$$

Все рассчитанные значения вносим в таблицу 24, после заполнения таблицы 24 строим календарный план-график (табл. 25).

График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам

(10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделим различной штриховкой в зависимости от исполнителей.





Таблица 28 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$			Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$		
	$t_{min}$ , чел-дни			$t_{max}$ , чел-дни			$t_{ожи}$ , чел-дни				Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3							
Составление и утверждение темы проекта	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель	2	2	2	5	5	5
Анализ актуальности темы	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Рук.-студ.	1	1	1	4	4	4
Поиск и изучение материала по теме	1	1	1	5	5	5	2,6	2,6	2,6	Студ.-рук.	1	1	1	4	4	4
Выбор направления исследований	1	2	2	3	4	4	1,4	2,8	2,8	Руководитель	1	2	2	4	5	5
Календарное планирование работ	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель	2	2	2	5	5	5
Изучение литературы по теме	7	7	7	14	14	14	9,8	9,8	9,8	Студент	10	10	10	17	17	17
Подбор нормативных документов	5	6	6	8	9	9	6,2	7,2	7,2	Студ.-рук.	3	4	4	7	8	8

Проведение расчетов по теме	5	6	6	8	9	9	6,2	7,2	7,2	Студент	7	8	8	12	13	13
Анализ результатов	1	1	1	4	4	4	2,2	2,2	2,2	Студ.-рук.	2	2	2	5	5	5
Вывод по цели	1	1	1	4	4	4	2,2	2,2	2,2	Студент	3	3	3	6	6	6

Таблица 29 - Календарный план-график проведения ВКР по теме

№ Работ	Вид работ	Исполнитель	T <sub>кi</sub> , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				Февраль		Март			Апрель			Май				
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	5	■												
2	Анализ актуальности темы	Рук.-студ.	4		■											
3	Поиск и изучение материала по теме	Студ.-рук.	4		■											
4	Выбор направления исследований	Руководитель	4			■										
5	Календарное планирование работ	Руководитель	5			■										
6	Изучение литературы по теме	Студент	17				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

7	Подбор нормативных документов	Студ.-рук.	7										
8	Проведение расчетов по теме	Студент	12										
9	Анализ результатов	Студ.-рук.	5										
10	Вывод по цели	Студент	6										

 – студент
  – руководитель.

После составления календарного плана-графика проведения ВКР определили последовательность и сроки выполнения отдельных работ.

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

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

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

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} , \quad (50)$$

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

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

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

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

### 4.3.1 Затраты на специальное оборудование для научных работ

Таблица 30 - Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования			Мощность электроприбора, кВт			Общая стоимость оборудования, руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1.	Компьютер	1	1	1	0,350	0,360	0,340	4050 0	4180 0	5000 0
	Итого:	1	1	1	1,28	1,275	1,281	4050 0	4180 0	5000 0

Расчет на электроэнергию определяется по формуле:

$$E_э = \sum N_i \cdot T_э \cdot Ц_э, \quad (51)$$

где  $N_i$  - мощность электроприборов по паспорту, кВт;

$T_э$  - время использования электрооборудования, час;

$Ц_э$  – цена одного кВт · ч, руб.

$$E_э = 1,28 \cdot 250 \cdot 4,36 = 1395,2 \text{ руб.} \quad (52)$$

Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного НТИ и имеющегося в данной организации, учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений.

Линейная амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{C}{T_{об}} = \frac{40500}{10} = 4050 \text{ руб.} \quad (53)$$

В результате итоговая сумма амортизации к учёту составила: 4050 руб.



#### 4.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Таблица 31 - Расчет основной заработной платы

Исполнители по категориям	Оклад, руб.	Районный коэффициент	Месячная зарплата, руб./мес.
Руководитель	19500	1,3	25350
Студент	1700	1,3	2200

Таблица 32- Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	104	104
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	28	28
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	219	219

Выполнив данный пункт, определили заработную плату исполнителей темы и определили баланс рабочего времени.

#### 4.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (54)$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды .

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 30,2%.

Таблица 33 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель	25350	22100	30030	3129	2850	3450
Студент	2200	7900	5750	1400	1534	2020
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30,2%					
Итого						
Исполнение 1	8600					
Исполнение 2	7535					
Исполнение 3	10110					

Отчисления при Исполнении 1 получаются минимальным при учете, что зарплаты руководителя и инженера являются средними.

#### 4.3.4 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:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 3) \cdot k_{\text{нр}}. \quad (55)$$

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 34.

Таблица 34 - Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	27550	30000	35780

2. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	3600	9434	7770
3. Отчисления во внебюджетные фонды	8600	7535	10110
4. Накладные расходы	6360	7515	8585
5. Линейная амортизация	4050	4180	5000
6. Бюджет затрат НИИ	50160	58664	67245

При планировании бюджета научного исследования было обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

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

##### 4.4.1 Оценка сравнительной эффективности проекта

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:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (56)$$

где  $\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -ого варианта исполнения;

$\Phi_{max}$  – максимальная стоимость исполнения научно исследовательского проекта.

$$I_{\Phi}^p = \frac{250000}{1411100} = 0,18; \quad (57)$$

$$I_{\Phi}^1 = \frac{680000}{1411100} = 0,48; \quad (58)$$

$$I_{\Phi}^2 = \frac{1100000}{1411100} = 0,78; \quad (59)$$

$$I_{\Phi}^3 = \frac{1411100}{1411100} = 1. \quad (60)$$

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

$$I_m = \sum_{i=1}^n a_i b_i, \quad (61)$$

где  $I_m$  – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го параметра;

$b_i$  – бальная оценка  $i$ -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы, которая приведена ниже.

Таблица 35 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2	Аналог 3
1)Производительность труда	0,3	5	3	4	2
2)Технологичность	0,1	5	5	4	3
3)Энергосбережение	0,14	5	4	3	2
4)Безопасность	0,12	4	3	4	5
5)Затраты на материалы	0,3	5	4	3	2
ИТОГО	1				

По формуле 6 и данным таблицы 5 рассчитаем интегральный показатель ресурсоэффективности и финансовый показатель.

$$I_m^p = 0,3 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 + 0,14 \cdot 5 + 0,12 \cdot 4 + 0,3 \cdot 5 = 4,55; \quad (62)$$

$$I_m^{a1} = 0,3 \cdot 3 + 0,1 \cdot 5 + 0,14 \cdot 4 + 0,12 \cdot 3 + 0,3 \cdot 4 = 3,35; \quad (63)$$

$$I_m^{a2} = 0,3 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,14 \cdot 3 + 0,12 \cdot 4 + 0,3 \cdot 3 = 2,85; \quad (64)$$

$$I_m^{a3} = 0,3 \cdot 2 + 0,1 \cdot 3 + 0,14 \cdot 2 + 0,12 \cdot 5 + 0,3 \cdot 2 = 2,45. \quad (65)$$

Интегральный показатель эффективности разработки определяется по формуле:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\phi}^p}, \quad (66)$$

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{4,55}{0,18} = 25,28. \quad (67)$$

В таблице 36 приведена сравнительная эффективность разработки.

Таблица 36 – сравнительная эффективность разработки.

№ п/п	Показатели	Аналог 1	Аналог 2	Аналог 3	Разработка
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,1	0,1	1	0,8
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,55	3,45	2,55	4,55
3	Интегральный показатель эффективности	7,14	5	9,55	25,28
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,74	2,89	4,88	1

Таким образом, можно сделать вывод о том, что данный способ сварки имеет много больше ресурсных, финансовых и экономических достоинств по сравнению с аналогами и тем самым является востребованным на рынке.

#### 4.5 Вывод:

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был проведен предпроектный анализ, планирование научно-исследовательских работ, планирование бюджета НИИ и оценка сравнительной эффективности проекта.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения показал, что при использовании данной технологии значительно снижается процент брака и повышается производительность работы что, безусловно, повышает количество и качество выпускаемых изделий.

На основе SWOT-анализа были выявлены сильные и слабые стороны, возможности и угрозы проекта. Для данного НИИ характерен баланс сильных сторон и возможностей (получения высокоэффективного оборудования для сварки), а так же слабых сторон и угроз (требование множества ресурсов). Для получения дополнительно конкурентных преимуществ необходимо дальнейшее совершенствование технологии.

При планировании НИИ была определена группа процессов планирования, которая состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей, таких как: создание темы проекта, выбор направления исследования, теоретические исследования, оценка полученных результатов. Далее для достижения данных целей, была разработана последовательность действий.

При планировании бюджета научного исследования было обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. Итоговая сумма бюджета составила 50160 рублей.

После проделанного анализа, можно сделать вывод о том, что данный способ сварки имеет много больше ресурсных, финансовых и экономических достоинств по сравнению с аналогами:

- из расчета бюджета затрат НТИ сумма второго исполнения составила 58664 рублей, а третьего – 67245 рублей, что является более затратным по сравнению с рассматриваемым способом;
- временные показатели проведения научного исследования, которые приведены в таблице 25, второго и третьего исполнения так же выше, чем в данном проекте, что увеличиваем их трудоемкость.

Следовательно, данное исследование является наиболее оптимальным и тем самым является востребованным на рынке.

## 5 Социальная ответственность

Объектом исследования данной работы является технология ремонта вертикального шва первого пояса РВС 10000 м<sup>3</sup>. Для ремонта необходимо оборудование для ведения сборочных и сварочных работ, такие как: углошлифовальная машина, источники питания для сварки, баллоны с защитным газом.

В этом разделе будут рассматриваться вопросы, связанные с техникой безопасности и охраной труда в лаборатории, правила эксплуатации помещения, как при возникновении опасной ситуации, так и при ЧС. А также будет проведен анализ вредных и опасных факторов и их воздействие на человека, что позволит определить средства индивидуальной и коллективной защиты, и решить вопросы обеспечения безопасности в целом, как для помещения, так и для организации в целом.

### 5.1 Производственная безопасность

Рабочим местом является отдельное помещение (лаборатория). Так как данное помещение находится внутри здания, на работающего возможны действия следующих вредных и опасных факторов: монотонный режим

работы, отклонение показателей микроклимата, недостаточная освещенность, превышение уровня шума, уровень ультрафиолетовой радиации ГОСТ 12.0.003-2015, электрический ток, пожар. Воздействие вредных производственных факторов на работающих может привести к заболеванию и снижению производительности труда.

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при выполнении сварочных работ для производства стрелы консольного крана.

Таблица 37 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ сборки и сварки арматурного каркаса

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Работа в лабораторных условиях: 1. Очистка поверхностей от загрязнений и ржавчины; 2. выполнение разделки кромок; 3. сборочные работы; 4. сварочные работы.	1. Отклонение показателей микроклимата в производственных помещениях; 2. превышение уровня шума и вибрации; 3. недостаточная освещенность рабочей зоны; 4. загрязняющие вещества в воздухе рабочей зоны.	1. поражение электрическим током; 2. брызги металла; 3. повышенная температура.	ГОСТ 12.1.003–2014 ССБТ, ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ, ГОСТ 12.1.012–90 ССБТ, ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03, СанПиН 2.2.4.548–96, СН 2.2.4/2.1.8.562–96, СН 2.2.4/2.1.8.566–96, СП 52.13330.2011, СанПиН 2.2.2.540-96.

Для минимизации воздействия вредных и опасных факторов необходимо более подробно их анализировать и предложить средства коллективной и индивидуальной защиты.



### 5.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследования

При организации рабочего места, следует принять во внимание тот факт, что качество и производительность труда, зависят от существующих на данном рабочем месте условий труда и соответствия этих условий установленным нормам. Организация рабочего места заключается в выполнении ряда мероприятий, обеспечивающих рациональный и безопасный труд и должна соответствовать ГОСТ 12.3.003-86.

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

Главным источником шума при ведении сварочных работ является источник питания. Методы установления предельно допустимых шумовых характеристик системы питания для сварки в динамическом режиме изложены в ГОСТ 12.1.035–81. Для оценки шума используют частотный спектр измеряемого уровня звукового давления, выраженного в децибелах (дБ), в активных полосах частот, который сравнивают с предельным спектром.

2. При работе с источниками питания может произойти поражение электрическим током. Все оборудование должно быть выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019–79. Основными причинами поражения электрическим током могут послужить следующие факторы: прикосновение к токоведущим частям или прикосновение к конструктивным частям, оказавшимся под напряжением. С целью исключения опасности поражения электрическим током необходимо соблюдать следующие правила электрической безопасности:

- перед включением установки должна быть визуально проверена ее электропроводка на отсутствие возможных видимых нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания токопроводящих частей держателей электродов;
- при появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети установку.

3. Вредные вещества в воздухе в виде паров, газов и аэрозолей (пыли) - химические вещества, вызывающие в производственных условиях нарушение нормальной жизнедеятельности организма, являющиеся причиной острых и хронических интоксикаций.

Вредными основными веществами, выделяющимися при сварке сталей, являются: окись углерода, хром, марганец и фтористые соединения.

В таблице 37 представлены классы опасностей вредных веществ выделяющихся при сварке сталей.

Таблица 38 – Классы опасностей вредных веществ выделяющихся при сварке сталей

Вещество	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Состояние
Марганец	0,05	1	аэрозоли
Хром	0,1	1	аэрозоли
Фтористые соединения	0,5	2	аэрозоли
Окись углерода	20	4	пары или газы

5.1.2 Обоснования мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

1. Для снижения шума в помещениях используют средства звукоизоляции и звукопоглощения, устанавливают глушители шума и рационально продумывают технологию производства с использованием малошумных технологических процессов. Также в качестве индивидуальных

средств защиты от шума применяют различные противошумные наушники, вкладыши, шлемы, каски и костюмы.

На рабочем месте, где ведутся сварочные работы, главным источником шума является источник питания, который по характеру спектра является широкополосным.

Уменьшение влияния данного фактора возможно путём:

- изоляции источников шумов;
- создание дополнительных ДВП или ДСП изоляционных перегородок;
- проведение профилактических работ.

3. К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся: изоляция, ограждение, блокировка, пониженные напряжения, электрозащитные средства.

Среди распространенных способов защиты от поражения электрическим током при работе с электроустановками различают:

- защитное заземление – предназначено для превращения «замыкания на корпус» в «замыкание на землю», с тем, чтобы уменьшить напряжение прикосновения и напряжение шага до безопасных величин (выравнивание самый распространенный способ защиты от поражения электрическим током);
- зануление – замыкание на корпус электроустановок;
- системы защитного отключения – отключение электроустановок в случае проявления опасности пробоя на корпус;
- защитное разделение сетей;
- предохранительные устройства.

К работам на электроустановках допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие инструктаж и обученные безопасным методам труда. К тому же электробезопасность зависит и от профессиональной подготовки работников, сознательной производственной и трудовой дисциплины. Целесообразно

каждому работнику знать меры первой медицинской помощи при поражении электрическим током.

4. Для защиты и удаления вредных газов и пыли с мест сварки и подачи чистого воздуха используют вентиляцию.

На рабочих местах в зоне сварки нужно установить аппаратуру с отсасывающим поворотным рукавом.

В сварочных цехах на стационарных рабочих постах, а также, где это возможно, на нестационарных постах следует устанавливать местные отсосы.

В специальных помещениях или металлических шкафах для хранения баллонов со сжиженным газом должна быть предусмотрена естественная вентиляция через верхние и нижние части помещений или шкафов.

Скорость движения воздуха, создаваемая местными отсосами у источников выделения вредных веществ, должна соответствовать нормам, приведенным в таблице 38.

Таблица 39 – Скорость движения воздуха, создаваемая отсосами у источников выделения вредных веществ

Процесс сварки	V, м/с
Сварка ручная	$\geq 0,5$
Механизированная сварка в среде защитных газов	$\geq 0,3$

Количество вредных веществ, локализуемых местными отсосами, составляет для вытяжных шкафов не более 90%, а для местных отсосов других видов не более 75%. Оставшееся количество вредных веществ (10-20%) должно разбавляться до ПДК с помощью общеобменной вентиляции.

## 5.2 Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды – это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения – это сокращение вредных выбросов

промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства. Охрану природы можно представить как комплекс государственных, международных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование природы, восстановление, улучшение и охрану природных ресурсов.

### 5.2.1 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

При выполнении сварочных работ атмосферный воздух загрязняется сварочным аэрозолем, в составе которого в зависимости от вида сварки, марок электродов и флюса находятся вредные для здоровья оксиды металлов (железа, марганца, хрома, ванадия, вольфрама, алюминия, титана, цинка, меди, никеля и др.), а также газообразные соединения (фтористые, оксиды углерода и азота, озон и др.). Для определения влияния на окружающую среду загрязняющих веществ необходимо воспользоваться ГОСТ Р 56164-2014, в котором приведены удельные показатели и их допустимые пределы (таблица 38).

Таблица 40 – Удельные показатели выделения загрязняющих веществ при сварке и наплавке металлов

Технологический процесс	Используемый материал и его марка	Наименование и удельные количества выделяемых загрязняющих веществ, г/кг							
		Сварочный аэрозоль	Железа оксид	Марганец и его соединения	Хром шестивалентный	Пыль неорганическая SiO <sub>2</sub>	Фтористый водород	Диоксид азота	Диоксид углерода
Ручная дуговая сварка	ОК 53.70	16,4	10,69	0,92	-	1,4	0,75	1,5	13,3

сталей штучными электродам и									
В среде защитного газа электродно й проволокой	Св-08Г2С	10	7,62	1,9	-	0,43	-	-	-

Значения показателей находятся в допустимых пределах. Значительного влияния на атмосферу процесс не оказывает, а следовательно и мероприятия по защите окружающей среды не предусматривает.

При ведении сварочных работ возможны следующие отходы: использованные электроды, шлак, которые в ходе их непригодности выкидываются в мусорное ведро, а затем и в мусорный контейнер. Следовательно, вредных выбросов в литосферу и водные источники не производилось, радиационного заражения не произошло, чрезвычайные ситуации не наблюдались, поэтому существенных воздействий на окружающую среду и соответственно вреда природе не оказывалось.

### 5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

### 5.3.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследования

При проведении исследования могут возникнуть чрезвычайные ситуации, такие как пожар и поражение электрическим током.

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

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

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

Поражение электрическим током возникает при замыкании электрической цепи сварочного аппарата через тело человека. Причинами могут быть: недостаточная электрическая изоляция, плохое состояние спецодежды и обуви сварщика, сырость, теснота помещения и другие факторы.

### 5.3.2 Обоснования мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

С целью предотвращения пожаров необходимо:

- уходя из помещения проверить отключения всех электронагревательных приборов, электроустановок, а также силовой и осветительной сети;
- курить только в отведенных для курения местах;

- в случае возникновения пожара приступить к его тушению имеющимися средствами, эвакуироваться и вызвать по телефону «01», сотовый «010» пожарную службу;
- сотрудники должны быть ознакомлены с планом эвакуации людей и материальных ценностей при пожаре. План эвакуации должен находиться в каждом помещении и на каждом этаже лестничной площадке.

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

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

В случае возникновения пожара необходимо:

- оповестить работающих в производственном помещении и принять меры к тушению очага пожара;
- горящие части электроустановок и электропроводку, находящуюся под напряжением, тушить углекислотным огнетушителем;
- принять меры к вызову на место пожара непосредственного руководителя или других должностных лиц.

## 5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

### 5.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

При выполнении сварочных работ необходимо следовать требованиям ТК РФ. Для обеспечения безопасности на рабочем месте нужно проводить



обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические медицинские осмотры (обследования) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

Ведение сварочных работ предполагает использование некоторых мер предосторожности и средства индивидуальной защиты, таких как защитные костюмы, перчатки, защитные очки и маски, специальная обувь, средства защиты органов слуха.

У сотрудников, которые заняты на работах во вредных или опасных условиях, продолжительность рабочего времени сокращается на 4 часа в неделю. То есть она не должна превышать 36 часов в неделю (ч. 1 ст. 92 ТК РФ). При этом ежедневная рабочая смена при 36-часовой рабочей неделе не может превышать 8 часов, а при рабочей неделе 30 часов и менее – 6 часов (ч. 2 ст. 94 ТК РФ).

Во избежание несчастных случаев следует проводить обучение, инструктаж по технике безопасности и проверять знания работников.

#### 5.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

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

- Рабочие места электросварщиков должны ограждаться переносными или стационарными светонепроницаемыми ограждениями (щитами, ширмами и экранами) из несгораемого материала, высота которых должна обеспечивать надежность защиты.
- Ширина проходов с каждой стороны рабочего стола и стеллажа должна быть не менее 1 м.
- Полы производственных помещений для выполнения сварки должны быть несгораемые, обладать малой теплопроводностью, иметь ровную нескользкую поверхность, удобную для очистки, а

также удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям в соответствии с действующими строительными нормами и правилами.

- Расстояние от стены до источника питания должно быть не менее 0,5 м.
- Открытые траектории в зоне возможного нахождения человека должны располагаться значительно выше уровня глаз. Минимальная высоты траектории 2.2.м.
- Рабочее место обслуживающего персонала, взаимное расположение всех элементов (органов управления, средств отображения информации, оповещения и др.) должны обеспечивать рациональность рабочих движений и максимально учитывать энергетические, скоростные, силовые и психофизиологические возможности человека.
- Следует предусматривать наличие мест для размещения съемных деталей, переносной измерительной аппаратуры, хранение заготовок, готовых изделий и др.
- Установки должны эксплуатироваться в специально выделенных помещениях либо могут располагаться в открытом пространстве на фундаментах или платформах транспортных средств.
- Помещения должны соответствовать требованиям пожарной безопасности и иметь необходимые средства предотвращения пожара и противопожарной защиты.
- Отделку помещений следует выполнять только из негорючих материалов. Не допускается применение глянцевых, блестящих, хорошо (зеркально) отражающих излучение сварочной дуги (коэффициент отражения рекомендуется не более 0.4).
- Двери помещений должны иметь знак ультрафиолетовой опасности.

- Высота помещений должна быть не менее 4.2 м. Коммуникации (вода, электроэнергия, воздух, и др.) следует прокладывать под полом в специальных каналах с защитными коробами (возвышение над уровнем пола не допускается) или подвешивать кабели на высоте не менее 2.2 м от пола.
- Помещения должны иметь приточно-вытяжную вентиляцию. При необходимости, рабочие места должны быть оборудованы местной вытяжкой с целью исключения попадания в рабочее помещение продуктов взаимодействия ультрафиолетового излучения с обрабатываемыми материалами.

Предприятие эксплуатируется и оборудуется согласно основными правовыми нормами:

- ГОСТ 12.1.003-83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности;
- ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (01.07.92)
- ГОСТ 12.1.038-83 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов;
- ГОСТ 12.4.125-83 ССБТ. Средства коллективной защиты работающих. Классификация;
- СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, и совмещенному освещению жилых и общественных зданий;
- СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений;
- СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.

### **Вывод:**

В выпускной квалификационной работе разработана технология ремонта вертикального шва первого пояса РВС 10000 мЗ.

В результате выполнения темы проведен выбор оптимального способа сварки ремонтного стыка резервуара, выбрано сварочное оборудование и проведен расчет режимов сварки.

Разработанная технология ремонта вертикальных швов резервуаров с использованием ручной дуговой сварки обладает следующими преимуществами:

- экономическая оценка показала, что итоговые затраты при использовании РДС оказались меньше, чем при использовании сварки в защитном газе CO<sub>2</sub>;
- из-за большего сварочного тока, используемого при РДС, уменьшилось основное время сварки;
- сварка в защитных газах требует продувку и настройку газового оборудования, что приводит к увеличению подготовительно-заключительного времени.

В экономической части проведен анализ эффективности различных способов сварки для ремонта стыковых соединений резервуара. С точки зрения ресурсоэффективности наиболее экономически выгодным является применение ручной дуговой сварки покрытыми электродами.

В разделе Социальная ответственность рассмотрены мероприятия по обеспечению техники безопасности при проведении сварочных работ.

Результаты работы могут быть использованы при проведении ремонта вертикальных швов стальных резервуаров для хранения нефтепродуктов.

6 Список использованных источников:

1. РД-25.160.10-КТН-050-06 Инструкция по технологии сварки при строительстве и ремонте стальных вертикальных резервуаров. – М: Руководящий документ, 2005. – 372 с;
2. Бабенко Э.Г. Расчет режимов электрической сварки и наплавки. - Хабаровск: Методическое пособие, 1999. – 54 с;
3. Кононенко В.Я. Сварка в среде защитных газов плавящимся и неплавящимся электродом. – Киев: справочник, 2007 – 266 с;
4. Походня И.К. Сварка порошковой проволокой.–Киев: Справочник. 1972 – 223 с;
5. РД 153-006-02 Инструкция по технологии сварки при строительстве и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов. – М: Руководящий документ. 2002 – 250 с;
6. <http://www.linolnweld.ru>;
7. ППР РВСП-10000 №6 ЛПДС Ярославль. Ярославль:2010 -168 с;
8. ПБ 03-605-03 Правила устройства вертикальных стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов М:2003 ;
9. Трущенко Е. А. Расчет режимов дуговой сварки. – Томск: Методические указание. 2005. – 27с;
- 10.Прокофьев Ю.С. Менеджмент. - Томск : Методические указания к выполнению курсовой работы. 2005. – 56с;
- 11.ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия;
- 12.ГОСТ 427-75 Линейки измерительные металлические. Технические условия;
- 13.ГОСТ 166-89 Штангенциркуль. Технические условия;
- 14.ГОСТ 14782-84 Контроль неразрушающий. Соединения сварные , методы ультразвуковые;
- 15.ГОСТ 26271-84 Проволока порошковая для дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей;

- 16.ГОСТ 16037-80 Соединения сварные;
- 17.РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю;
- 18.ГОСТ Контроль неразрушающий. Капиллярный метод. Общие требования;
- 19.ГОСТ 8050-85 Двуокись углерода газообразная и жидкая;
- 20.ГОСТ 5583-78 Кислород газообразный технический и медицинский;
- 21.ГОСТ 2246-70 Проволока сварочная;
- 22.РД 03-614-03 Порядок применения сварочного оборудования при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов;
- 23.РД 25.160.00-КТН-011-10 Сварка при строительстве и ремонте магистральных нефтепроводов.